

**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LOS CUATRO
SISTEMAS PRODUCTIVOS PISCÍCOLAS EN LA CUENCA ALTA DEL
RÍO BOBONAZA, PARROQUIA VERACRUZ, PASTAZA**

**TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AMBIENTAL**

Autor

Daniel Israel Cisneros Silva

Director de tesis

Ing. Leo Rodríguez

2016

PRESENTACIÓN DEL TEMA

EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LOS CUATRO SISTEMAS
PRODUCTIVOS PISCÍCOLAS EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO BOBONAZA,
PARROQUIA VERACRUZ, PASTAZA

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Dra. Laura Salazar

MSc. Jessy Guerrero

MSc. Edison Suntasig

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Director del informe de investigación sobre el tema: “EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LOS CUATRO SISTEMAS PRODUCTIVOS PISCÍCOLAS EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO BOBONAZA, PARROQUIA VERACRUZ, PASTAZA” del autor: Daniel Israel Cisneros Silva, estudiante de la Carrera de Ingeniería Ambiental, considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador designado por el consejo directivo.

Puyo, 05 de Enero del 2016

.....

Ms.C. Leo Rodríguez Badillo

AUTORÍA DEL TRABAJO

Los criterios emitidos en el trabajo de investigación: EVALUACION Y DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LOS CUATRO SISTEMAS PRODUCTIVOS PISCÍCOLAS EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO BOBONAZA, PARROQUIA VERACRUZ, PASTAZA. Como también los contenidos, ideas, conclusiones y propuesta son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor de este trabajo de grado.

Puyo, 05 de Diciembre del 2015

AUTOR

.....

Daniel Israel Cisneros Silva

DERECHO DEL AUTOR

El autor cede sus derechos, para que la Universidad Estatal Amazónica pueda hacer uso en lo que estime conveniente, siempre y cuando sea para fines de investigación o de consulta.

Puyo, 05 de Enero del 2016

AUTOR

.....

Daniel Israel Cisneros Silva

APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema: EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LOS CUATRO SISTEMAS PRODUCTIVOS PISCÍCOLAS EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO BOBONAZA, PARROQUIA VERACRUZ, PASTAZA, del autor de nombres y apellidos Daniel Israel Cisneros Silva, estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental.

Puyo, 05 de Enero del 2016

Para constancia firman

Dra. Laura Salazar

MSc. Jessy Guerrero

MSc. Edison Suntasig

AGRADECIMIENTO

A Dios porque en sus planes estuvo que terminara esta etapa, por la salud y la fuerza necesaria. A mi padres Daniel y Mélida por su apoyo en todo momento por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por los ejemplos de perseverancia que me han infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor. A mis hermanos Sebastián y Didier quienes son parte fundamental en mi vida. A Meysi Aguirre por el apoyo incondicional brindado en esta etapa de mi vida. Un agradecimiento muy especial al Ing. Leo Rodríguez, por el tiempo y paciencia invertido en el desarrollo de mi investigación. Además agradezco a los estudiantes que formaron parte del proyecto de investigación. Finalmente quiero agradecer a esta Universidad que me ha formado no solo como profesional del Ecuador sino también por la formación como ser humano, y a todos mis maestros que me han impartido sus conocimientos día a día.

DEDICATORIA

Dedico la presente tesis a Dios y de forma especial a mis padres y hermanos, por ser siempre el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional, por creer en mí dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre impulsaron el deseo de alcanzar los sueños aún en las adversidades de la vida.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PRESENTACIÓN DEL TEMA.....	2
I. RESUMEN.....	15
II. SUMMARY	17
III. INTRODUCCIÓN	19
IV. OBJETIVOS.....	21
4.1. Objetivo general	21
4.2. Objetivos específicos.....	21
4.3. Hipótesis.....	21
V. REVISION DE LITERATURA.....	22
5.1. El agua.....	22
5.1.1. Fuentes de captación de agua	23
5.1.2. Aguas superficiales	23
5.1.3. Aguas subterráneas.....	23
5.1.4. Aguas meteorológicas	23
5.1.5. Propiedades del agua.....	23
5.2. Parámetros físicos	23
5.2.1. Color.....	24
5.2.2. Temperatura	24
5.2.3. Olor	24
5.2.4. Oxígeno disuelto	24
5.2.5. Turbidez	25
5.2.6. Conductividad	25
5.3. Parámetros químicos	25
5.3.1. pH.....	25
5.3.2. Alcalinidad	26
5.3.3. Acidez mineral	26
5.3.4. Amoníaco (NH ₃), nitritos (NO ₂) y nitratos (NO ₃).....	26
5.3.5. Fosfatos	26
5.4. Parámetros indicativos de contaminación orgánica y biológica.....	27
5.4.1. Demanda Química de oxígeno (DQO).....	27

5.4.2. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	27
5.5. Determinación de la calidad del agua.....	27
5.6. Formas de medir la calidad del agua	28
5.7. Contaminación del agua	28
5.8. Uso del agua.....	29
5.9. Consumo del agua	29
5.10. Piscicultura.....	29
5.11. Piscicultura en el Ecuador	30
5.12. Marco legal aplicable	30
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	31
6.1. Localización y Duración de la investigación	31
6.1.1. Características meteorológicas	32
6.2. Duración de la investigación.	34
6.3. Características topográficas y edafológicas de Cabeceras del Bobonaza.....	34
6.4. Materiales y Equipos.....	34
6.5. Factores de estudio	36
6.5.1. Variables independientes.....	36
6.5.2. Variables dependientes.....	37
6.6. Influencia del proceso productivo en la calidad ambiental	38
6.7. Procedimientos, diseño de la investigación y sustentación estadística de los resultados.....	38
6.7.5. Influencia del proceso productivo en la calidad ambiental	41
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
7.1. Determinación de las características hidrológicas en los cuatro puntos muestreados	45
7.2. Caudal de los cuerpos de captación descarga y cuerpos receptores	45
7.3. Aspectos productivos de las organizaciones	46
7.4. Determinación de la calidad del agua (parámetros físicos y químicos)	50
7.4.1. Temperatura	53
7.4.2. pH.....	57
7.4.3. Concentración y saturación de oxígeno disuelto	61
7.4.4. Conductividad	65
7.4.5. Turbidez	69
7.4.6. N-NO ₂	70
7.4.7. P-PO ₄	75

7.4.8.	DQO	79
VIII.	PROPUESTA.....	85
8.1.	INTRODUCCIÓN	85
8.2.	Análisis preliminar de alternativas	85
8.3.	Aplicabilidad de la propuesta seleccionada.....	90
8.4.	Descripción del proceso de tratamiento	91
8.5.	Ejecución.....	93
8.6.	Inversión requerida.....	93
IX.	CONCLUSIONES	96
X.	RECOMENDACIONES	98
XI.	BIBLIOGRAFÍA.....	99
XII.	ANEXOS.....	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Leyenda de mapa de la zona de estudio	32
Tabla 2 Principales Parámetros Meteorológicos en 2011 (Valores Promedio)	33
Tabla 3 Coordenadas UTM de las cuatro organizaciones piscícolas	33
Tabla 4 Procedencia del agua en las diferentes Organizaciones de Cabeceras del Bobonaza	45
Tabla 5 Valores promedio del caudal de captación, descarga y cuerpos receptores de cada organización.	46
Tabla 6 Aspectos de manejo técnico en 4 organizaciones piscícolas de Cabeceras del Bobonaza.....	46
Tabla 7 Aspectos técnicos y económicos del proceso productivo en cuatro organizaciones, Cabeceras del Bobonaza	47
Tabla 8 Influencia del recurso hídrico en el proceso productivo	48
Tabla 9 Coeficiente de correlación entre variables de manejo técnico	49
Tabla 10 Promedio de los parámetros físicos y químicos en muestras de agua en la organización Rancho Verde	51
Tabla 11 Promedio de los parámetros físicos y químicos en muestras de agua en la organización Pitumsisa	51
Tabla 12 Promedio de los parámetros físicos y químicos en muestras de agua de la organización Orquídeas de Manduro	52
Tabla 13 Promedio de los parámetros físicos y químicos en muestras de agua de la organización La Delicia.....	52
Tabla 14 Correlación entre variables de producción y parámetros fisicoquímicos	83
Tabla 15 Comparación de alternativas entre métodos para el tratamiento de agua de las descargas de la actividad piscícola.....	87
Tabla 16 Costos de inversión y operación de mantenimiento para un humedal artificial	94

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Distribución natural del agua dulce.....	22
Gráfico 2 Ubicación del lugar muestreado, Parroquia Veracruz, Provincia de Pastaza.....	31
Gráfico 3. Representación geográfica de las organizaciones estudiadas	32
Gráfico 4 Flujograma del proceso de investigación desarrollado.....	44
Gráfico 5 Temperatura de la organización Orquídea de Manduro.....	53
Gráfico 6 Temperatura de la Organización La Delicia	54
Gráfico 7 Temperatura de la organización Pitumsisa	55
Gráfico 8 Temperatura de la organización Rancho Verde	56
Gráfico 9 pH en la organización Orquídea de Manduro	57
Gráfico 10 pH en la organización La Delicia.....	58
Gráfico 11 pH de la organización Pitumsisa	59
Gráfico 12 pH de la organización Rancho Verde	60
Gráfico 13 Concentración de oxígeno disuelto en la organización Orquídea de Manduro	61
Gráfico 14 Concentración de oxígeno disuelto en la organización La Delicia.....	62
Gráfico 15 Concentración de oxígeno disuelto en la organización Pitumsisa	63
Gráfico 16 Concentración de oxígeno disuelto en la Organización Rancho Verde	64
Gráfico 17 Conductividad en la organización Orquídea de Manduro	65
Gráfico 18 Conductividad de la organización Rancho Verde	66
Gráfico 19 Conductividad en la organización La Delicia	67
Gráfico 20 Conductividad en la organización Pitumsisa	68
Gráfico 21 Turbidez en la producción de Orquídea de Manduro, Pitumsisa, Rancho Verde y La Delicia,	69
Gráfico 22 N-NO ₂ en la Organización Orquídea de Manduro	70
Gráfico 23 N-NO ₂ en la Organización La Delicia	72
Gráfico 24 N-NO ₂ de la Organización Pitumsisa	73
Gráfico 25 N-NO ₂ de la Organización Rancho Verde.....	74
Gráfico 26 Resultado de P-PO ₄ de la Organización Orquídea de Manduro	75

Gráfico 27 Resultados de P-PO ₄ en la Organización La Delicia	76
Gráfico 28 Resultados de P-PO ₄ en la Organización Pitumsisa	77
Gráfico 29 Resultados de P-PO ₄ en la Organización Rancho Verde	78
Gráfico 30 DQO en la descarga y cuerpo receptor de la organización Orquídea de Manduro	79
Gráfico 31 DQO en la descarga y cuerpo receptor de la organización La Delicia	80
Gráfico 32 DQO en las descargas y cuerpo receptor en la organización Pitumsisa	81
Gráfico 33 DQO en la organización Rancho Verde.....	82
Gráfico 34. Flujograma de la propuesta de humedales de flujo libre superficial (EPA, 2000).	91
Gráfico 35. Ilustración del sistema de humedal de flujo libre superficial	92

I. RESUMEN

Se realizó una evaluación y diagnóstico ambiental de cuatro sistemas productivos piscícolas en la cuenca alta del río Bobonaza, parroquia Veracruz, provincia de Pastaza, proponiendo como objetivos: realizar un diagnóstico del proceso productivo que se desarrolla en las organizaciones piscícolas y su relación con el ecosistema hídrico del área de estudio, evaluar el impacto ambiental que genera el uso del recurso agua para los sistemas piscícolas y cuerpos receptores en las diferentes zonas de estudio, proponer métodos de tratamiento previos a la descarga de los sistemas piscícolas.

En los factores de estudio analizados se consideró como variables independientes, características topográficas, caudal de los cuerpos de captación, proceso productivo, mano de obra, cantidad de agua y como variables dependientes a caudal de captación, caudal de descarga, caracterización física y química del agua: in situ, ex situ. El procedimiento empleado abarco, el reconocimiento de la zona y cronograma, recopilación de Información de campo (Aspectos físicos socioeconómicos y técnicos), determinación de calidad de agua (Caracterización física, química), diseño estadístico: estadística descriptiva, correlación de Pearson, además se analizaron variables en el proceso productivo como: duración del ciclo productivo, proveniencia de los insumos, volumen de la producción, destino de la producción, costos de producción y comercialización, ingresos por ventas, de igual manera la influencia del proceso productivo en la calidad ambiental abarcando variables como: rentabilidad neta, relación entre volumen de producción y uso del agua, relación entre rentabilidad e ingreso neto, relación entre caudal utilizado y caudal disponible, variación en la calidad de agua del receptor por efecto de la descarga, también se realizó la recopilación de información de campo (aspectos hidrológicos) dentro de los cuales se desarrollaron: procedencia, cálculo del área hidráulica, velocidad y caudal.

Los resultados de la investigación determinaron que las organizaciones Pitumsisa y Orquídeas de Manduro su ciclo duro el mismo tiempo obteniendo diferentes producciones lo cual se ve reflejado en los costos de producción y por ende en el ingreso neto donde las dos organizaciones presentan un ingreso positivo. Mientras que las organizaciones Rancho Verde y La Delicia presentan diferentes ciclos de producción, donde la organización La Delicia presenta un ingreso neto inferior a las diferentes organizaciones. Esto se ve reflejado en el volumen de producción.

Se pudo observar que los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados en descargas y cuerpos receptores, se determinó que Rancho Verde, Orquídeas de Manduro y La Delicia presentan valores superiores de DQO en el cuerpo receptor aguas arriba a diferencia de aguas abajo y descarga, a diferencia de Pitumsisa que los valores son reflejados de acuerdo a las descargas presentes. Los valores de P-PO₄ en Rancho Verde y La Delicia presentan valores superiores en el cuerpo receptor aguas arriba a diferencia de la descarga que tiene relación con el cuerpo receptor aguas abajo. A diferencia de Pitumsisa y Orquídeas de Manduro que sus valores tienen relación. Respecto al parámetro N-NO₂ se observó un comportamiento similar en las organizaciones Rancho Verde y La Delicia. Mientras que Pitumsisa y Orquídeas de Manduro presentan alteración en el cuerpo receptor aguas arriba.

Finalmente se elaboró una propuesta donde se recomienda el método de humedales artificiales debido a la presencia de descargas expulsadas al cuerpo receptor sin tratamiento previo. Sabiendo que las condiciones son favorables para el mismo. Recomendando así su implementación en cada una de las organizaciones. Se recomienda también realizar futuras investigaciones sobre la presencia de contaminación originada dentro de los procesos productivos por otro tipo de actividades y mejorar el manejo técnico, productivo para la actividad piscícola, favoreciendo así su rentabilidad neta.

II. SUMMARY

An environmental assessment and diagnosis for four fish production systems in the upper basin of the Bobonaza River, parish Veracruz province of Pastaza. The proposed objectives were: a diagnosis of the production process that develops in fish farming organizations and their relationship with the water ecosystem in the study area, assess the environmental impact caused by the use of water resources for farming systems and receiving bodies in different areas of study, propose methods of treatment prior to discharge of the farming systems.

In the study factors analyzed was considered as independent variables, topographical features, flow bodies acquisition, production process, labor, amount of water as dependent variables to flow uptake, discharge rate, physical and chemical characterization of Water: in situ, ex situ. The procedure spanned, recognition of the area and schedule, collecting information field (socioeconomic and technical physical aspects), determination of water quality (Physical, chemical), statistical design: descriptive statistics, Pearson correlation, further They analyzed variables in the production process such as production cycle, origin of inputs, production volume, destination of production, costs of production and marketing, sales revenue, just as the influence of the production process on environmental quality I encompassing variables such as net profitability, the relationship between output and water usage, relationship between profitability and net income, relationship between flow used and available flow, variation in water quality of the receiving effect of the discharge, also be performed the Field data collection (hydrological aspects) within which were developed: source, hydraulic calculation of area, speed and flow.

The results of the investigation determined that the Pitumsisa and Orquideas de Manduro organizations the same cycle and time obtaining different productions which is reflected in production costs and thus in net income where the two organizations have a positive income. While organizations Rancho Verde and La Delicia have different production cycles, where the organization La Delicia has a net income below different organizations. This is reflected in the volume of production.

It was observed that the results of physicochemical analyzes in shock and receiving bodies, determined to Rancho Verde, Orquídea de Manduro and La Delicia have higher

COD values in the receiving body upstream unlike downstream and unloading, unlike of Pitumsisa values they are reflected according to the present downloads. The values of P-PO4 in Rancho Verde and La Delicia have higher values in the receiving body upstream of the discharge difference relates to the receiver body downstream. Unlike orchids Manduro Pitumsisa and their values they are related. Regarding the parameter N-NO3 similar behavior it was observed in organizations Rancho Verde and delight. While Manduro Pitumsisa and orchids presented alteration in the receiving body upstream.

Finally, a proposal where the method of artificial wetlands due to the presence of the receptor body expelled without pretreatment was developed recommended downloads. Knowing that the conditions are right for it. And recommending its implementation in each of the organizations. It is also recommended further research on the presence of pollution caused in the production process by other activities and improve the technical, productive management for fish farming, thus favoring its net profitability

III. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la piscicultura se ha desarrollado en las últimas tres décadas, dando como resultado un crecimiento económico y social para los sectores dedicados a esta actividad, favoreciendo a la generación de empleos y en la obtención de alimentos para consumo humano, ricos en proteínas de alta calidad (FAO, 2012).

Por la gran producción local, hoy en día la tilapia es considerada una especie de mayor cultivo piscícola por su fácil manejo y adaptación, soportan amplios rangos de temperatura y bajos niveles de oxígeno, aceptan con facilidad el suministro de alimentos balanceados (Rosas, 1982).

La mayor cantidad de organizaciones de la FPOAPP se concentra en la zona de Cabeceras de Bobonaza, en la Parroquia Veracruz; habitada principalmente por comunidades de colonos cuya principal actividad es la agricultura y dentro de la cual se generan ingresos económicos para sus pobladores, se destaca también la actividad piscícola que ha tenido un auge en los últimos 10 años (FPOAPP, 2012).

La acuicultura impacta en el medio ambiente a través de tres procesos: el consumo del recurso agua, el proceso productivo y la generación del producto final. Dentro de estos tres procesos encontramos diferentes actividades que alteran el medio ambiente como: la utilización del agua que es contaminada por recibir grandes cantidades de desechos, el alimento no consumido por los peces que sedimenta el fondo acuático, dañando un espacio que no sólo es utilizado por los peces cultivados sino también por otras especies (FAO, 2007).

La problemática ambiental en la década de 1970, se deriva en que los productores aun no consideraban la variable ambiental en los procesos de producción (FUNIBER, 2010), los daños ocasionados al medio no eran tomados en cuenta y en consecuencia era evidente que el desarrollo se limitó por años a un crecimiento en lo económico y social, pero no reflejado en el ámbito ambiental, esta despreocupación de las empresas por los impactos que su actividad venía generando en el entorno, ha evidenciado el grado de consumo de los recursos naturales de tal forma que los niveles de contaminación producidos han causado un impacto ambiental al planeta tierra con las repercusiones

que hoy conocemos. No obstante, estas prácticas han ido cambiando, desde hace más de una década (Cifuentes et al., 1999).

El manejo de un cultivo piscícola representa un impacto negativo en los cuerpos de agua receptores, especialmente en donde la producción sea mayor a 10 toneladas por año de tal manera que el gobierno busca la forma de reducir a través de la difusión de leyes y normas ambientales que regulen la actividad del sector (Velasco et al., 2012).

Mediante la aplicación de normas se busca reducir las descargas de aguas residuales enriquecidas por materia orgánica con altas concentraciones de nitrógeno y fósforo, producto del alimento no ingerido y por las heces de los organismos que se cultivan. Esto deriva en el enriquecimiento de nutrientes, pudiendo afectar extensas zonas cercanas a los cultivos y a la biodiversidad que habita los cuerpos de agua receptores (lagunas, ríos, esteros y marismas). Resulta evidente, que el impacto medioambiental va a depender en gran medida de la especie, el método de cultivo, la densidad del stock, el tipo de alimentación y las condiciones hidrográficas (Borja, 2002).

Al momento de desarrollar un estudio de conservación de la calidad del agua para proyectos piscícolas mediante la caracterización de condiciones físico-químicas, este nos permitirá establecer el impacto ambiental, la sostenibilidad y eficiencia productiva de los sistemas. Se manejan recomendaciones específicas para el aprovechamiento sustentable de los recursos y el mantenimiento de la actividad piscícola.

Por tal motivo es necesario implementar ciertas medidas en la actividad de producción piscícola, para que el medio ambiente no tenga ningún tipo de alteración, y que por lo contrario esta actividad sea técnicamente apropiada y de fácil aplicación, como también sea económicamente accesible y que sus habitantes lo acepten. Existen diversas aplicaciones y alternativas que pueden reducir el impacto ambiental producido por la actividad piscícola, siendo los humedales el mecanismo que tiene la capacidad de disminuir la concentración de contaminantes con procesos naturales de purificación del agua con plantas que son capaces de confrontarlos, y convirtiendo a este método en el más accesible por la disponibilidad de los recursos (EPA, 2000).

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

- Evaluar condiciones ambientales relacionadas en los sistemas de producción piscícola en las organizaciones productivas ubicadas en el sector de la Cuenca alta del Río Bobonaza, Parroquia Veracruz y plantear metodologías en aspectos de importancia ambiental.

4.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar el proceso productivo que se desarrolla en las organizaciones piscícolas y su relación con el ecosistema hídrico del área de estudio.
- Evaluar el impacto ambiental que genera el uso del recurso agua para los sistemas piscícolas y cuerpos receptores en las diferentes zonas de estudio.
- Proponer métodos de tratamiento previos a la descarga de los sistemas piscícolas.

4.3. Hipótesis

- La descarga directa proveniente de los procesos productivos influyen en la calidad de agua de los cuerpos receptores.

V. REVISION DE LITERATURA

5.1. El agua

El agua representa el recurso natural más importante y es la fundamental base de toda forma de vida. La disponibilidad del recurso agua en especial dulce que existe sobre la tierra es muy limitada. La expansión poblacional, las nuevas tecnologías en la industrialización son los principales causantes del quebranto del medio ambiente en especial el recurso hídrico por la agregación de materias extrañas, como son microorganismos, productos químicos, residuos industriales, aguas residuales (Cárdenas y Cárdenas, 2009). El primer destino del agua siempre será prioridad para el consumo de las poblaciones como un derecho, después de obtener estos derechos sobre el agua este recurso serviría en última instancia para la economía de los pueblos y naciones. (Rojas, 200).

Los valores señalados en el gráfico 1 indican que la cantidad de agua salada en el mundo tiene un porcentaje del 97,5% que se encuentra distribuido en los océanos con una expansión total de 1 365 000 000 Km³, mientras que la cantidad de agua dulce establece un 2,5% con una expansión que corresponde a 35 000 000 Km³. El agua dulce se encuentra agua superficial en lagos y ríos (0,3%), agua subterránea, humedad del suelo, pantanos y humedad atmosférica posee un (30,8%) y glaciares y casquetes polares poseen (68,9%).

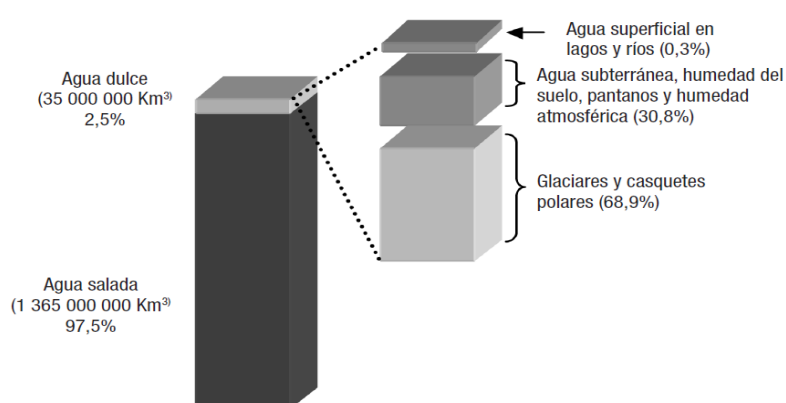


Gráfico 1 Distribución natural del agua dulce

Fuente: (Cárdenas y Cárdenas, 2009)

Adaptación: autor

5.1.1. Fuentes de captación de agua.

De acuerdo a su naturaleza las aguas pueden clasificarse de la siguiente condición:

5.1.2. Aguas superficiales

Éstas comprenden por cauces, ríos, océanos, y aguas embalsadas. Estas son aguas de precipitaciones que no llegan a infiltrarse y que son devueltas a la atmosfera ya sea por evaporación o transpiración. Por su exposición superficial son más vulnerables a que sean contaminadas, lo que para su consumo deberán ser sometidas a procesos de potabilización.

5.1.3. Aguas subterráneas

Se encuentran acumuladas bajo la tierra en los poros que poseen los sedimentos como la arena y la grava, y en fisuras que se encuentran en las rocas. Estas aguas muestran menor turbidez que las aguas superficiales.

5.1.4. Aguas meteorológicas

Son aguas que presentan mayor pureza física y química que las aguas subterráneas y superficiales. Son originarias de agua lluvia.

5.1.5. Propiedades del agua

Las propiedades del agua se clasifican en cuatro grupos: físicos, químicos, biológicos y radiológicos, las que se consideraran para este proyecto son propiedades físicos y químicos.

5.2. Parámetros físicos

Son determinados por los sentidos. No son medidas precisas del nivel de contaminación, pero si bien su presencia es un indicio de que la depuración de un efluente no está actuando con normalidad.

5.2.1. Color

La determinación del color no muestra una medición exacta del grado de contaminación por los cambios que pueden hallarse por la presencia de otras sustancias que alteran el color, por lo que determinar color y grado de contaminación es difícil. La determinación del color es recomendable realizar en veinticuatro horas posteriores a la toma de muestra recolectada, deben ser conservadas en la oscuridad bajo refrigeración a una temperatura de (2 – 5 °C). La determinación del color se logra visualmente utilizando luz diurna difusa sobre fondo blanco, o mediante el uso de un espectrofotómetro visible.

5.2.2. Temperatura

La importancia de este parámetro es vital por los diferentes procesos que ocurren en sistemas acuáticos para que alcancen su desarrollo, el aumento de temperatura altera la solubilidad de las sustancias, aumentando así la de los sólidos disueltos y disminuyendo los gases.

Para la mejor obtención de estos resultados se los debe realizar In Situ. La temperatura se la puede medir mediante termómetro.

5.2.3. Olor

Los olores llegan a ser producidos por sustancias volátiles (COV's) o gaseosas (H₂S, NH₃, etc.), y son causados por materia orgánica en descomposición o productos químicos.

5.2.4. Oxígeno disuelto

Es un parámetro que muestra de la calidad de oxígeno libre que se encuentra presente en el agua. Su determinación se la realiza “in situ” se la puede establecer mediante electrodo de membrana o por yodometría fijando el oxígeno con sulfato de magnesio expresándolo como mg/L de oxígeno disuelto en la muestra de agua.

Deben tomarse las debidas medidas de precaución para no arrastrar ni disolver oxígeno del aire durante el muestreo, las pruebas de análisis debe realizarse hasta los cuatro días, almacenando las muestras en recipientes de vidrio en lugares oscuros. El valor máximo

de OD es aproximadamente 9 mg/L, se debe entender que si la concentración baja de 4 mg/L, el agua no es idónea para la vida marina y menos para el desarrollo productivo (Creus, 2011).

5.2.5. Turbidez

Medir la turbidez del agua establece la transparencia de luz en la misma, debido a la presencia de partículas extrañas u organismos propios del mismo como son plancton, microorganismos, barro, etc. Floculación, coagulación y sedimentación son procesos que eliminan la turbidez (Galvin, 2003).

5.2.6. Conductividad

Permite al agua transportar energía eléctrica, su base es la presencia de iones disueltos en el agua. Cuando los valores de conductividad son altos pertenecen principalmente a ecosistemas con elevado índice de productividad biológica. La determinación de este parámetro es realizado por electrometría de un electrodo conductimétrico, su unidad de medida se expresa en microsiemens cm-1 ($\mu\text{S cm}^{-1}$). Para obtener mejores resultados es importante realizarlo “in situ”, su conservación debe ser en frascos con material polietileno, no deben almacenarse en envases de vidrio sódico, se deben mantener en ausencia de luz hasta por 24 horas y a una temperatura de (2- 4 °C). (Roldan, 2003) (Villarreal, 2000).

5.3. Parámetros químicos

5.3.1. pH

Mide la concentración de iones hidrógeno, es una medida que indica la alcalinidad o acidez de las aguas la cual pueden llegar a afectar los usos definidos del agua. Los límites permisibles de una buena calidad de agua se establecen un pH entre 6 y 8. Su medición se establece mediante un pHmetro con un ajuste correcto de calibración (Rigola, 1990).

Los peces en su mayoría deben estar condicionados a vivir con un pH no menor a 4.

5.3.2. Alcalinidad

Su importancia es muy vital en sistemas fluviales, establece condiciones para neutralizar ácidos. Una alcalinidad positiva representa iones de bicarbonato, mientras que una alcalinidad negativa representara condiciones acidas (Dávila, 2004).

5.3.3. Acidez mineral

En aguas naturales la acidez no se encuentra con frecuencia, pero si la encontramos en aguas superficiales contaminadas a causa de drenajes de actividades industriales o mineros. Son corregidas mediante neutralización con álcalis.

5.3.4. Amoniac (NH_3), nitritos (NO_2) y nitratos (NO_3)

El amoniac es un compuesto intermedio que se forma durante la biodegradación de compuestos orgánicos nitrogenados como son: aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, etc. que constituyen parte de los seres vivos, que junto con el nitrógeno orgánico es un indicador que en el agua determina una contaminación reciente. La formación de nitritos empieza por oxidación aeróbica de los compuestos amoniacales y órgano nitrogenados, y posteriormente de estos en nitratos, por lo que un elevado contenido en nitratos y simultáneamente bajo en amonio, muestra de una agua contaminada hace tiempo. Tanto el amonio, como los nitritos y nitratos pueden ser determinados por espectrofotometría de adsorción (Álvarez, 2007).

5.3.5. Fosfatos

La cantidad de algas se debe a la presencia de fosfatos principal nutriente de causar la eutrofización, por lo tanto cuan mayor es el ingreso del ion más excesivo es el crecimiento de algas. Cuando las de algas mueren, empiezan a descomponerse por causa de oxidación, produciendo así que el agua agote el oxígeno disuelto afectando la vida de los peces (Baird, 2004).

5.4. Parámetros indicativos de contaminación orgánica y biológica.

El auge de contaminación biológica se ha producido por la actividad productiva agrícola, agropecuaria, que son actividades que utilizan pesticidas los cuales son arrastrados por escorrentías hacia algún cuerpo efluente. Además del crecimiento poblacional que ha visto la necesidad de ampliar espacios para sus asentamientos. Uno de los tratamientos para mitigar la contaminación son plantas de tratamientos (Hill y Kolb, 1999).

5.4.1. Demanda Química de oxígeno (DQO)

Es una medición de contaminación de materia orgánica en el agua que se la controla con el parámetro conocido como Demanda química de oxígeno (DQO). La DQO se determina como el número de equivalentes de oxígeno requerido para oxidar materiales orgánicos que se encuentren presentes en el agua. Su procedencia puede ser biodegradable o no biodegradable.

5.4.2. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

Es un parámetro para determinar la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para degradar biológicamente la materia orgánica de las aguas. Representa también una medida indirecta de concentración de materia orgánica e inorgánica degradable o transformable biológicamente. Si los niveles de DBO son altos, los niveles de oxígeno disuelto serán bajos esto es debido a que las bacterias consumen este oxígeno. Por tal razón al existir menor cantidad de oxígeno en el agua, los peces y otros organismos acuáticos que habitan en la misma tienen una escasa posibilidad de desarrollarse. La DBO se expresa en ppm o mg/L (Glynn y Heinke, 1999).

5.5. Determinación de la calidad del agua

Se establece por la cantidad de elementos que se contengan en solución, suspensión o en estado coloidal, las cuales obtienen características propias que permiten determinar un tipo de agua con otra.

La calidad del agua define límites al uso determinado de; consumo humano, actividades agropecuarias, recreación, procesos industriales, receptor de líquidos residuales.

El uso que se le está dando al agua implicará determinar y analizar los parámetros establecidos para que su uso determinado del agua establezca o no grados de contaminación (Cárdenas y Cárdenas, 2009).

5.6. Formas de medir la calidad del agua

En la actualidad las poblaciones no cuentan con la calidad de agua apropiada para su consumo. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1998), la cantidad de personas que superan los 1 000 millones no cuentan con accesibilidad a fuentes de agua potable. Especialmente las zonas más afectadas son áreas rurales donde el agua haya adquirido un tratamiento previo para mejorar su calidad de consumo y uso (WHO, 2005).

A escala mundial el 10% brinda tratamiento de sus aguas solo en países subdesarrollados. La mayoría del líquido es depositado en ríos, lagos o mares sin ningún tipo de tratamiento previo a su descarga, ya sean por actividades de uso de suelo, producción industrial y agrícola, produciéndose así el descenso de agua disponible para su uso.

Es difícil establecer una forma única de medir su calidad. Sin embargo se puede realizarla mediante dos métodos: mediante parámetros físicos y químicos, y biológicos de los ecosistemas naturales que permiten evaluar que tan perturbado se encuentra un cuerpo determinado de agua. Por su aplicación y facilidad los métodos más empleados son: parámetros físicos y químicos como, por ejemplo, la concentración de oxígeno disuelto, la concentración de compuestos con nitrógeno y fósforo (como los nitratos y los fosfatos).

5.7. Contaminación del agua

Se relaciona con los usos que se da a este recurso, ya sea por crecimiento poblacional, industrialización y concentración urbana, todos estos son motivos del deterioro que se presenta en el medio ambiente. Los alrededores de ríos, lagos, o zonas costeras han servido como áreas de establecer asentamientos, lo que causó el inicio de alteraciones en la calidad del agua y contaminación.

La presencia de materias extrañas, como los microorganismos, residuos industriales, aguas residuales, productos químicos utilizados para la agricultura, piscicultura, ganadería, entre otros son materias que alteran la calidad del agua y la vuelven no apta para los usos que se la quiera aplicar (Cárdenas y Cárdenas, 2009).

5.8. Uso del agua

La demanda del agua ha incrementado en los últimos años lo que conlleva a la necesidad de que este recurso sea utilizado con responsabilidad. Por lo tanto el uso del agua es la cantidad de que obtenemos de ríos, lagos, acuíferos para su uso determinado.

5.9. Consumo del agua

El consumo del agua ha crecido notablemente debido al crecimiento poblacional y actividades socioeconómicas. Por ende la sociedad debe consumir este recurso a sectores que más beneficien. En general las actividades agropecuarias, industriales y de recreación son el consumo que se manifiesta de este recurso (Cárdenas y Cárdenas, 2009).

El rápido crecimiento del recurso hídrico se da por tres razones fundamentalmente: crecimiento de la población, desarrollo industrial y aumento de la agricultura. La dotación urbana de agua potable con aguas subterráneas se registra entre un 25% y 40% solo en las grandes ciudades del mundo denominadas megalópolis. Mientras que en otras ciudades y sectores rurales consumen aguas subterráneas (UNESCO, 2006).

5.10. Piscicultura

En los últimos años esta actividad ha desarrollado una gran demanda de productos pesqueros y agotamiento de poblaciones de peces en los causes. Para evitar los errores que han producido la agricultura y sector pesquero, en la piscicultura debe ser tomada en cuenta la sostenibilidad del medio ambiente, viabilidad económica y aceptación social en la producción actual y futura.

Además la piscicultura se caracteriza por ser sistemas de producción y cultivo, donde la actividad antropogénica es su principal recurso de trabajo. Esta forma de actividad

pesquera aumentan la producción de las especies que son comúnmente más utilizadas en la dieta humana.

Cultivo de especies acuáticas que son intervenidas por procesos de producción que consisten en el cuidado de los depredadores, alimentación (FAO, 1998).

5.11. Piscicultura en el Ecuador

A partir de la época republicana en el país la piscicultura obtiene un permiso de 99 años para que se pueda cultivar peces en la Laguna de Colta. En 1881 se introdujeron aproximadamente 30 000 carpas en el Valle de los Chillos, Pichincha. En 1928 se introducen 60 000 carpas desde los Estados Unidos de Norteamérica los alevines fueron sembrados en el Rio Machángara en Quito, lo que desde aquella época empiezan a surgir clubes de pesca y caza.

En el Oriente ecuatoriano la actividad piscícola comienza aproximadamente desde los años 90, gracias a su ubicación que permite el cultivo de tilapia por las condiciones que es una especie de consumo común de los habitantes de la zona.

5.12. Marco legal aplicable

Para esta investigación se ha tomado en cuenta las siguientes normativas:

Constitución de la República del Ecuador

- Capítulo segundo Derechos del buen vivir
- Sección primera
- Agua y alimentación
- Sección segunda
- Ambiente sano Art. 14
- Sección sexta: Art. 411
- Capítulo séptimo Derechos de la naturaleza. Art. 71.

TULSMA: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua, LIBRO VI ANEXO 1: Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Localización y Duración de la investigación

El estudio se realizó en organizaciones piscícolas ubicadas en la Parroquia Veracruz, sector Cabeceras del Bobonaza, en la cuenca alta del Río Bobonaza, las organizaciones tomadas en cuenta para la investigación fueron:

- Rancho Verde
- La Delicia
- Pitumsisa
- Orquídeas de Manduro

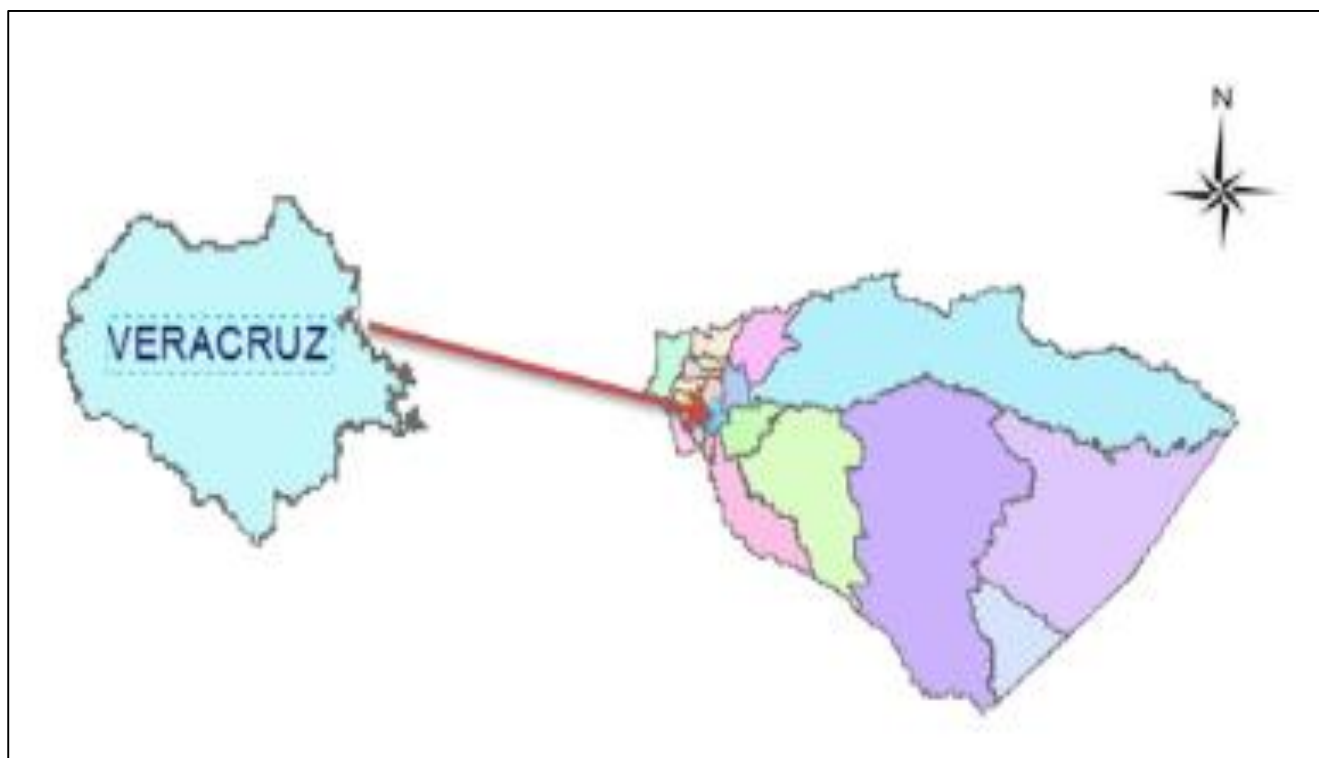


Gráfico 2 Ubicación del lugar muestreado, Parroquia Veracruz, Provincia de Pastaza

Fuente: Software ArcGIS [software GIS]. Versión 10.1

Escala: 1:40000

Autor: Israel Cisneros

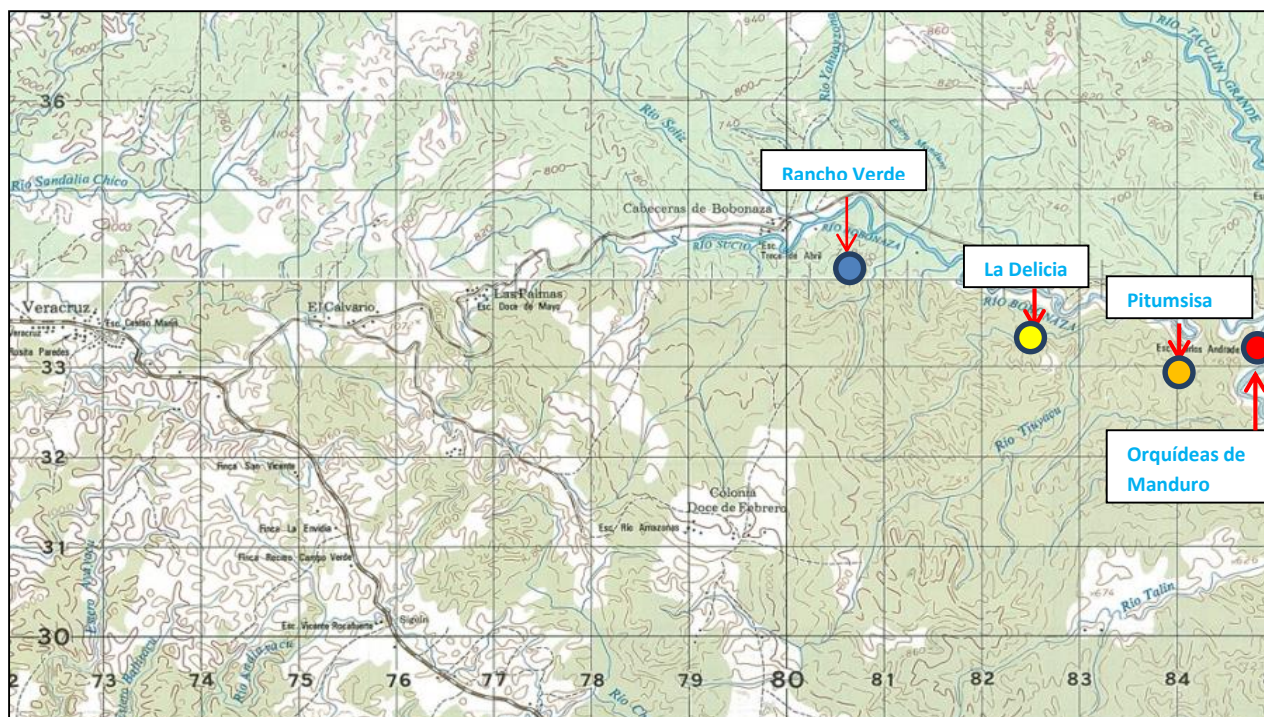


Gráfico 3. Representación geográfica de las organizaciones estudiadas

Fuente: IGM. Cartas Topográficas Puyo y Veracruz. Escala 1:50000

Adaptación: Autor

Tabla 1 Leyenda de mapa de la zona de estudio

Organizaciones Piscícolas de Estudio	Simbología
Rancho Verde	
La Delicia	
Pitumsisa	
Orquídeas de Manduro	

6.1.1. Características meteorológicas

Las localidades en las que se desarrolló el estudio se encuentran ubicadas en una zona de vida de tipo Bosque Pluvial Subtropical (Holdridge, 1967). Sus condiciones climáticas pueden considerarse similares a las de la estación meteorológica Veracruz la cual presenta los valores señalados en la Tabla 2.

Tabla 2 Principales Parámetros Meteorológicos en 2011 (Valores Promedio)

Parámetros	Valores
Temperatura media anual (°C)	20.6
Humedad relativa (%)	89.3
Evapotranspiración (mm)	765.8
Precipitación anual (mm)	4500

Fuente: INAMHI. Estación Meteorológica Veracruz

Tabla 3 Coordenadas UTM de las cuatro organizaciones piscícolas

Lugar de muestreo		CORDENADAS UTMA ZONA 18 (BOBONAZA)SUR		ALTURA msnm
		X	Y	
La Delicia	Captación	179443	9834530	654
La Delicia	Pecera	179454	9834535	655
La Delicia	Descarga	179490	9834554	654
Orquídea de Manduro	Cuerpo receptor aguas arriba	181402	9834055	672
Orquídea de Manduro	cuerpo receptor aguas abajo	181391	9833981	666
Orquídea de Manduro	Captación	181376	9833988	664
Rancho Verde	Cuerpo receptor aguas abajo	183468	9833470	639
Rancho Verde	Captación	183484	9833485	638
Rancho Verde	Pecera	183465	9833578	634
Rancho Verde	Descarga	183303	9834182	668
Rancho Verde	Cuerpo receptor aguas arriba	183491	9834016	635
Rancho Verde	Cuerpo receptor aguas abajo	183492	9834060	625
Rancho Verde	Descarga	183526	9834026	631
Pitumsisa	Captación	182990	9833432	605
Pitumsisa	Pecera	182998	9833408	608
Pitumsisa	Descarga	183144	9833664	640
Pitumsisa	Cuerpo receptor aguas arriba	182971	9833524	616
Pitumsisa	Cuerpo receptor aguas abajo	182971	9833524	616

6.2. Duración de la investigación.

La investigación tuvo una duración de catorce meses.

6.3. Características topográficas y edafológicas de Cabeceras del Bobonaza

De acuerdo al Mapa Geológico del Ecuador (IGM, 1982) se encontró que la zona de estudio está ubicada en Cabeceras del Bobonaza presentando características topográficas y edafológicas de la zona denominada “MA Arajuno”, la cual proviene de la Era Terciaria (Cenozoico), dentro del periodo Mioceno (Tejada, 1994). Esta zona se encuentra a una altura de 500 a 1000 metros sobre el nivel del mar. El material base está compuesto de arcilla, areniscas y lignitos a menos de 1km de profundidad. Una de sus características también es que esta zona aflora en declives bruscos.

En el aspecto edafológico, la zona de estudio corresponde a un Distropept, el cual es un suelo muy reciente y en temprano desarrollo del orden de los Inceptisoles, (Thompson & Troeh, 2002). Además, los Inceptisoles son muy frecuentes en áreas húmedas, es por tal razón que presentan exceso de humedad y abundancia de agua en la zona de estudio. El material de origen es sedimentario, y corresponde a arcillas antiguas y pudingas. El suelo presenta características de carácter caonílitico, arcilloso, compacto. Por lo cual suele ser poco permeable y mal drenado. Otra característica de la zona es que presenta una elevada desaturación de bases y lixiviación. Es un suelo rojo, poco fértil, con pH ácido y alto contenido de aluminio tóxico.

6.4. Materiales y Equipos

Se utilizaron los siguientes equipos y materiales:

Muestreo y análisis in situ:

- Medidor multiparamétrico y material complementario
- Disco Secchi
- Materiales para toma y conservación de muestras
- Laboratorio móvil de la institución (UEA)

- Flujómetro
- Equipo de protección personal: (botas, poncho contra agua, ropa adecuada para campo)
- Cámara fotográfica
- GPS
- Cronometro
- Cinta métrica
- Flotador
- Regleta
- Recipientes para adorción de caudal.

Análisis ex situ (laboratorio)

- Espectrofotómetros y material complementario
- Termorreactores
- Kits analíticos para análisis fotométricos (DQO, Fosfatos, Nitratos)
- Equipo de protección personal: (mandil, guantes, mascarilla)
- Agua destilada.
- Tubos de ensayo.
- Vasos de precipitación
- Elenmeyer
- Embudos
- Papel filtro.
- Pipetas
- Gradilla

Levantamiento de información complementaria

- Tablas apoya manos
- Papel
- Bolígrafos
- Lápices
- Borradores

- Sacapuntas
- Marcadores Indelebles

Movilización a las diferentes asociaciones

- Vehículos de la institución (UEA)
- Transporte propio

6.5. Factores de estudio

6.5.1. Variables independientes

- **Características topográficas**

Para la caracterización topográfica se consideraron las condiciones de pendiente, morfología del terreno y accidentes geográficos de las unidades productivas y los sitios de captación y descarga.

- **Caudal de los cuerpos de captación y receptores**

Se consideraron los caudales de alimentación de los cuerpos de captación y receptores expresados en L/s en cuatro periodos consecutivos con lapso de un mes a lo largo de la fase de campo mediante aforo volumétrico y flujómetro. El caudal se definió mediante la siguiente formula:

$$Q = v/t.$$

En donde: Q = Caudal; v = velocidad; t = tiempo.

- **Proceso productivo**

Comprendió la descripción de cada una de las actividades que integraron el proceso productivo a lo largo de un ciclo a nivel de las cuatro unidades productivas estudiadas. Dentro de las actividades se consideraron aspectos como mano de obra, insumos utilizados y producción mediante encuestas y entrevistas al presidente o encargado de cada uno de los sistemas de producción. Se

levantaron indicadores como: volumen de producción, destino de producción, costos de producción y comercialización, y los ingresos por ventas de cada una de las organizaciones.

6.5.2. Variables dependientes

- **Caudal de captación**

Es el recurso hídrico mediante el cual se abastecen a los sistemas de producción piscícola en cada una de las organizaciones tomadas en cuenta para la investigación.

- **Caudal de descarga**

Es el flujo de agua que es expulsado a un cuerpo receptor durante los procesos de recambio de agua en un sistema de producción piscícola.

- **Caracterización física y química del agua**

Describe la concentración de parámetros físico y químicos de cada una de las corrientes de captación, descarga y en un estanque de producción para cada organización.

- a) pH
- b) Temperatura
- c) Conductividad eléctrica
- d) Concentración y saturación de Oxígeno Disuelto.
- e) Turbidez.
- f) Concentración de Fosfatos
- g) Concentración de Nitritos
- h) Demanda Química de Oxígeno

6.6. Influencia del proceso productivo en la calidad ambiental

Consistió en la determinación de relaciones existentes entre las variables dependientes e independientes y la implicación de las mismas en las condiciones de calidad ambiental de los cuerpos hídricos relacionados con cada organización y los factores necesarios para la sostenibilidad del mismo proceso productivo. Considero las relaciones entre los siguientes indicadores:

- Rentabilidad neta
- Relación entre volumen de producción y uso del agua
- Relación entre rentabilidad e ingreso neto
- Relación entre caudal utilizado y caudal disponible
- Variación en la calidad de agua del receptor por efecto de la descarga

6.7. Procedimientos, diseño de la investigación y sustentación estadística de los resultados.

El trabajo de investigación se desarrolló de la siguiente manera:

6.7.1. Reconocimiento de la zona

- Se programaron y realizaron visitas a la zona en distintas ocasiones identificando cada una de las localidades que formaron parte de esta investigación, además se visitó a los sistemas de producción piscícola y se llevó a cabo entrevistas con los socios de cada organización donde se socializó el proyecto y su participación en el mismo.

6.7.2. Recopilación de Información de campo (Aspectos físicos socioeconómicos y técnicos)

Se establecieron reuniones previas para la elaboración de encuestas donde se logró levantar información de aspectos hídricos, económicos, sociales y productivos en cada una de las organizaciones seleccionadas, con el fin de

identificar la intervención del sistema productivo piscícola en los aspectos mencionados.

6.7.3. Recopilación de información de campo (Aspectos hidrológicos)

Para llevar a cabo la determinación de caudales en las corrientes de captación como para la descarga y los cuerpos receptores se ejecutaron métodos como: flotador, aforo volumétrico y flujómetro en los diferentes puntos.

Procedencia

La determinación de este parámetro se realizó solamente en fuentes de captación teniendo en cuenta que no se utilizó ninguna fórmula, conociendo que la procedencia se puede determinar de forma visual y así obtener un resultado.

Cálculo del Área hidráulica(A)

Para la determinación del área hidráulica se obtuvieron los siguientes datos: las profundidades (**y1, y2....yn**) y las distancias horizontales (**x1, x2,...xn**), se calculó mediante la siguiente formula:

Fórmula para el área de un rectángulo

$$A = b * h$$

Fórmula para el área de un triángulo

$$A = b * h/2$$

Donde

$A (m^2)$ = es el área hidráulica

$b (m)$ = es base del cauce

$h(m)$ = es la profundidad del cauce

Velocidad (V)

Para el cálculo de la velocidad se utilizaron dos métodos flotador y flujo metro.

Método del flotador: Se realizó repeticiones en los puntos seleccionados en donde se obtuvo diferentes datos como el tiempo de cada una y además se tomó la distancia recorrida por el flotador para poder obtener la velocidad del cauce, los tiempos tomados se sumaron y se dividieron para el número de tiempos obteniendo un tiempo promedio.

Fórmula empleada

$$v = \frac{d}{t}$$

Donde

V (m/seg)= velocidad

d(m)= distancia recorrida por el flotador

t(seg)=tiempo promedio

Flujómetro: Es utilizado en cauces de mayor caudal funciona mediante un molinete la lectura nos da en (m/seg) obteniendo una velocidad directa sin ser necesario la utilización de una formula.

Caudal

Las fórmulas utilizadas para la determinación del caudal fueron:

Ecuación de continuidad

$$Q = V * A$$

Dónde

Q= caudal en (m³/seg)

A= área (m²)

V=velocidad (m/seg)

Formula con aforo volumétrico

$$Q = L/seg$$

Dónde:

Q= Caudal

$L = \text{volumen del recipiente}$

$\text{seg} = \text{tiempo de llenado}$

6.7.4. Determinación de calidad de agua (Caracterización física, química)

- En cada sistema productivo seleccionado se realizaron 4 caracterizaciones de calidad de agua en intervalos de 30 días, a partir de cinco puntos específicos (tres puntos en el interior del sistema –piscinas- y los dos restantes en los cuerpos de captación y descarga). Además fue utilizado un analizador portátil para la caracterización in situ de las variables.
- Posteriormente, se recolectaron muestras para el análisis de las mismas en laboratorio. Se utilizaron los recursos disponibles en el Programa Laboratorio Móvil para la determinación en la misma localidad, reduciendo el tiempo transcurrido entre la toma de la muestra y el análisis y mejorando así la confiabilidad de los resultados.
- Además se realizó la Comparación de resultados de acuerdo a parámetros establecidos en la norma (TULSMA) Libro VI de Calidad Ambiental, Anexo I (Calidad de Aguas), considerando los criterios de calidad para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, aguas marinas y de estuario, se presentan a continuación (Ver anexos 1 y 2).

6.7.5. Influencia del proceso productivo en la calidad ambiental

Conociendo que para la realización de estas variables se tomó en cuenta el ítem 4.5.7, las cuales se obtuvieron mediante las siguientes formulas:

Rentabilidad neta

$$\text{Rentabilidad neta} = \frac{\text{Ingreso neto}}{\text{Costo}}$$

Relación entre volumen de producción y uso del agua

$$\text{Relación} = \frac{\text{Volumen de producción}}{\text{Uso del agua}} = \frac{\text{Masa de producción en un ciclo(kg)}}{\text{Volumen total de agua usada en un ciclo(m}^3\text{)}}$$

Relación entre rentabilidad e ingreso neto

$$\text{Relación entre } \frac{\text{Rentabilidad}}{\text{Ingreso neto}}$$

Relación entre caudal utilizado y caudal disponible

$$\text{Relación entre } \frac{\text{Caudal usado}}{\text{Caudal disponible}} = \frac{\text{Caudal del estanque} \left(\frac{L}{seg} \right)}{\text{Caudal de captación} \left(\frac{L}{seg} \right)}$$

Variación en la calidad de agua del receptor por efecto de la descarga

$$\text{Concentración estimada del cuerpo receptor aguas abajo } \frac{C_d * Q_d + C_r * Q_r}{Q_d + Q_r}$$

Donde

C_d= Concentración medida de la descarga

Q_d= Caudal de la descarga

C_r= Concentración medida del cuerpo receptor aguas arriba

Q_r= Caudal del cuerpo receptor aguas arriba

Diferencia de concentraciones medidas del cuerpo receptor:

$$C_{mrb} - C_{mra}$$

Donde

C_{mrb}= Concentración medida del cuerpo receptor aguas abajo

C_{mra}= Concentración medida del cuerpo receptor aguas arriba

Diferencia de concentraciones estimadas del cuerpo receptor

$$= C_{ecb} - C_{mca}$$

Donde

C_{ecb}= Concentración estimada del cuerpo receptor aguas abajo

C_{mca}= Concentración medida del cuerpo receptor aguas arriba

6.7.6. Aplicación de diseño estadístico

Los métodos estadísticos para el análisis de la información fueron:

- **Estadística descriptiva:**

Se utilizó para tabular, representar y comparar datos de calidad de agua en cada uno de los puntos de muestreo como lo son captación, piscinas y descargas.

- **Correlación de Pearson**

La correlación aplicada al 5 % se aplicó con el propósito de identificar la influencia del proceso productivo en la calidad ambiental, para el efecto se compararon con este método estadístico las variables rentabilidad neta, relación entre volumen de producción y uso del agua, relación entre rentabilidad e ingreso neto, relación entre caudal utilizado y caudal disponible y variación en la calidad de agua del receptor por efecto de la descarga. Para el cálculo de los valores se utilizó el programa Microsoft Excel.

6.7.7. Manejo de la investigación

En el gráfico 4 se resume a manera de flujograma cada una de las etapas desarrolladas en el proceso investigativo realizado.

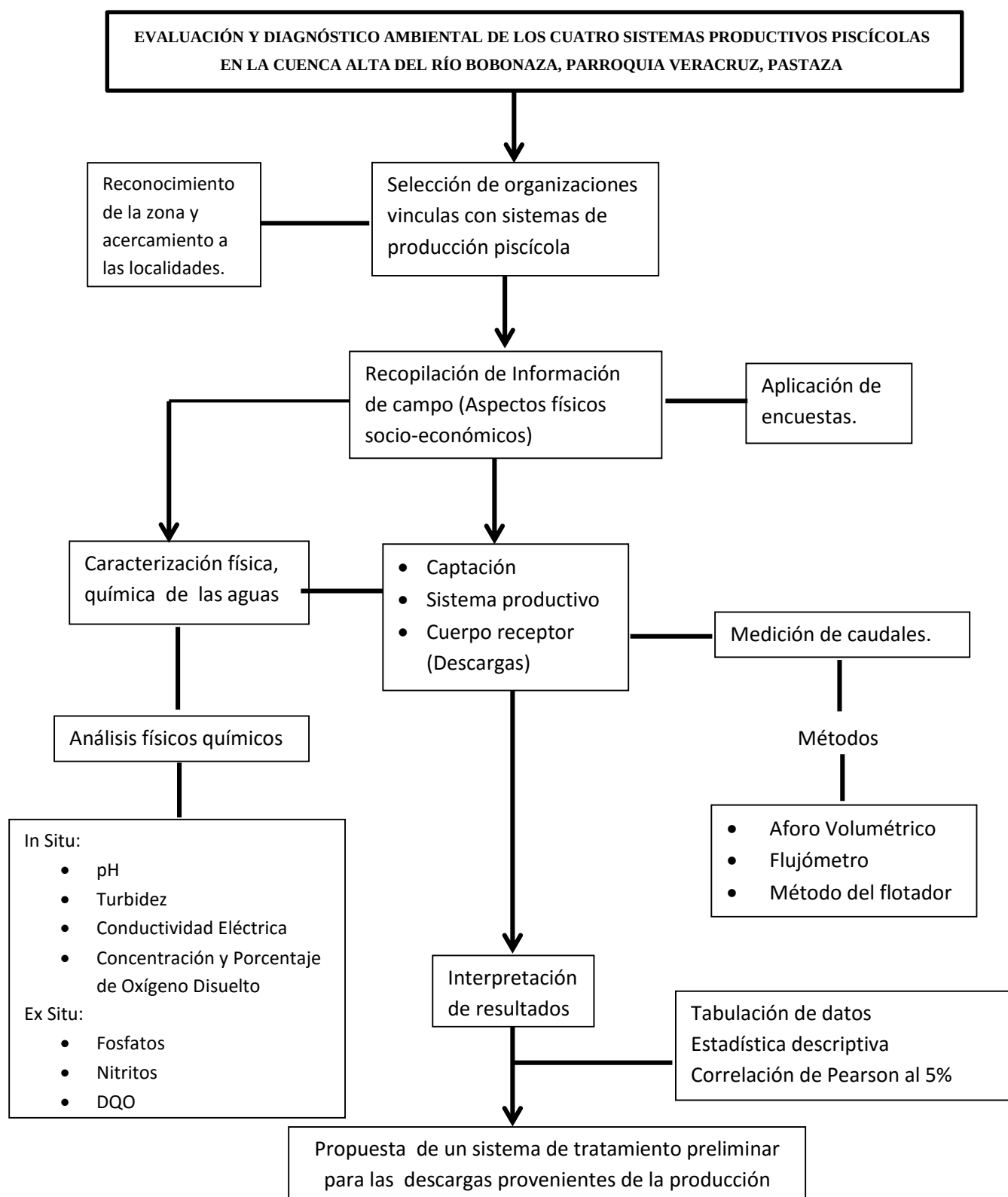


Gráfico 4 Flujograma del proceso de investigación desarrollado.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. Determinación de las características hidrológicas en los cuatro puntos muestreados

Las características hidrológicas en cada uno de los sectores determinados varían, lo cual depende de su procedencia o de su origen. Como podemos ver las cuatro organizaciones tienen disponibilidad de agua.

Tabla 4 Procedencia del agua en las diferentes Organizaciones de Cabeceras del Bobonaza

Organización	Procedencia	Ocupación del H2O
Rancho Verde	Estero Guamanyacu y de un pantano S/N	Piscicultura
Pitumsisa	Estero S/N	Piscicultura
Orquídeas de Manduro	Rio S/N	Piscicultura
La Delicia	Manantial S/N en Juan de Velasco	Piscicultura y para la comunidad

Fuente: Elaboración propia del autor

7.2. Caudal de los cuerpos de captación descarga y cuerpos receptores

Se tomaron en cuenta los caudales de alimentación a los cuerpos de captación, descarga y cuerpos receptores, estos fueron medidos en L/seg en dos ocasiones a lo largo de la fase de campo los métodos que se utilizaron para la medición fueron aforo volumétrico, flotador y flujo metro debido a las diferentes condiciones presentes en cada punto de muestreo.

Tabla 5 Valores promedio del caudal de captación, descarga y cuerpos receptores de cada organización.

Organización	Caudales				Unidad
	Captación	Descarga	Cuerpo receptor aguas arriba	Cuerpo receptor aguas abajo	
Rancho Verde	183,3	0,34	41,94	250	L/seg
Pitumsisa	64,63	0,028	4648	6099	L/seg
Orquídeas de Manduro	5,30	2,10	4600	6050	L/seg
La Delicia	9,30	3,22	75	107	L/seg

Fuente: Propia del autor

De acuerdo a los resultados obtenidos en el caudal de la captación total de cada sistema productivo la organización que cuenta con un caudal más bajo es La Delicia y la que cuenta con el caudal más alto es Rancho Verde debido a su proveniencia tomando en cuenta que su captación está formada por dos ingresos del líquido.

7.3. Aspectos productivos de las organizaciones

Se tomó en cuenta la relación entre aspectos técnicos, económicos e hídricos, los cuales están detallados en las Tablas 6, 7, 8, y 9 respectivamente.

Tabla 6 Aspectos de manejo técnico en 4 organizaciones piscícolas de Cabeceras del Bobonaza.

Organización	Duración del ciclo	Número de recambios	Número de alevines	Superficie (m ²)	Fertilizante o Cal (kg)	Balanceado (kg)
Rancho Verde	7	4	6000	1200	100	1500
Pitumsisa	6	4	9000	1600	150	2635
Orquídeas de Manduro	6	5	5000	800	15	900
La Delicia	8	5	5000	600	20	1034

Fuente: Elaboración propia del autor

En la tabla 6 se demuestra que la organización Orquídeas de Manduro y Delicia colocan la misma cantidad de alevines en superficies diferentes por lo tanto la cantidad de balanceado y fertilizante varía dependiendo de la duración del ciclo y el número de recambios del mismo en el cual es recomendable colocar 5 peces por m² para una buena producción (SENA, 2008). Otros factores que pudieron haber incidido en el cambio de las variables es la repetitividad de la cantidad y frecuencia de alimentación con la que se asocia el desarrollo del pez (MAG, 2011). A diferencia de Rancho Verde y Pitumsisa que colocaron cantidades diferentes en ciclos diferentes realizando el mismo número de recambios de agua, esto se podría deberse a los recambios se realizan a partir de los dos meses de colocados los alevines cada 15 días (FAO, 2011) y se puede ver en la tabla el ciclo de duración varió con un mes, mientras que las otras variables fueron diferentes.

Tabla 7 Aspectos técnicos y económicos del proceso productivo en cuatro organizaciones, Cabeceras del Bobonaza

Organización	Variables						Ingreso Neto(\$)
	Duración del ciclo productivo (meses)	Proveniencia de insumos	Volumen de la producción kg	Destino de la producción	Costos de producción y comercialización (\$)	Ingresos por ventas (\$)	
Rancho Verde	7	Acuatilsa	1500	Local Propio en Puyo	1900	2975	1075
Pitumsisa	6	Acuatilsa	2272	Mercados locales del Puyo y Local propio	2078	3509	1431
Orquídeas de Manduro	6	Acuatilsa	1136	Mercado de los Plátanos (Puyo)	1690	1917	227
La Delicia	8	Acuatilsa	954	Mercado de los Plátanos (Puyo)	1308	1431	123

Fuente: Elaboración propia del autor

En la tabla 7 se observa que las organizaciones Pitumsisa y Orquídeas de Manduro su ciclo duró el mismo tiempo, obteniendo diferentes producciones esto se ve reflejado en los costos de producción y por ende en el ingreso neto donde las dos organizaciones presentan un ingreso positivo. Mientras que las organizaciones Rancho Verde y La Delicia presentan diferentes ciclos de producción y por lo tanto las demás variables

varían por la cantidad de alevines colocados. Podemos ver que la organización La Delicia presenta un ingreso neto inferior a las diferentes organizaciones. Esto se ve reflejado en el volumen de producción, teniendo en cuenta que dicha organización colocó la misma cantidad de alevines que la organización Orquídea de Manduro, sin embargo la anterior mencionada obtiene un ingreso neto superior. Esto se pudo haber dado por la existencia de falencias en el proceso de producción, como pueden ser preparación del estanque, fertilización, alimentación y mantenimiento de la misma (González, et al., 2004).

Otro de los factores que pudo afectar para que el ingreso neto sea bajo pudo haber sido el precio final del producto en la comercialización.

Tabla 8 Influencia del recurso hídrico en el proceso productivo

Organización	Rentabilidad neta(USD)	Relación entre volumen de producción y uso del agua(kg/m ³)	Relación entre rentabilidad e ingreso neto	Relación entre caudal utilizado y caudal disponible
Rancho Verde	0,98	3,44	0,0009	0,008
Pitumsisa	0,68	4,44	0,0005	0,31
Orquídeas de Manduro	0,11	1,34	0,0004	0,63
La Delicia	0,09	1,93	0,0007	0,15

Fuente: Elaboración Propia del autor

En la tabla 8 se identifica que la rentabilidad neta alta en la organización Rancho Verde con un valor de 0,98, lo cual se ve reflejando en la variable relación entre rentabilidad e ingreso neto, mientras que la variable relación entre volumen de producción y uso del agua no se refleja en las ya mencionadas esto se puede haber dado debido a un manejo técnico con falencias viéndose reflejado en la variable relación entre caudal utilizado y caudal disponible donde su uso es mínimo a diferencia de las demás organizaciones (Marcillo, 1996). A diferencia de la organización La Delicia la cual presenta el menor valor de rentabilidad neta, reflejado en las variables relación entre volumen de

producción y uso del agua y relación entre rentabilidad e ingreso neto sin embargo en la variable relación entre caudal utilizado y caudal disponible podemos ver que es la organización que cuenta con un mayor caudal usado en el ciclo productivo esto se pudo haber dado a los recambios innecesarios de agua en todo el ciclo productivo teniendo en cuenta que se realiza los mismos a partir de los dos primeros meses cada 15 días (FAO, 1997).

Tabla 9 Coeficiente de correlación entre variables de manejo técnico

Variables:	Relación entre volumen de producción y uso del agua	Relación entre rentabilidad e ingreso neto	Relación entre caudal utilizado y caudal disponible
Rentabilidad neta(USD)	0,8207**	-0,2182ns	-0,7041**
Relación entre volumen de producción y uso del agua		-0,0099ns	-0,8000**
Relación entre rentabilidad e ingreso neto	-0,0099ns		-0,6197**

Fuente: Elaboración propia del autor

ns No significativo **Altamente significativo

En la Tabla 9 se observa una correlación altamente significativa de forma directa entre las variables “Relación entre rentabilidad ” y “ Relación entre volumen de producción y uso del agua”, (0,8207) lo cual indicaría que a medida que la producción incrementa la rentabilidad neta es positiva esto se ve reflejando en la organización Rancho Verde la cual cuenta con la rentabilidad neta más alta a diferencia de las demás, sin embargo Pitumsisa cuenta con un volumen de producción más alta pero su rentabilidad es inferior. Esto se puede haber dado por la variación en los precios de comercialización de cada organización (INFOPESCA, 2006), mientras que las siguientes variables presentan una correlación de forma inversa entre la variables “Rentabilidad neta, Relación entre volumen de producción y uso del agua, Relación entre rentabilidad e ingreso neto ” con

la variable “ Relación entre caudal utilizado y caudal disponible” lo que nos da a entender que mientras existe un manejo inadecuado del recurso agua tanto la rentabilidad, la producción y por ende el ingreso neto disminuyen, lo cual se ve reflejado en la organización La Delicia, es decir mientras el volumen de producción disminuye la rentabilidad baja esto se ve reflejado en la organización (Wiefels, 2005).

7.4. Determinación de la calidad del agua (parámetros físicos y químicos)

En las Tablas 10, 11, 12 y 13 se presentan los valores obtenidos mediante análisis fisicoquímicos de cada una de las organizaciones estudiadas, tanto para la captación, sistema productivo, descarga y cuerpos receptores.

Los datos íntegros tomados durante los cuatro meses se presentan en los Anexos 3, 4, 5 y 6 dependiendo de cada organización.

Tabla 10 Promedio de los parámetros físicos y químicos en muestras de agua en la organización Rancho Verde

LUGAR	pH	Temperatura °C	Oxígeno disuelto mg/L	Oxígeno disuelto %	Conductividad µs/cm	Turbidez cm	Nitritos mg/L	DQO mg/L	Fosfatos mg/L
Captación	7,1	24,0	7,9	99	25		0,034		0,113
Producción	7,0	28,1	7,1	97	47	39	0,031		0,115
Descarga	6,8	23,5	5,8	77	70		0,048	112	0,37
C.R.A.Ar	6,9	22,3	8,2	101	39		0,047	262	0,25
C.R.A.Ab	7,1	21,9	7,6	96	21		0,051	154	0,11

Fuente: Elaboración propia del autor

** C.R.A.Ar (Cuerpo receptor aguas arriba)

**C.R.A.Ab (Cuerpo receptor aguas abajo)

Tabla 11 Promedio de los parámetros físicos y químicos en muestras de agua en la organización Pitumsisa

LUGAR	pH	Temperatura °C	Oxígeno disuelto mg/L	Oxígeno disuelto %	Conductividad µs/cm	Turbidez cm	Nitritos mg/L	DQO mg/L	Fosfatos mg/L
Captación	6,9	24,5	7,9	95	28		0,039		0,095
Producción	7,0	28,5	3,2	44	65	42	0,050		0,265
Descarga	7,0	28,2	6,7	82	55		0,043	97	0,268
C.R.A.Ar	7,21	23,2	7,9	94	41		0,061	68	0,13
C.R.A.Ab	7,26	23,6	8,1	99	53		0,054	94	0,52

Fuente: Elaboración propia del autor

** C.R.A.Ar (Cuerpo receptor aguas arriba)

**C.R.A.Ab (Cuerpo receptor aguas abajo)

Tabla 12 Promedio de los parámetros físicos y químicos en muestras de agua de la organización Orquídeas de Manduro

LUGAR	pH	Temperatura °C	Oxígeno disuelto mg/L	Oxígeno disuelto %	Conductividad µs/cm	Turbidez cm	Nitritos mg/L	DQO mg/L	Fosfatos mg/L
Captación	6,8	24,8	8,7	110	13		0,046		0,193
Producción	7,8	26,7	7,4	95	26	23	0,044		0,185
Descarga	7,1	26,9	5,0	63	27		0,105	163	0,338
C.R.A.Ar	7,4	22,9	8,2	97	37		0,063	109	0,23
C.R.A.Ab	7,4	22,6	8,2	101	38		0,055	88	0,33

Fuente: Elaboración propia del autor

** C.R.A.Ar (Cuerpo receptor aguas arriba)

**C.R.A.Ab (Cuerpo receptor aguas abajo)

Tabla 13 Promedio de los parámetros físicos y químicos en muestras de agua de la organización La Delicia

LUGAR	pH	Temperatura	Oxígeno disuelto mg/L	Oxígeno disuelto %	Conductividad µs/cm	Turbidez cm	Nitritos mg/L	DQO mg/L	Fosfatos mg/L
		°C							
Captación	7,4	23,4	8,6	122	115		0,034		0,420
Producción	6,9	24,4	5,3	82	88	29	0,125		0,165
Descarga	7,1	24,2	6,3	81	93		0,056	103	0,138
C.R.A.Ar	7,05	22,1	8,5	98	44		0,042	110	0,51
C.R.A.Ab	7,43	22,1	8,5	99	46		0,046	74	0,24

Fuente: Elaboración propia del autor

** C.R.A.Ar (Cuerpo receptor aguas arriba)

**C.R.A.Ab (Cuerpo receptor aguas abajo)

En los Gráficos 5 al 33 se presenta, de manera comparativa, los valores de cada uno de los parámetros fisicoquímicos respecto a las organizaciones estudiadas

7.4.1. Temperatura

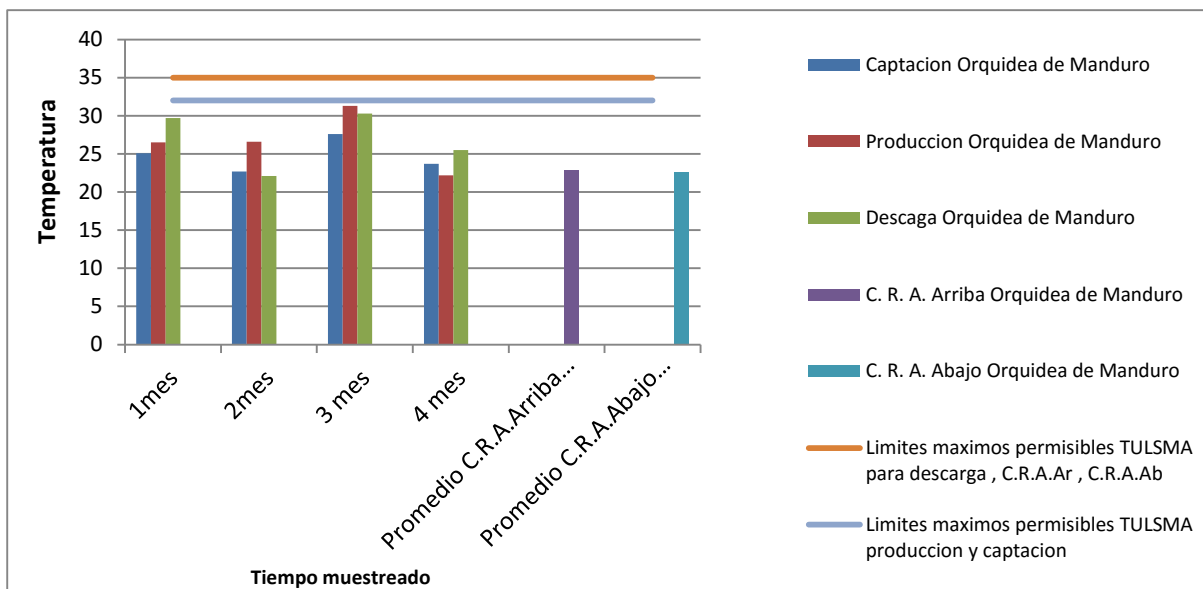


Gráfico 5 Temperatura de la organización Orquídea de Manduro

Fuente: Propia del autor

*C.R.A.Ar: Cuerpo receptor aguas arriba

*C.R.A.Ab: Cuerpo receptor aguas abajo

Los resultados que se obtienen en la Organización Orquídea de Manduro representados en el Gráfico 5, muestran que los valores de temperatura máxima son de 31,3 °C en la producción y 27,6 en la captación. Dichos valores se encuentran debajo del límite máximo permisible de la norma establecida (MAE, 2015) donde se establece que 32°C sea el valor máximo de temperatura dentro de los Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario. En descargas y cuerpos receptores se determinó un valor de 30,3 °C como temperatura máxima correspondiente a la descarga en el tercer mes, encontrándose dentro de los límites permitidos (MAE, 2015) de 35°C como temperatura máxima permisible de acuerdo a la norma de descarga de efluentes a un cuerpo de agua receptor; agua dulce y agua marina. Mientras que en el cuerpo receptor la temperatura oscila entre los 22,9 °C aguas arriba y aguas abajo 22,6 °C. El incremento de la temperatura en la descarga a diferencia del cuerpo receptor en el mismo mes se pudo haber dado por su lugar de ubicación ya que se encuentra en un lugar libre de cobertura vegetal a

diferencia del cuerpo receptor quien se encuentra rodeado de cobertura vegetal (CENDEPESCA, 2008). Otro de los factores que pudo haber influido en el incremento de la temperatura en la descarga, es la temperatura que se presentó en el mismo mes en el sistema de producción lo cual se pudo haber dado por la radiación solar de forma directa hacia los sistemas de producción (NICOVITA, 1998) mientras que la diferencia de la temperatura en su captación es menor. Sin embargo, el escaso caudal de descarga altera muy poco la temperatura del cuerpo receptor.

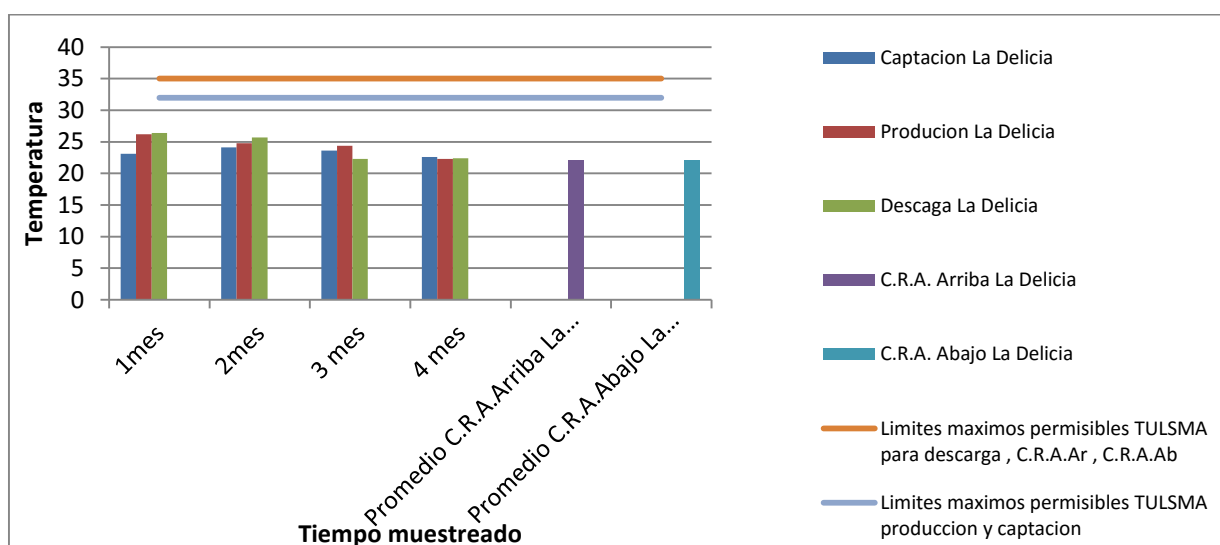


Gráfico 6 Temperatura de la Organización La Delicia

Fuente: Elaboración propia del autor

Los resultados que se obtuvieron en la organización La Delicia que se encuentran en el Gráfico 6 tenemos que el valor de la temperatura máxima en la producción es de 26,2°C, mientras que la temperatura máxima en la captación es de 24,1°C. Encontrándose dentro de los límites establecidos por la norma (MAE, 2015) donde indica que la temperatura es de 32°C de acuerdo a los criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario. En la descarga, cuerpo receptor aguas arriba y cuerpos receptor aguas abajo encontramos que la temperatura mayor está en el primer mes muestreado de la descarga alcanzando un valor de 26.4°C, mientras que el cuerpo receptor tanto aguas arriba como abajo alcanza los 22°C como máximo. Encontrándose dentro de los límites permitidos (MAE, 2015), de 35°C como temperatura máxima de acuerdo a la norma de descarga de efluentes a un cuerpo de agua receptor: agua dulce y agua marina.

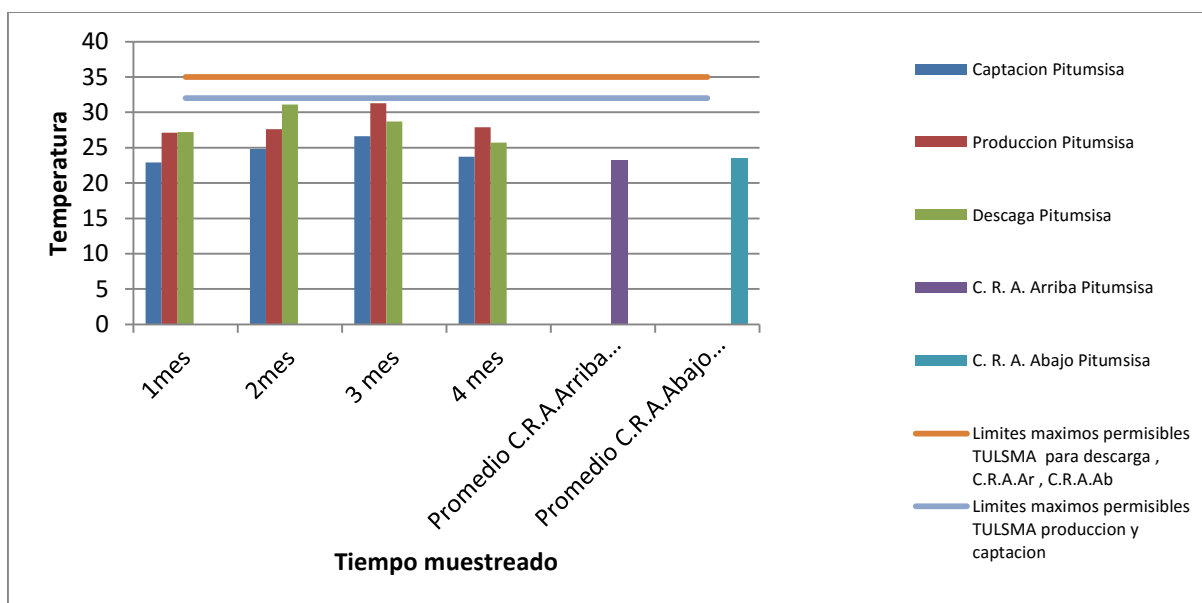


Gráfico 7 Temperatura de la organización Pitumsisa

Fuente: Elaboración propia del autor

En la organización Pitumsisa representados en el Gráfico 7 tenemos que la temperatura máxima es de 31,3 °C en la producción correspondiente al tercer mes, mientras que en la captación presenta una temperatura máxima en el tercer mes de 26,6 °C, de acuerdo a la norma aplicada podemos ver que se encuentran dentro los límites máximos permisibles de 32°C (MAE, 2015) de acuerdo a los criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario. La variación de temperatura del sistema de producción con la captación en el tercer mes se pudo haber dado por la falta de aireación es ese mes lo que conlleva al incremento de la misma, otra de las razones pudo haber sido la realización de recambios de agua continuos ayudando así a mantener una temperatura idónea para la crianza de los peces (Castelló, 1993). Mientras que en la descarga y cuerpos receptores la temperatura alcanza un nivel máximo de 31,1°C en la descarga correspondiente al segundo mes mientras que en el cuerpo receptor tanto aguas arriba y aguas abajo alcanza los 23°C como máximo. Encontrándose dentro de los límites permitidos por la norma aplicada (MAE, 2015) que es de 35°C de acuerdo a la norma de descarga de efluentes a un cuerpo de agua receptor: Agua dulce y agua marina. Mediante los resultados podemos ver que la descarga presenta valores superiores, sin embargo los

mismos no afectan al cuerpo receptor, conociendo que un incremento de temperatura puede ocasionar problemas en la vida acuática presente (Martins, 1994).

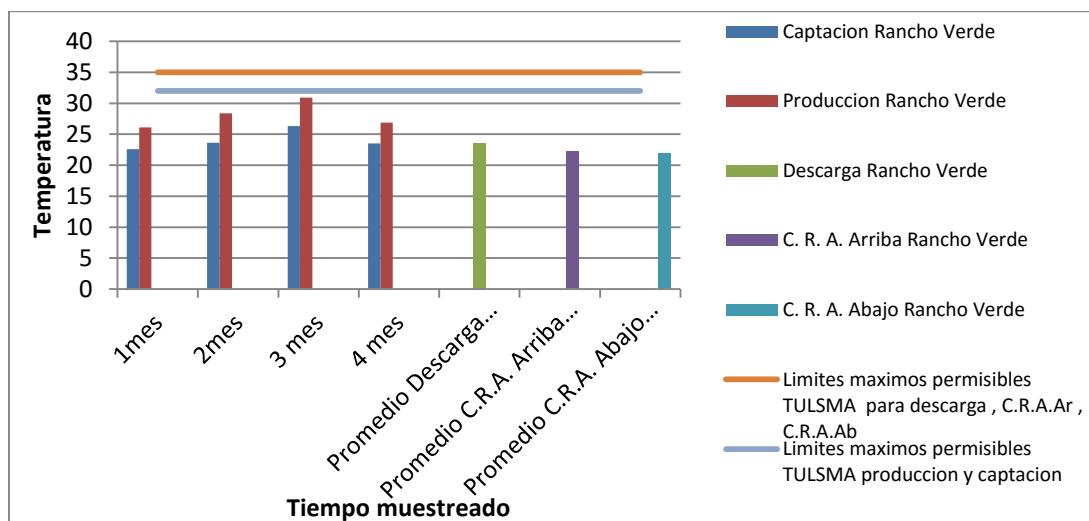


Gráfico 8 Temperatura de la organización Rancho Verde

Fuente: Elaboración propia del autor

En la organización Rancho Verde presentada en el Gráfico 8, la temperatura máxima en el cuerpo de captación tiene un valor de 26,3°C que corresponde al tercer mes muestreado y el sistema productivo presenta un valor de temperatura máxima de 30,9°C que corresponde al mismo mes. El incremento de temperatura en ese mes en el cuerpo receptor se pudo haber dado por una clasificación de peces que se realizó en ese mes y por ende la entrada de agua disminuyó ayudando así al incremento de la misma por falta de oxigenación (Aznar, 2000). Conociendo que la tilapia puede sobrevivir a temperaturas altas sin embargo lo mismo ocasiona problemas como el retardo en el crecimiento, perjudicando así la producción total (EMBRAPA, 2000). Sin embargo no supera los límites establecido por la normativa vigente (MAE, 2015) que es de 32°C la temperatura máxima de acuerdo a los Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario. Los valores presentados en la producción no afectaron a la descarga ya que la misma presenta como temperatura máxima 23,5°C, tanto así que en el cuerpo receptor disminuye a 22,3°C en aguas arriba mientras que en aguas abajo alcanza los 21,9°C, esto se pudo haber dado por el tamaño de caudales al momento de ingresar al cuerpo receptor cita. Encontrándose dentro de los límites permitidos por la norma aplicada

(MAE, 2015) que es de 35°C de acuerdo a la norma de descarga de efluentes a un cuerpo de agua receptor: Agua dulce y agua marina.

7.4.2. pH

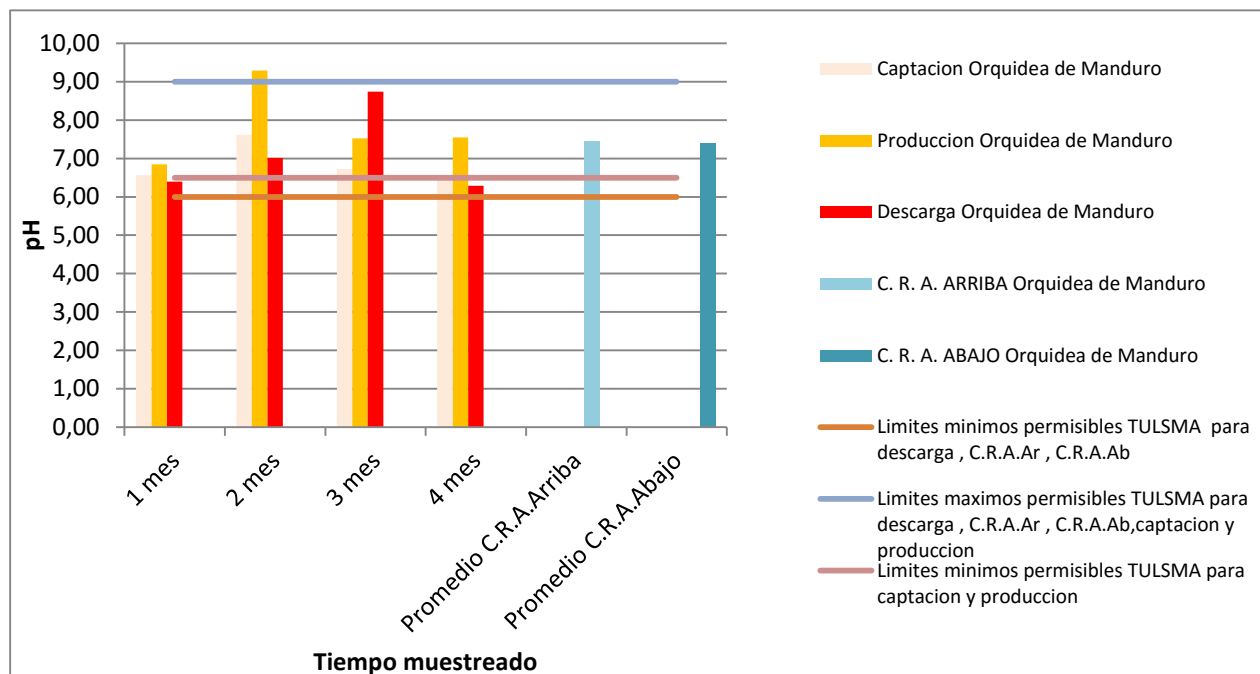


Gráfico 9 pH en la organización Orquídea de Manduro

Fuente: Elaboración propia del autor

El Gráfico 9 de la organización Orquídea de Manduro, presenta valores de pH en la captación que alcanza los 7,61 de pH perteneciendo al segundo mes, en el sistema productivo presenta un pH elevado de 9,29 este valor excede de los límites permisibles de acuerdo a la norma aplicada donde indica (MAE, 2015) el pH mínimo es de 6,5 y máximo de 9 de acuerdo a los criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario. Conociendo que por debajo de los 6 el pH es ácido y sobre los 7 tiende a básico (Crespo, 2005). Un incremento o disminución del pH puede ocasionar en los peces la lentitud en el crecimiento de los peces, letargia, inapetencia (Crespo, 2005). Tomando en cuenta que el pH adecuado para una correcta producción en la tilapia es de 6.5 y 9.0, permitiendo así una secreción de mucus en la piel lo cual ayuda a prevenir la contracción de enfermedades en los mismos (Popma, 1994). El incremento del pH se pudo haber dado por el tipo de suelo en donde se encuentra los sistemas de producción, tomando en cuenta que son arcillosos los cuales ayudan a que el pH se incremente, o a

su vez un incremento innecesario de cal en la misma (DINARA, 2010). Sin embargo en los siguientes meses el pH ya disminuye debido a los recambio continuos de agua necesarios en este tipo de suelo y para un crecimiento adecuado de los mismo, conociendo que se debe realizar los mismos a partir de los dos meses cada quince días cita, encontrándose así dentro de los límites de la norma aplicada (MAE, 2015). El pH en la descarga y cuerpos receptores el pH es de 7,44 en el cuerpo receptor aguas arriba y en el cuerpo receptor aguas abajo 7,4 de pudiendo ver que la afectación al cuerpo receptor es mínima por efectos de la descarga directa al cuerpo receptor. Encontrándose dentro del límite establecido por la norma aplicada (MAE, 2015) de un pH máximo de 9 de acuerdo a la norma de descarga de efluentes a un cuerpo de agua receptor: agua dulce y agua marina. Conociendo que la descarga es expulsada al mismo sin tratamiento previo lo cual incrementa el valor de los parámetros (Abarca, 2002).

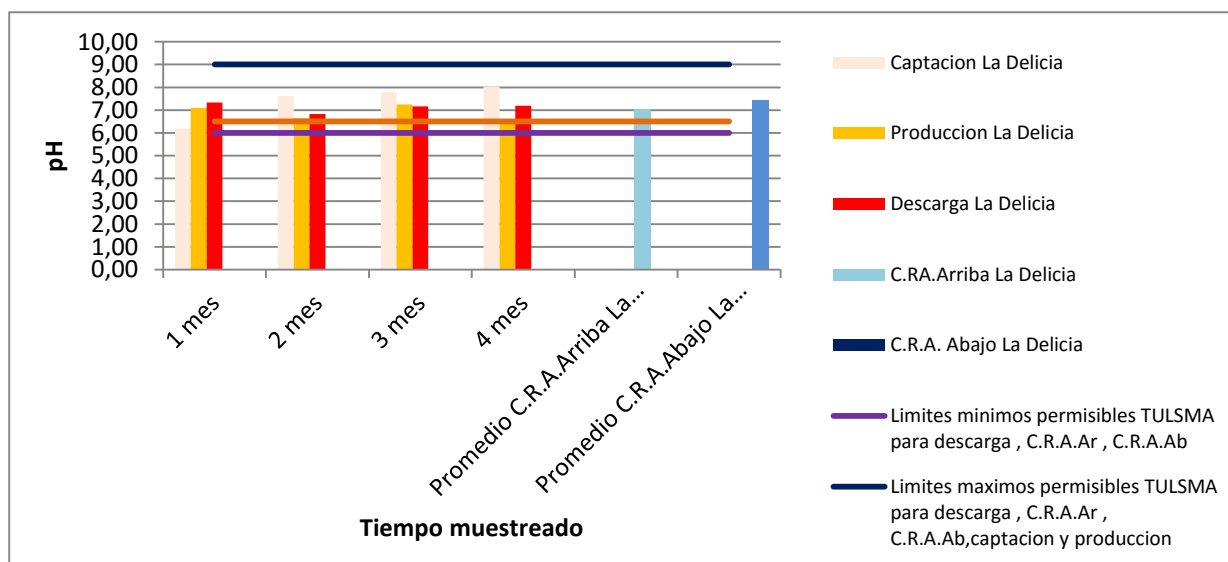


Gráfico 10 pH en la organización La Delicia

Fuente: Elaboración propia del autor

Los resultados que se obtuvieron en el Gráfico 10 del pH, en la captación tenemos que el valor mínimo es 6,20 de pH en su primer mes y el valor máximo de pH es 8,03 en el cuarto mes. En el sistema de producción el pH mínimo es de 6,61 en el cuarto mes y el máximo es de 7,25 en el tercer mes. Encontrándose dentro de los límites establecidos por la norma aplicada (MAE, 2015) que es de 6,5, el mínimo y 9 el máximo permisible de acuerdo a los Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario. A excepción de la

captación en el primer mes que no alcanza el valor mínimo permisible la disminución de pH pudo ser ocasionada por el lugar de ubicación de la captación tomando en cuenta que el primer mes el muestreo se lo realizo en el lugar de captación, tomando en cuenta que es proveniente de una vertiente en la parte alta de la organización, mientras que los siguientes meses se los realizo en la tubería que se traslada la misma hacia llegar a los estanques, estos factores pudieron incidir en el incremento del pH en los meses siguientes (Glynn, 1999). Sin embargo, no afecto a la producción estos cambios de pH en la captación. El valor del pH en la descarga, cuerpo receptor aguas arriba y cuerpo receptor aguas abajo presentan valores que oscilan desde 6,83 en la descarga hasta 7,43 en el cuerpo receptor indicando un pH neutro. Encontrándose dentro del límite establecido por la norma aplicada (MAE, 2015) de un pH máximo de 9, límites presentes en la norma de descarga de efluentes a un cuerpo de agua receptor: agua dulce y agua marina.

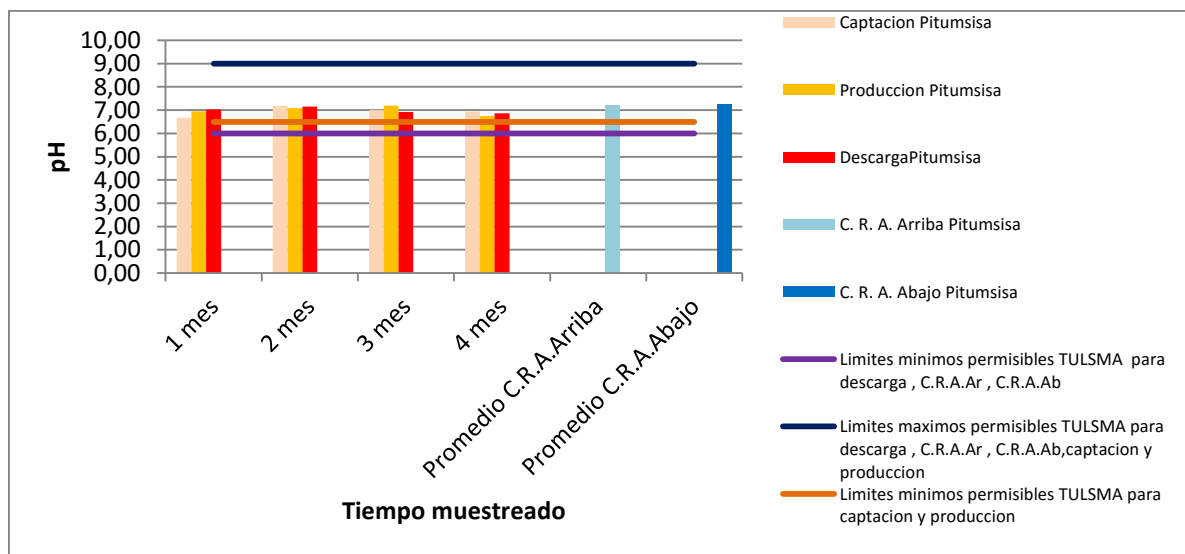


Gráfico 11 pH de la organización Pitumsisa

Fuente: Elaboración propia del autor

La Organización Pitumsisa que se encuentra representada en el Gráfico 11 indica que sus valores del pH en la captación son de 6,67 como mínimo en el primer mes y su máximo es de 7,18 en el segundo mes. Los valores correspondientes del pH al sistema productivo son 6,76 como mínimo en el cuarto mes y el valor máximo es de 7,2 en el tercer mes. Encontrándose dentro de los límites establecidos por la norma aplicada (MAE, 2015) que es de 6,5, el mínimo y 9 el máximo permisible de acuerdo a los

Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario. Los valores de pH en la descarga, presentan valores desde 6,86 como mínimo en el cuarto mes y un máximo de 7,15 en el segundo mes, el cuerpo receptor aguas arriba presenta un pH de 7,21 y el cuerpo receptor aguas abajo presenta en su pH un valor 7,26. Encontrándose dentro del límite establecido por la norma aplicada (MAE, 2015) de un pH máximo de 9, límites presentes en la Norma de descarga de efluentes a un cuerpo de agua receptor: Agua dulce y agua marina.

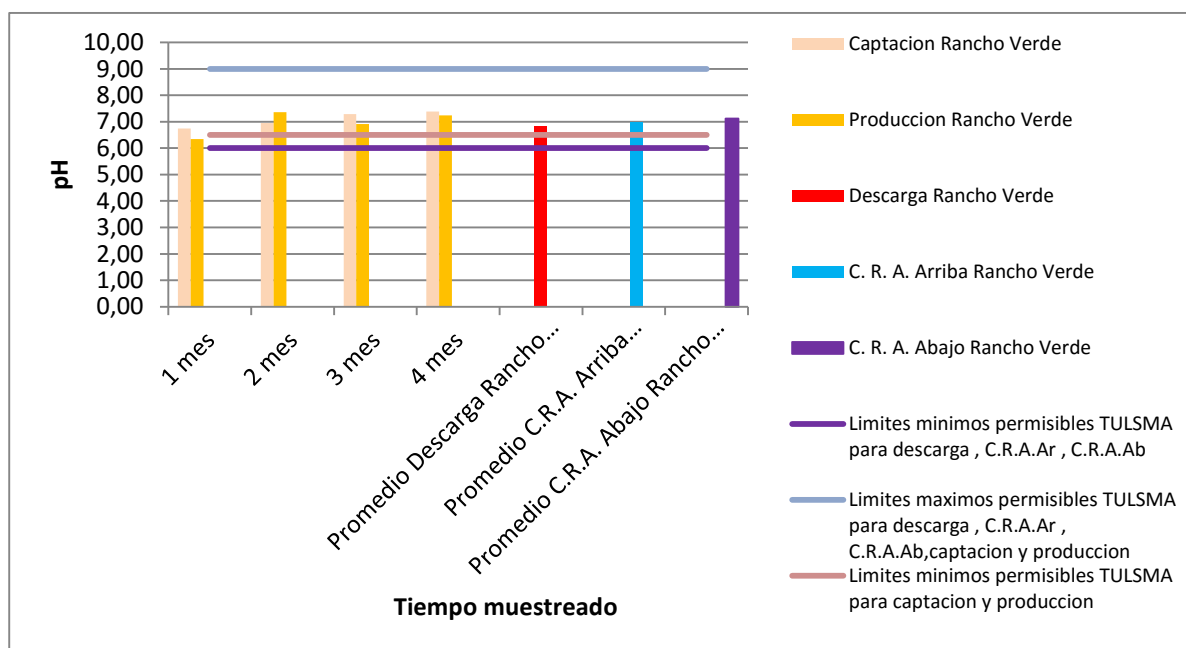


Gráfico 12 pH de la organización Rancho Verde

Fuente: Elaboración propia del autor

El Gráfico 12 de la organización Rancho Verde, presenta valores de pH en su captación su valor mínimo es de 6,74 en el primer mes y su valor máximo corresponde a 7,39 en el cuarto mes. El sistema productivo presenta un valor mínimo de 6,34 en el primer mes y su valor máximo de 7,36 en el segundo mes. Encontrándose por debajo del límite establecido por la norma aplicada (MAE, 2015) que es de 6,5 mínimo y 9 máximo de acuerdo a los criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario. En la descarga, cuerpo receptor aguas arriba y cuerpo receptor aguas abajo el valor del pH es 6,83 en la descarga, y en los cuerpos receptores van desde los 6,99 a 7,12. Es decir que no existe

afectación al cuerpo receptor ya que mediante la normativa aplicada (MAE, 2015) el pH mínimo es de 6 y el máximo de 9 de acuerdo a la norma de descarga de efluentes a un cuerpo de agua receptor: agua dulce y agua marina.

7.4.3. Concentración y saturación de oxígeno disuelto

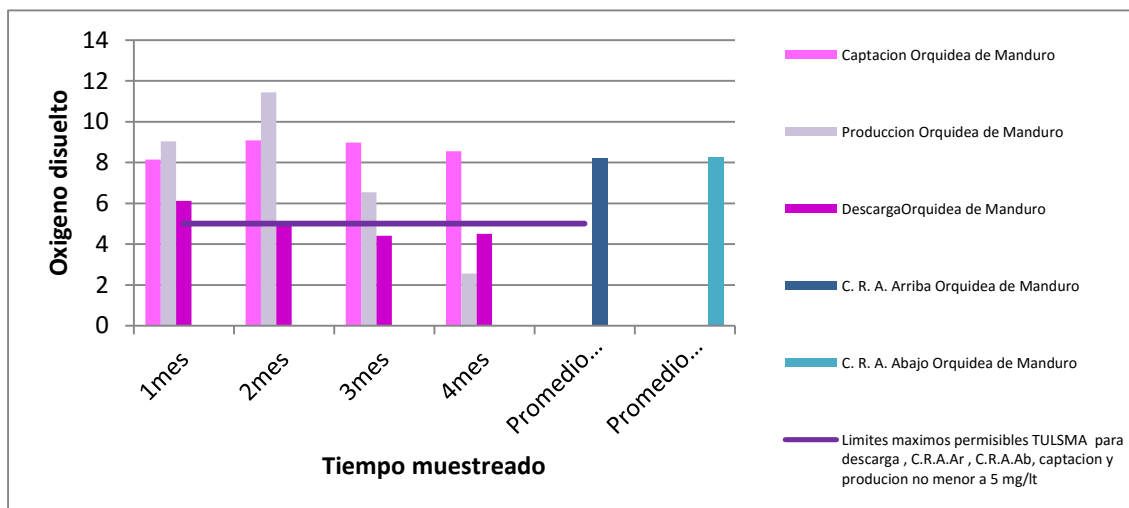


Gráfico 13 Concentración de oxígeno disuelto en la organización Orquídea de Manduro

Fuente: elaboración propia del autor

En el Gráfico 13 se presentan los resultados que pertenecen a la organización Orquídea de Manduro, de la concentración de oxígeno disuelto, en la captación presenta un valor mínimo de 8,14mg/L y 9,09 mg/L como valor máximo. En el sistema productivo muestra un valor mínimo en el cuarto mes de 2,56 mg/L, en el segundo mes presenta un valor máximo de 11.43mg/L. A diferencia del cuarto mes en la producción, tanto captación como producción se encuentra dentro del límite establecido de acuerdo a la norma aplicada (MAE, 2015) el límite establecido es de no menos de 5 mg/L considerando los Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario. La disminución en el sistema productivo de oxígeno disuelto en el segundo mes se pudo haber dado por la falta de aireación en la misma, para lo cual es recomendable usar tipos de aireadores como es la colocación de tubos con una pendiente moderada hacia el estanque con el objetivo de oxigenar el agua (Hurtado, 2005). La falta de oxígeno puede causar incremento de la temperatura en este caso la misma alcanza los 26°C, ocasionando así

la muerte en los peces (Guevara, 1996). La reducción de oxígeno disuelto, ocasiona un problema en la crianza de la tilapia debido a que los peces empiezan a retener su crecimiento. Para una producción correcta el oxígeno debe alcanzar valores superiores a los 4mg/L, valores por debajo del mismo acarrear consigo problemas en la crianza de las tilapias (Borja, 2002). No obstante la tilapia es capaz de sobrevivir a niveles bajos de oxígeno, acarrando consigo dificultades en la producción (LENNTECH, s/f). La descarga presenta un valor mínimo de concentración de oxígeno disuelto de 4,4 mg/L en el tercer mes y 4,5 mg/L en el cuarto mes. El cuerpo receptor tiene un valor que va desde los 8,22 mg/L a 8,24 mg/L. Encontrándose dentro de los límites establecidos de acuerdo a la norma aplicada (MAE, 2015) el límite establecido es de no menos de 5 mg/L. Considerando la norma de descarga de efluentes a un cuerpo de agua receptor: Agua dulce y agua marina. A excepción de la descarga en el tercer y cuarto mes donde sus valores no alcanzan el límite encontrándose por debajo del mismo sin embargo el cuerpo receptor no se ve afectado, esto se pudo haber dado debido a que el agua fluye lentamente hasta llegar al cuerpo receptor recibiendo de forma directa la radiación solar por ende incrementa la temperatura alcanzando los 30°C en los meses mencionados (Sawyer, 1978).

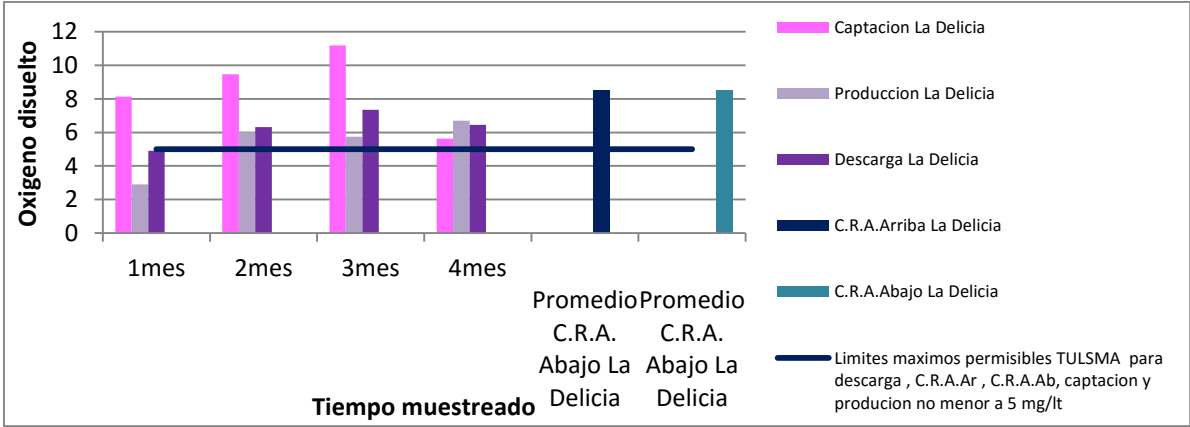


Gráfico 14 Concentración de oxígeno disuelto en la organización La Delicia

Fuente: Elaboración propia del autor.

Los resultados obtenidos en el Gráfico 14 pertenecientes a la organización La Delicia, presentan valores de la concentración de oxígeno disuelto, en la captación presenta un valor mínimo de 5,63 mg/L perteneciente al cuarto mes y el valor máximo de 11,17 mg/L en el tercer mes. En el sistema de producción, la concentración de oxígeno

disuelto presenta un valor mínimo de 2,9mg/L en el primer mes y el valor máximo es de 6,7mg/L en el cuarto mes. Los valores presentados se encuentran dentro del límite establecido (MAE, 2015) que es de no menor a 5mg/L de acuerdo a los criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario. A excepción del sistema productivo en el cuarto mes que se encuentra por debajo del límite en el primer mes muestreado lo cual tiene relación con la temperatura ya que la misma presenta el valor más alto durante todo el tiempo muestreado que es de 26,2°C, conociendo que el incremento de la temperatura disminuye el oxígeno disuelto (Peña, 2007). Valores bajos de oxígeno disuelto, convierten el agua no apta para desarrollar vida (Bocek, sf). La concentración de oxígeno disuelto en la descarga presenta valores que va desde 4,9 mg/L como mínimo hasta los 7,35 mg/L como máximo, lo mismo ocurre con el cuerpo receptor tanto aguas arriba y abajo que superan los 8 mg/L, encontrándose dentro del rango aceptable. De acuerdo a la norma aplicada (MAE, 2015) el límite establecido es de no menos de 5 mg/. Considerando la norma de descarga de efluentes a un cuerpo de agua receptor: agua dulce y agua marina.

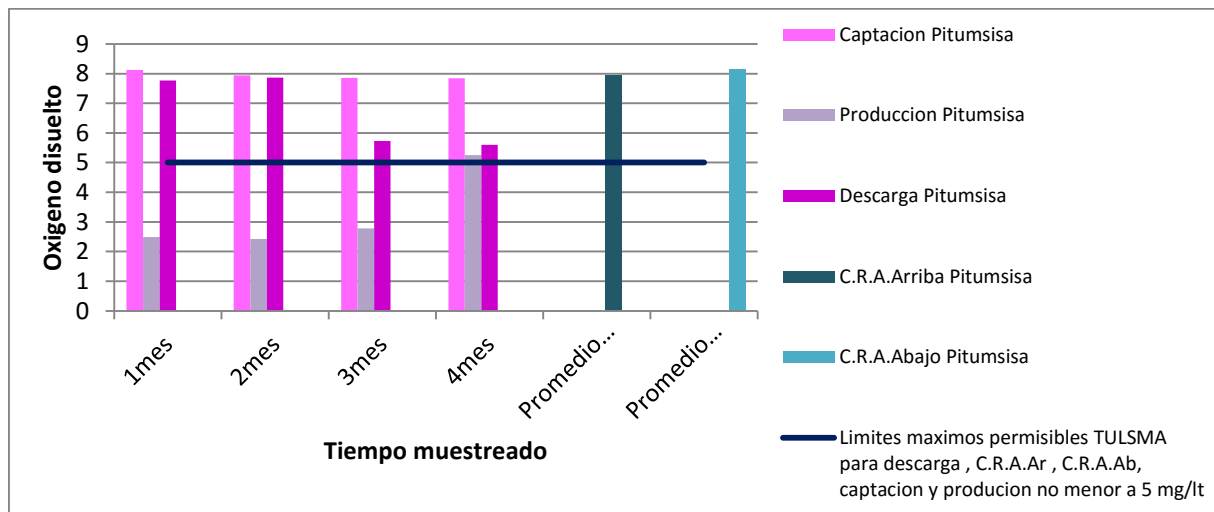


Gráfico 15 Concentración de oxígeno disuelto en la organización Pitumsisa

Fuente: Elaboración propia del autor

En el Gráfico 15 perteneciente a la organización Pitumsisa, la concentración de oxígeno disuelto presenta un valor mínimo en la captación de 7,85mg/L en el cuarto mes muestreado y un valor máximo de 8,13mg/L en el primer mes. En el sistema productivo tanto en el primer, segundo y tercer mes la concentración de oxígeno no alcanza los

3mg/L, mientras que en el cuarto mes se encuentra dentro del límite aceptable (MAE, 2015) el límite máximo permisible es de no menor a 5mg/L de acuerdo a los criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario. La disminución de la concentración de oxígeno disuelto se pudo haber dado por el incremento de la temperatura y por ende la alta de aireación en los mismos como podemos ver en el gráfico 6 los tres primeros meses muestreados presentan temperaturas desde los 27°C hasta los 31°C (Gonzales, 2011). Tomando en cuenta que el suelo en donde se encuentran los estanques es arcilloso y que el contenido de oxígeno disuelto varía de acuerdo a la concentración y estabilidad del material orgánico existente (Franco, 2005). Para un adecuado crecimiento en la tilapia es recomendable que el oxígeno se encuentre sobre los 4mg/L, valores menores al mencionado pueden provocar estrés, originando infecciones patológicas cita. Para mantener un cultivo exitoso de tilapia, es recomendable que los valores de oxígeno disuelto deberían estar por encima de los 4mg/L, valores menores al indicado, reducen el crecimiento e incrementa la mortalidad (Saavedra, 2003). La descarga presenta valores de concentración de oxígeno disuelto de 5,6mg/L como valor mínimo en el cuarto mes y como máximo 7,87mg/L en el segundo mes. Encontrándose dentro del límite establecido por la normativa aplicada (MAE, 2015) que es de no menor a 5mg/L de acuerdo a la norma de descarga de efluentes a un cuerpo de agua receptor: agua dulce y agua marina.

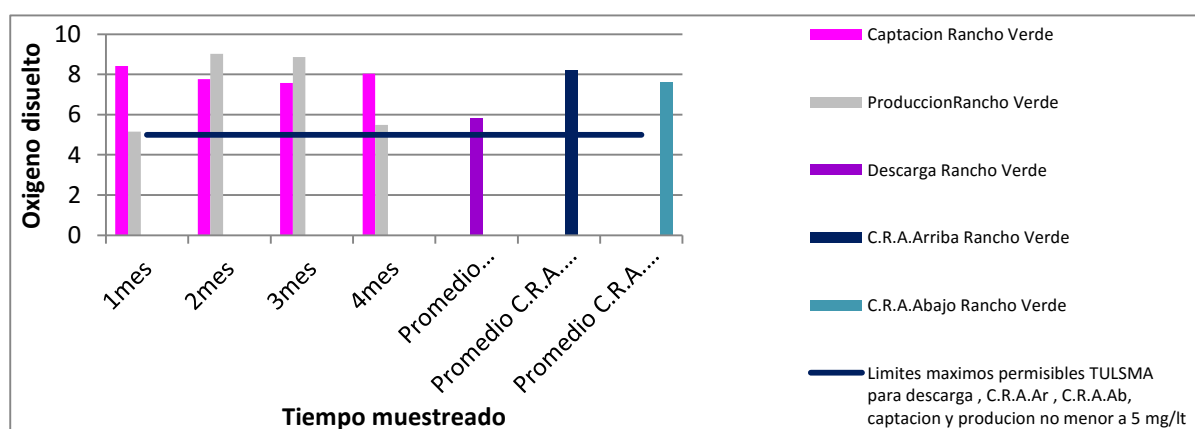


Gráfico 16 Concentración de oxígeno disuelto en la Organización Rancho Verde

Fuente: Elaboración propia del autor

Los resultados obtenidos en el Gráfico 16 perteneciente a la organización Rancho Verde, indican valores de concentración de oxígeno disuelto en el tercer mes de

7,58mg/L como mínimo y un máximo de 8,41mg/L en el primer mes, dichos valores corresponden la captación. Mientras que en la producción la concentración de oxígeno disuelto presenta valores desde 5,15mg/L hasta los 9,03mg/L Encontrándose por debajo del límite establecido. Sabiendo que los límites permisibles establecidos por la norma aplicada (MAE, 2015) son de no menor a 5mg/L, de acuerdo a los Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario. En la descarga y cuerpo receptor los valores resultantes de los cuatro meses muestreados se encuentran dentro del límite establecido por la norma aplicada (MAE, 2015) el límite establecido es de no menos de 5 mg/. Considerando la norma de descarga de efluentes a un cuerpo de agua receptor: agua dulce y agua marina

7.4.4. Conductividad

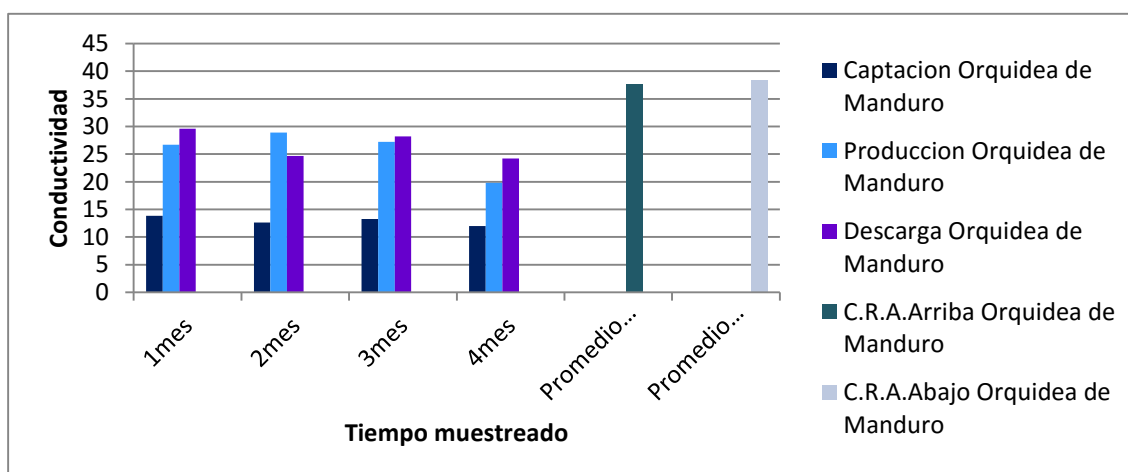


Gráfico 17 Conductividad en la organización Orquídea de Manduro

Fuente: Elaboración propia del autor

Teniendo en cuenta que dentro de la normativa aplicada en esta investigación no se encuentra un límite establecido para el parámetro conductividad, por lo cual se tomó en cuenta otra literatura, y así poder comparar y verificar si se encuentra dentro del límite permisible en los cuatro puntos muestreados. Mediante el gráfico 17 podemos observar que la captación presenta un valor máximo de 13,82 $\mu\text{s}/\text{cm}$ correspondiente al cuarto mes, en la producción el valor máximo se presenta en el segundo mes con 28,9 $\mu\text{s}/\text{cm}$, en la descarga se presenta en el quinto mes con un valor de 358,8 $\mu\text{s}/\text{cm}$, en el cuerpo receptor tanto aguas arriba como abajo el valor promedio se encuentra en un rango de

37 a 38 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Teniendo en cuenta que de acuerdo a la cantidad de sólidos disueltos es posible determinar la salinidad del medio, y con ello la conductividad (Rodier, 1989). La conductividad se la determina como la capacidad que tiene para transportar la corriente eléctrica, su medida da un valor que no está relacionado al número total de iones en solución. Depende también de la temperatura (Rojas, 2009).

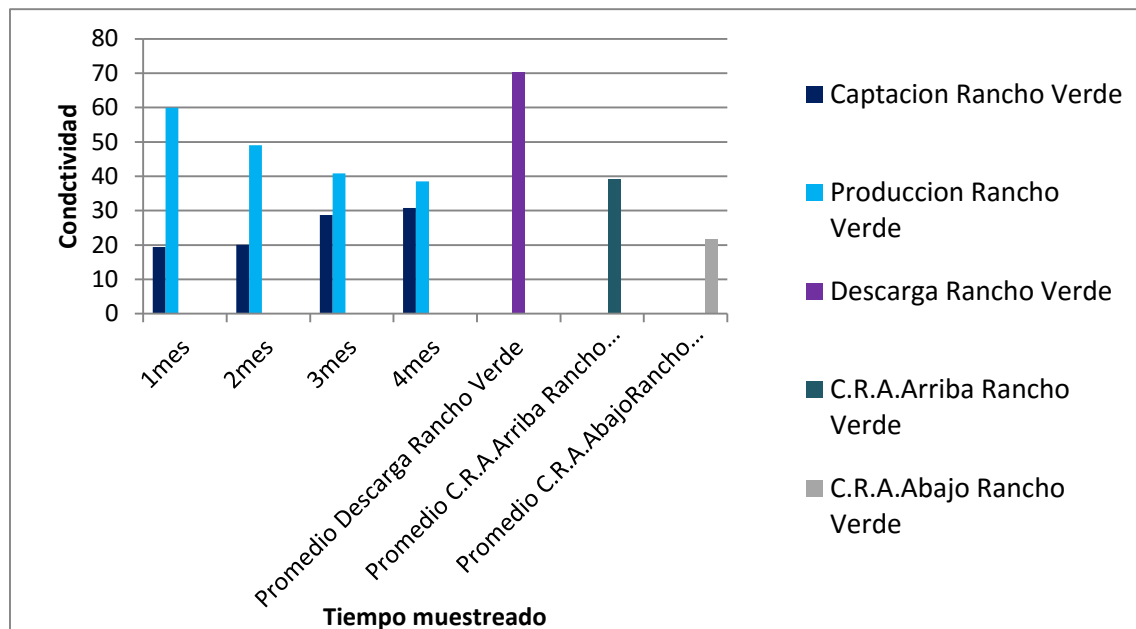


Gráfico 18 Conductividad de la organización Rancho Verde

Fuente: Elaboración propia del autor

Teniendo en cuenta que dentro de la normativa aplicada en esta investigación no se encuentra un límite establecido para el parámetro conductividad, por lo cual se tomó en cuenta otra literatura, y así poder comparar y verificar si se encuentra dentro del límite permisible en los cuatro puntos muestreados. En el gráfico 18 podemos ver que en la captación el máximo valor se encuentra en el cuarto mes con 30,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en la producción se presenta en el primer mes con 59,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en la descarga y cuerpo receptores el valor máximo de conductividad es 70,35 $\mu\text{S}/\text{cm}$ correspondiente a la descarga a diferencia de los cuerpos receptores aguas arriba que presenta un valor de 39,07 $\mu\text{S}/\text{cm}$ mientras que el cuerpo receptor aguas abajo con un valor 21,85 $\mu\text{S}/\text{cm}$. El incremento o disminución de la conductividad depende de la cantidad de sólidos disueltos (Rodier, 1989). La conductividad es considerada como la capacidad de la misma para transportar la corriente eléctrica, su medida da un valor que no está relacionado al número total de iones en solución. Depende también de la temperatura. (Rojas, 2009).

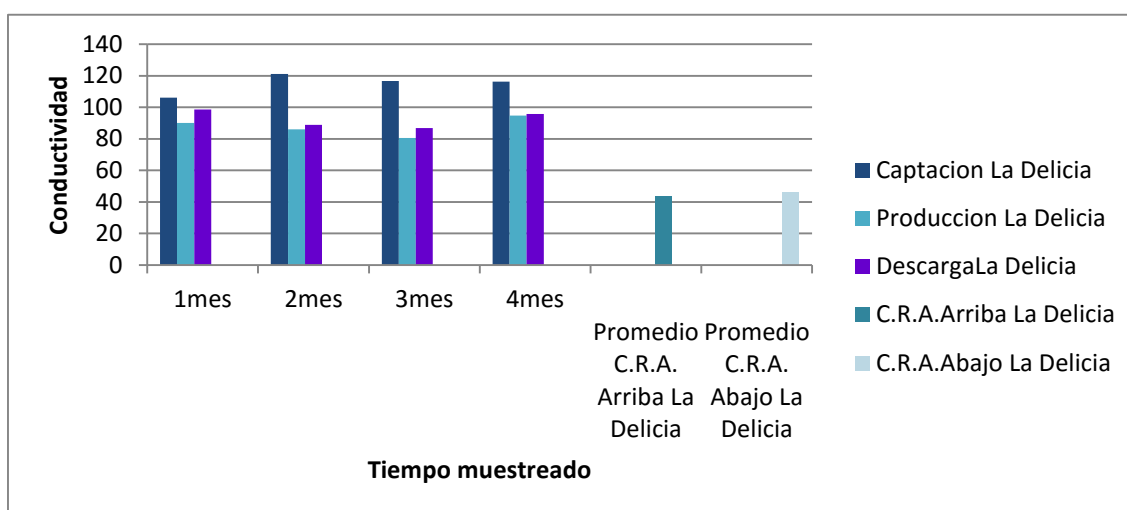


Gráfico 19 Conductividad en la organización La Delicia

Fuente: Elaboración propia del autor.

En este parámetro no nos da un límite permisible para la comparación en este proyecto por lo tanto no se puede comparar y confirmar si estos valores de conductividad están dentro del límite permisible ya sea en los sistemas de captación, producción, descarga como también los cuerpos receptores de las organizaciones piscícolas investigadas. Sin embargo en el segundo mes la conductividad en la captación es más alta con un valor de 121,1µs/cm y la más baja obtiene un valor de 106,16µs/cm en el primer mes, el sistema de producción su valor máximo alcanza una conductividad de 94,8µs/cm correspondiente al cuarto mes y la más baja en el tercer mes con 80,5µs/cm. La descarga presenta una conductividad que van desde los 86,8µs/cm en el tercer mes hasta los 98,7µs/cm en el primer mes. Los cuerpos receptores aguas arriba presenta una conductividad de 43,5µs/cm aumentando en el cuerpo receptor aguas abajo a 46,25µs/cm. Teniendo en cuenta que la cantidad de sólidos disueltos se puede determinar la salinidad del medio, y por ende la conductividad (Rodier, 1989). La conductividad es considerada como la capacidad de la misma para transportar la corriente eléctrica, su medida da un valor que no está relacionado al número total de iones en solución. Depende también de la temperatura (Rojas, 2009).

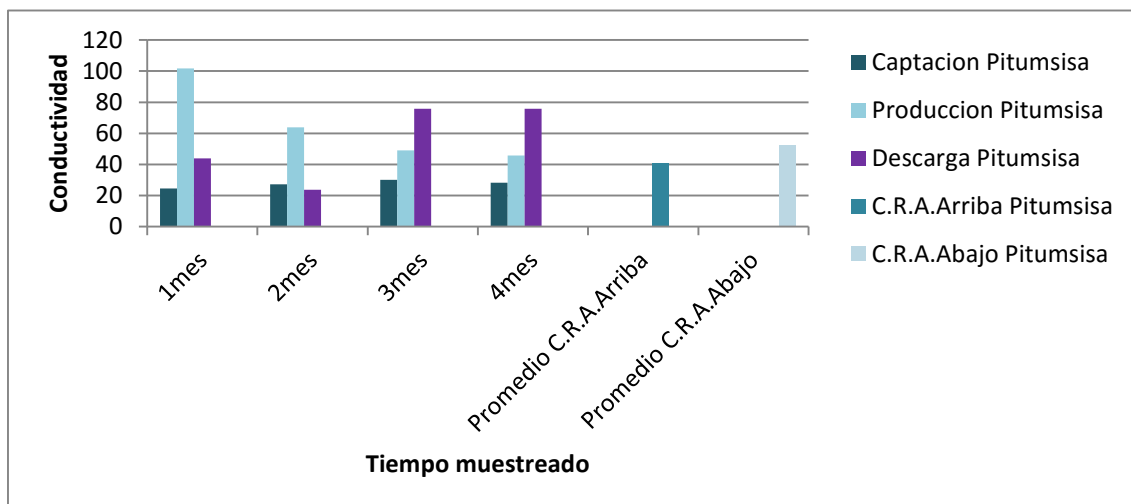


Gráfico 20 Conductividad en la organización Pitumsisa

Fuente: Elaboración propia del autor

Para este parámetro la norma utilizada no presenta valores de la misma donde nos muestren un límite permisible para la comparación en este proyecto, por lo tanto no se puede comparar y confirmar si estos valores de conductividad están dentro del límite permisible ya sea en los sistemas de captación, producción, descarga como también los cuerpo receptores de las organizaciones piscícolas investigadas. Los resultados de conductividad en la captación presenta valores entre los $24,6\mu\text{s}/\text{cm}$ hasta $30,2\mu\text{s}/\text{cm}$ en los meses de investigación, el sistema de producción se obtienen valores mínimo desde los $45,8\mu\text{s}/\text{cm}$ en el 4 mes y un máximo de $101,8\mu\text{s}/\text{cm}$ en el 1 mes, la conductividad en la descarga presentan valores que van desde los $23,7\mu\text{s}/\text{cm}$ a los $75,8\mu\text{s}/\text{cm}$, mientras que el cuerpo receptor aguas arriba es de $40,67\mu\text{s}/\text{cm}$ y en el cuerpo receptor aguas abajo existe un incremento que llega a $52,63\mu\text{s}/\text{cm}$. Teniendo en cuenta que de acuerdo a la cantidad de sólidos disueltos se puede determinar la salinidad del medio, y por ende la conductividad (Rodier, 1989). La conductividad es considerada como la capacidad de la misma para transportar la corriente eléctrica, su medida da un valor que no está relacionado al número total de iones en solución. Depende también de la temperatura (Rojas, 2009).

7.4.5. Turbidez

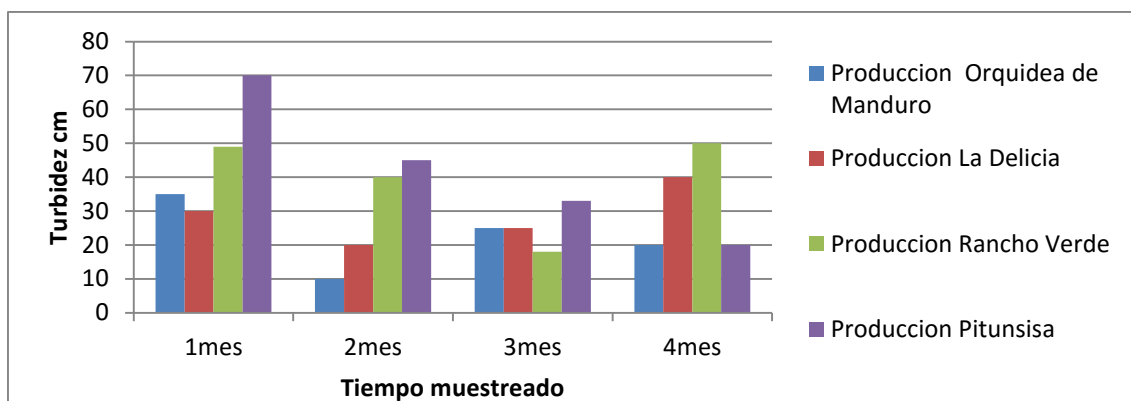


Gráfico 21 Turbidez en la producción de Orquídea de Manduro, Pitumsisa, Rancho Verde y La Delicia,

Fuente: Elaboración propia del autor

De acuerdo a la normativa aplicada para esta investigación, dentro de la misma no se presenta un límite establecido para el parámetro turbidez, por lo que se tomó en cuenta otras literaturas para poder comparar y verificar si se encuentran dentro de los rangos aceptables de las mismas. Conociendo que la turbidez es proveniente de las partículas en suspensión, que en gran parte tiene que ver con la materia orgánica e inorgánica existente en el agua como aceites, grasas, arcillas, arenas, fangos (Marcó, et al., 2004). Como es el caso de Cabeceras de Bobonaza en donde se encuentra ubicada las organizaciones, en donde el suelo está compuesto de arcilla influyendo en gran parte en la turbidez del agua de dichas organizaciones, de acuerdo a (Rojas, 2002) la turbidez ocasionada por partículas de arcilla en suspensión, las cuales actúan como un filtro de los rayos solares afecta la producción del estanque, debido a que la actividad fotosintética del fitoplancton se ve afectada por falta de la luz solar, afectando así a la concentración de oxígeno disuelto.

En el gráfico 21 podemos ver que la organización que presenta mayor turbidez es Pitumsisa en el primer mes muestreado alcanzando los 70 cm mientras que en los meses siguientes la turbidez esta entre los 20 y 45 cm a diferencia de la organización Orquídeas de Manduro que presenta en sus tres últimos meses una turbidez que va desde los 10 cm hasta los 25 cm, lo mismo ocurre con la organización La Delicia que se encuentra en un rango de 20 a 30 cm en los tres primeros meses, en el caso de Rancho

Verde la turbidez disminuye en el tercer mes muestreado alcanzando los 18 cm a diferencia de los demás meses que se encuentran entre los 40 y 50 cm las organizaciones mencionadas se encuentran fuera del rango aceptable, de acuerdo a (Saavedra, 2003), donde menciona que para un adecuado crecimiento de tilapia es recomendable una turbidez de 30 a 45 cm valores inferiores o mayores influyen en el desarrollo de la misma. Conociendo que una de las causas de una alta o baja turbidez es la limitación de capturar el alimento, lo que ocasiona que el mismo se estanque, aumentando así la cantidad de materia orgánica en descomposición lo que ocasiona la pérdida del oxígeno disuelto (OMS, 1998).

Otro de los factores que intervienen en el incremento o disminución de la turbidez es una fertilización adecuada (Arredondo, 1993) menciona que valores por debajo de 30 cm indican una alta turbidez, presentando colores que varían entre verde oscuro o amarillo verdoso, lo que conlleva la disminución en el oxígeno disuelto y muerte de la tilapia. Mientras que valores superiores a 30 cm representan una turbidez baja, haciendo que el agua se torne transparente, y por consiguiente el oxígeno disminuye, atrayendo así varios problemas como el incremento de algas en el fondo de los estanques, siendo una de las causantes del mal sabor en la tilapia (geosmina). Se recomienda es realizar recambio de agua continua hasta alcanzar los valores óptimos de 25 a 30cm para, obtener el color ideal que es un verde claro (Espigares y Fernández, 1999).

7.4.6. N-NO₂

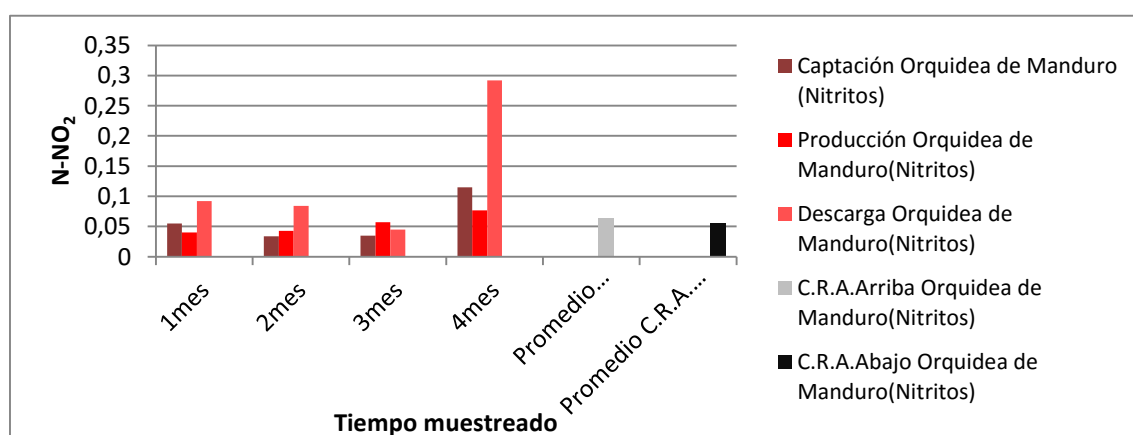


Gráfico 22 N-NO₂ en la Organización Orquídea de Manduro

Fuente: Elaboración propia del autor

Los valores obtenidos de N-NO₂ representados en el Gráfico 22 perteneciente a la organización Orquídea de Manduro, indican que las concentraciones medidas se encuentran dentro del límite establecido de acuerdo a la norma aplicada (MAE, 2015) donde el límite máximo permisible es de 0,2 mg/L en nitritos para captación y producción de acuerdo a los criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario. Las concentraciones de N-NO₂ en la descarga presentan valores que se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma aplicada (MAE, 2015) que son 10mg/L el máximo de acuerdo a la norma de descarga de efluentes a un cuerpo de agua receptor: agua dulce y agua marina. Teniendo en cuenta que los nitritos son otra forma de nitrógeno, estando presentes en los estanques, el origen del mismo se da debido a la oxidación del nitrógeno amoniacal, a la liberación desde el fondo, o a la descomposición de la materia orgánica disponible en el estanque (Orozco, 2005).

Para que los peces se abastezcan de nitrógeno lo hacen por medio de las branquias por difusión, teniendo en cuenta que el mismo es importante como aporte a la productividad primaria en los estanques de peces, sin embargo el exceso de nitrito puede producir mortalidad en los peces debido a su combinación con la hemoglobina (Egna y Boyd, 1997). Para mantener el nitrito en el rango adecuado es recomendable realizar los recambios continuos de agua, evitando así altas concentraciones de amonio provenientes de las heces de los peces (SE, 2006). De acuerdo a (BANCOMEXT, 2006) los límites máximos para N-NO₂ permisibles para un adecuado crecimiento en la tilapia es de 0,1 mg/L. Mientras que (Kubitza y Kubitza, 2000) hace referencia a los límites de descarga considerando que el máximo permisible para es de 10mg/ de nitritos y nitratos.

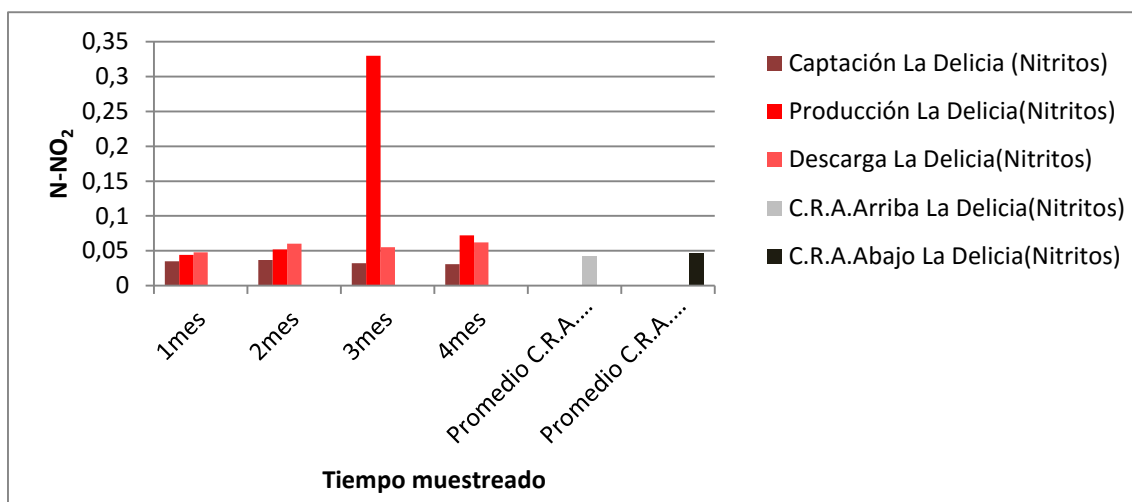


Gráfico 23 N-NO₂ en la Organización La Delicia

Fuente: Elaboración propia del autor

Los resultados representados en el Gráfico 23 sobre los valores obtenidos de N-NO₂ en la organización La Delicia, indican que las concentraciones medidas se encuentran dentro del límite establecido de acuerdo a la norma aplicada (MAE, 2015) donde el límite máximo permisible es de 0,2 mg/L en nitritos para captación y producción de acuerdo a los criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario. A diferencia del tercer mes en donde supera los límites presentando un valor de 0,33mg/L de N-NO₂, el incremento del mismo se pudo haber dado por falta de recambios de agua a tiempo debido a que el amoníaco proveniente de las heces de los peces se estanca en el fondo de mismo ocasionado así un incremento en el valor del N-NO₂ (Patiño y Sierra, 2005), el incremento del N-NO₂ puede causar muerte en los peces, debido a la mescal que realiza con la hemoglobina, conviniéndose en un parámetro toxico (Landines *et al.*, 2005).

Las concentraciones de N-NO₂ en la descarga, cuerpo receptor tanto aguas arriba y abajo presentan valores que se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma aplicada (MAE, 2015) que son 10mg/L el máximo de acuerdo a la norma de descarga de efluentes a un cuerpo de agua receptor: agua dulce y agua marina.

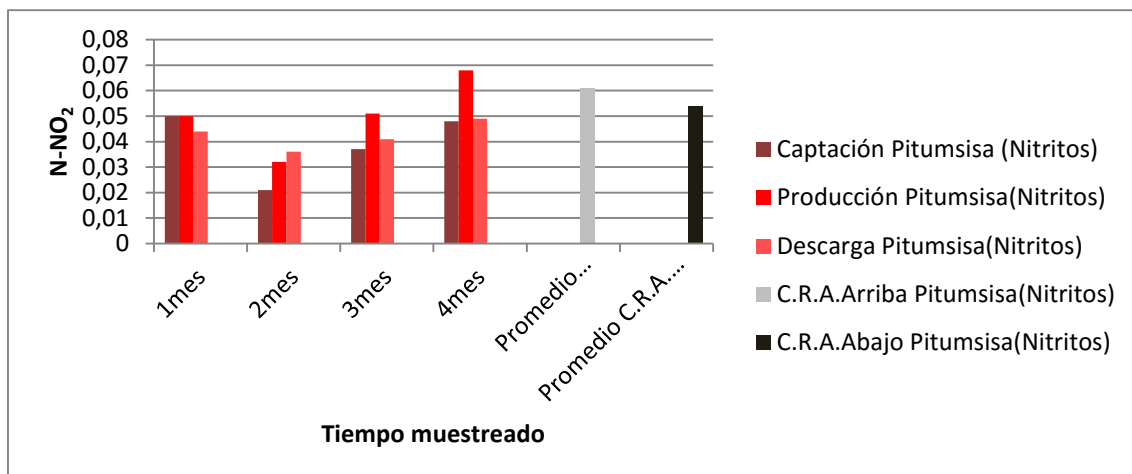


Gráfico 24 N-NO₂ de la Organización Pitumsisa

Fuente: Elaboración propia del autor

Los resultados representados en el Gráfico 24 sobre los valores obtenidos de N-NO₂ en la organización Pitumsisa se encuentran dentro del límite establecido de acuerdo a la norma aplicada (MAE, 2015) conociendo que el máximo permisible es de 0,2 mg/L en nitritos para captación y producción de acuerdo a los criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario. Lo mismo ocurre con la descarga y cuerpo receptor aguas arribas y abajo encontrándose dentro de los límites. De acuerdo a (MAE, 2015) que son 10mg/L el máximo de acuerdo a la norma de descarga de efluentes a un cuerpo de agua receptor: agua dulce y agua marina. Es de vital importancia tener en cuenta que los nitritos son un parámetro de vital importancia por su gran toxicidad y por ser un poderoso agente contaminante, resultantes del proceso de transformación del amoníaco a nitrato (Sweeney, 1997).

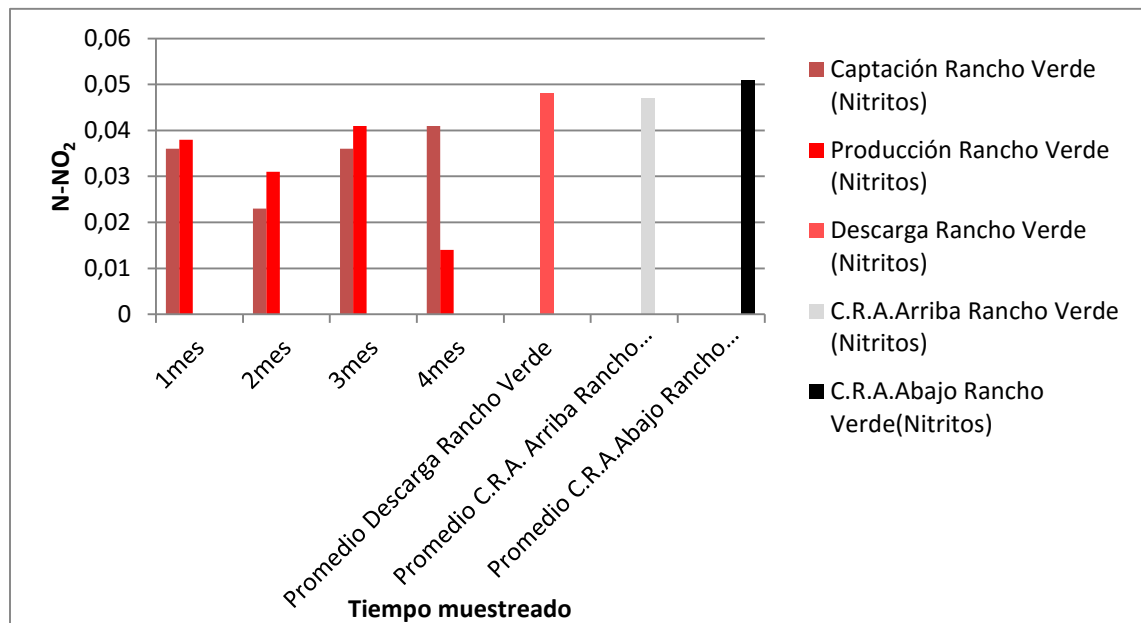


Gráfico 25 N-NO₂ de la Organización Rancho Verde

Fuente: Elaboración propia del autor

De acuerdo a los resultados presentados en el Gráfico 25 de la concentración de N-NO₂ en la organización Rancho Verde indican valores , tanto en captación, producción, descarga y cuerpos receptores que se encuentran dentro del límite máximo permisible establecido por la norma aplicable (MAE, 2015) que es de 0,2 mg/L de acuerdo a los criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario y la norma de descarga de efluentes a un cuerpo de agua receptor: agua dulce y agua marina donde el límite máximo es de 10 mg/L de N-NO₂. De acuerdo a (SE, 2006) los límites máximos permisibles para la captación y producción de tilapia es una concentración son de 0,1 mg/L, para que no exista un incremento en el valor de N-NO₂ se recomienda realizar recambios de agua, una alimentación adecuada y evitando concentraciones altas de amonio. (Herbert, *et al.*, 1960).

7.4.7. P-PO₄

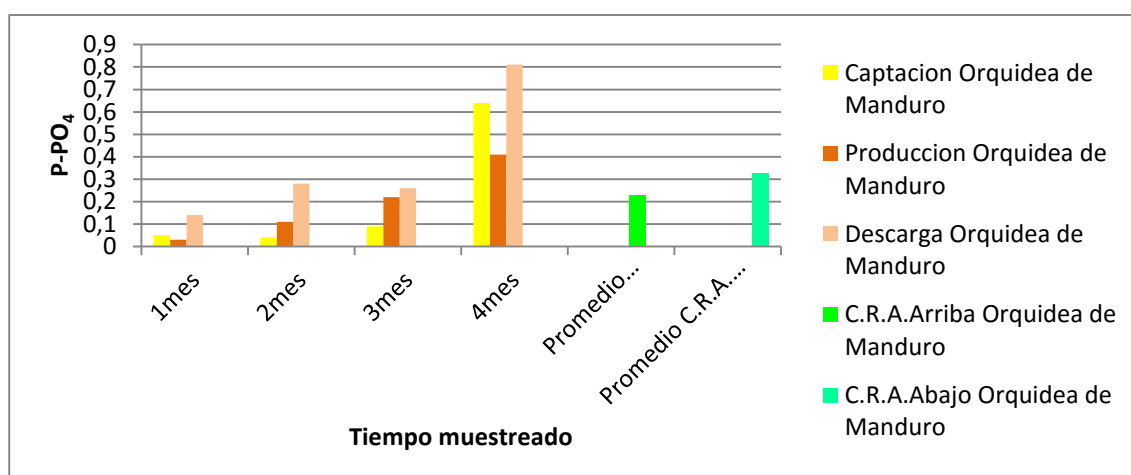


Gráfico 26 Resultado de P-PO₄ de la Organización Orquídea de Manduro

Fuente: Elaboración propia del autor

De acuerdo a la normativa aplicada para esta investigación, dentro de la cual no presenta un límite establecido para el parámetro P-PO₄, por lo que se tomó en cuenta otras literaturas para poder realizar la comparación y verificar si se encuentra dentro del rango aceptable. Los resultados obtenidos en la organización Orquídea de Manduro que se representan en el Gráfico 26, presentan una concentración de P-PO₄ más alta en la descarga en el cuarto mes con 0,81 mg/L, el sistema de producción tiene un valor de 0,41mg/L correspondiente al cuarto mes, la captación tiene un valor de 0,64mg/L en el cuarto mes y en el cuerpo receptor aguas arriba con 0,23mg/L mientras que en cuerpo receptor aguas abajo con 0,33mg/L aumentando su concentración. Sin embargo de acuerdo a (FAO, 2003) el límite máximo permisible para el cultivo de tilapia debe fluctuar entre 0.6 y 1.5 mg/L, conociendo que el P-PO₄ es resultante de la actividad biológica de los peces y de una manejo técnico inadecuado en la alimentación, lo cual aumenta la población de fitoplancton; resultante de esto el oxígeno disuelto disminuye por la noche, teniendo en cuenta que el límite máximo permisible para el cultivo de tilapia debe fluctuar entre 0.6 y 1.5 mg/L (Orozco, 2005). Sin olvidar que el limite máximos permisibles de la descarga de agua y cuerpos receptores de P-PO₄ es de 1mg/L (Usma *et al.*, 2012). De acuerdo a estas literaturas los valores obtenidos de los muestreos se encuentran dentro del rango establecido.

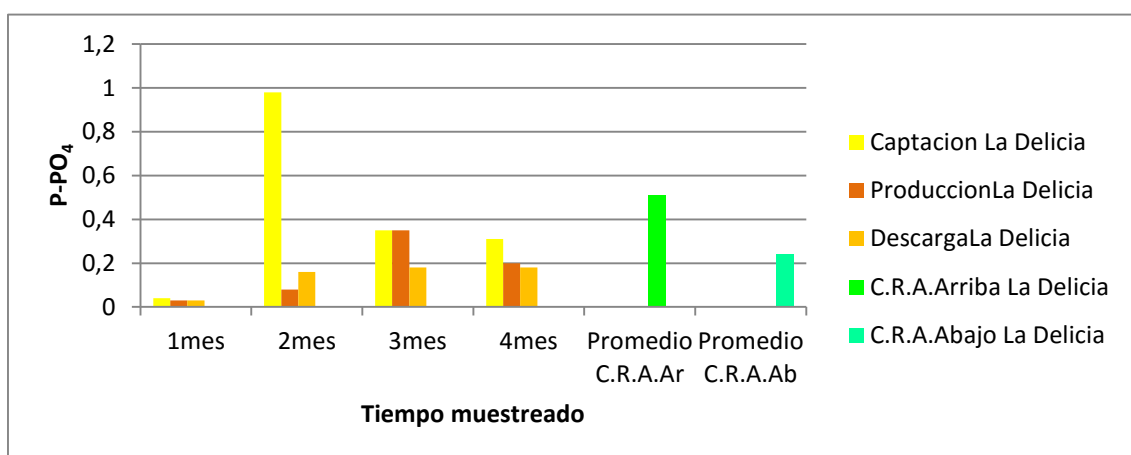


Gráfico 27 Resultados de P-PO₄ en la Organización La Delicia

Fuente: Elaboración propia del autor

De acuerdo a la normativa aplicada para esta investigación, dentro de la cual no presenta un límite establecido para el parámetro P-PO₄, por lo que se tomó en cuenta otras literaturas para poder realizar la comparación y verificar si se encuentra dentro del rango aceptable. La interpretación del Gráfico 27 perteneciente a la Organización La Delicia muestra los resultados obtenidos de P-PO₄, donde la concentración más alta de P-PO₄ es en la captación con 0,98 mg/L en el segundo mes, la producción en el tercer mes tiene un valor de 0,35 mg/L, la descarga con 0,18 mg/L, y en el cuerpo receptor aguas arriba con 0,51mg/L y cuerpo receptor aguas abajo con 0,24 mg/L. El incremento de la concentración de P-PO₄ en el cuerpo receptor aguas arriba se pudo haber dado debido a que existen viviendas a los alrededores de las peceras y por ende la presencia de aguas domesticas las cuales son depositadas sin tratamiento previo, sin embargo el cuerpo receptor aguas abajo no se ve afectado disminuyendo el mismo del valor ya mencionado (Trapote, 2011).

Lo mismo ocurre con la captación en el segundo mes muestreado alcanzando 0,98mg/L, de P-PO₄, valor que no se ve reflejado en el de la producción, el incremento de P-PO₄ en la captación se pudo haber dado por el arrastre de materia orgánica por la tubería hacia el sistema de producción teniendo en cuenta que a partir del segundo mes el muestreo se realizó en la tubería (Pardo, *et al.*, 2006), teniendo en cuenta que el límite máximo permisible para el cultivo de tilapia debe fluctuar entre 0.6 y 1.5 mg/L (Roldán y Ramírez, 2008). Sin olvidar que el límite máximos permisibles de la descarga de agua y cuerpos receptores de P-PO₄ es de 1mg/L (Usma *et al.*, 2012). De acuerdo a estas

literaturas los valores obtenidos de los muestreos se encuentran dentro del rango establecido.

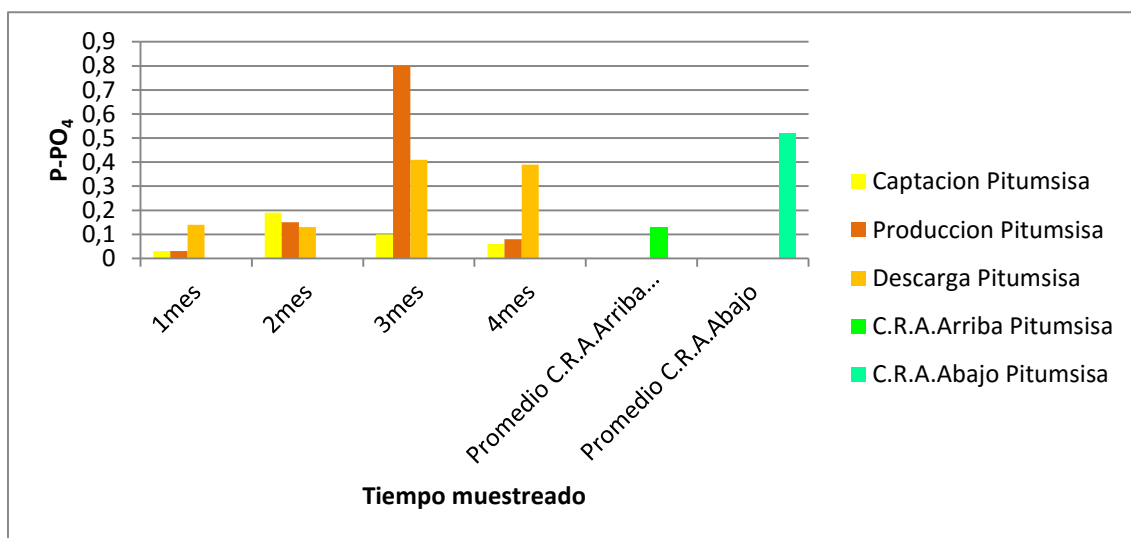


Gráfico 28 Resultados de P-PO₄ en la Organización Pitumsisa

Fuente: Elaboración propia del autor

De acuerdo a la normativa aplicada para esta investigación, dentro de la cual no presenta un límite establecido para el parámetro P-PO₄, por lo que se tomó en cuenta otras literaturas para poder realizar la comparación y verificar si se encuentra dentro del rango aceptable. La interpretación del Gráfico 28 muestra resultados de P-PO₄ en la organización Pitumsisa, donde se encuentra que la concentración más alta de P-PO₄ es en el sistema de producción con 0,8mg/L en el tercer mes, la captación presenta un valor de 0,19 mg/L en el segundo mes, la descarga en el tercer mes obtiene un valor 0,41 mg/L, y en el cuerpo receptor aguas arriba con 0,13 mg/L mientras que cuerpo receptor aguas abajo con 0,52 mg/L, valor mayor al de la descarga que alcanza como máximo 0,41 mg/L en el tercer mes. Conociendo que el cuerpo receptor de la organización es el Bobonaza y viendo que existe una diferencia entre aguas arriba y aguas abajo tiene que ver tanto con la producción en sí y también podríamos decir por actividades domésticas que existen en la organización debido a la presencia de personas habitando en la misma. En la producción también en el tercer mes se presenta un incremento a diferencia de los otros meses, esto se pudo haber dado por un incremento innecesario de alimentación al día, lo que genera que el alimento no consumido se vaya al fondo del estanque perjudicando así a la producción, debido a que un incremento del fosfato ocasiona la muerte en los peces debido a la disminución de oxígeno disuelto por

el incremento de fitoplancton y por ende una rentabilidad baja, conociendo que la alimentación representa el 50% de los costos de producción (Urquía, 1993).

Sin embargo no superan los límites establecidos tanto para captación, producción, de 0.6 y 1.5 mg/L de P-PO₄. Mientras que en la descarga y cuerpo receptor el límite máximos permisibles de P-PO₄ es de 1 mg/L (Usma *et al.*, 2012).

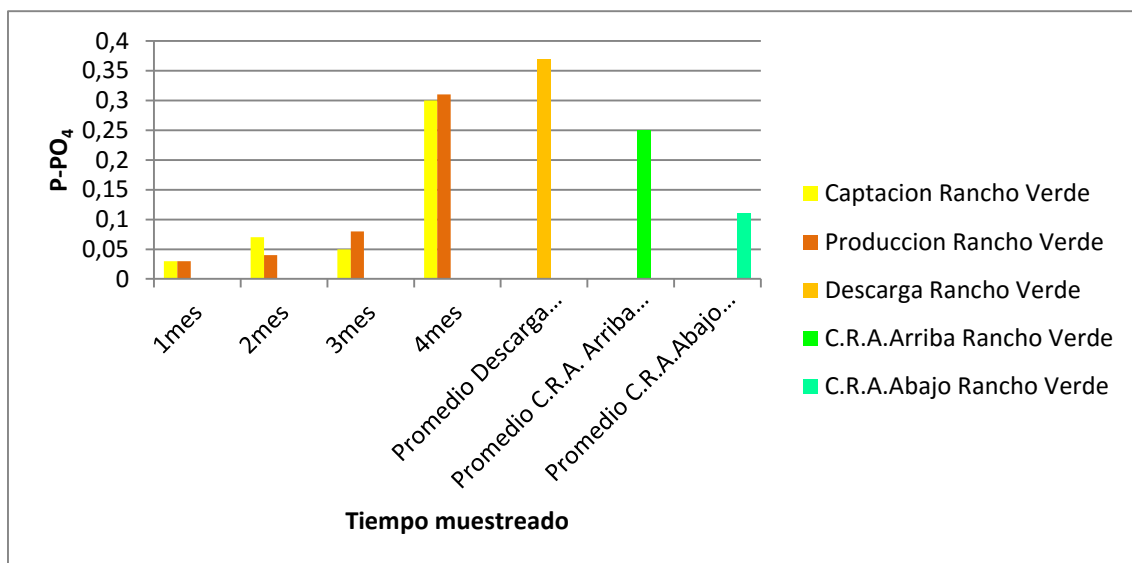


Gráfico 29 Resultados de P-PO₄ en la Organización Rancho Verde

Fuente: Elaboración propia del autor

De acuerdo a la normativa aplicada para esta investigación, dentro de la cual no presenta un límite establecido para el parámetro P-PO₄, por lo que se tomó en cuenta otras literaturas para poder realizar la comparación y verificar si se encuentra dentro del rango aceptable. La interpretación del Gráfico 29 que pertenece a la organización Rancho Verde se obtiene valores de P-PO₄, donde presenta un valor máximo en la producción en el cuarto mes de 0,31mg/L el mismo que se ve reflejado en los valores de descarga donde alcanza los 0,37mg/L. En el cuerpo receptor aguas arriba presenta un valor de 0,25mg/L de P-PO₄ superior al del cuerpo receptor aguas abajo de 0,11mg/L, la diferencia de P-PO₄ pudo ser ocasionada por la presencia de aguas domesticas hacia el cuerpo receptor. Sin embargo no superan los límites establecidos tanto para captación, producción, de 0.6 y 1.5 mg/L de P-PO₄ (Roldán y Ramírez, 2008). Mientras

que en la descarga y cuerpo receptor el límite máximos permisibles de P-PO₄ es de 1mg/L (Usma *et al.*, 2012).

7.4.8. DQO

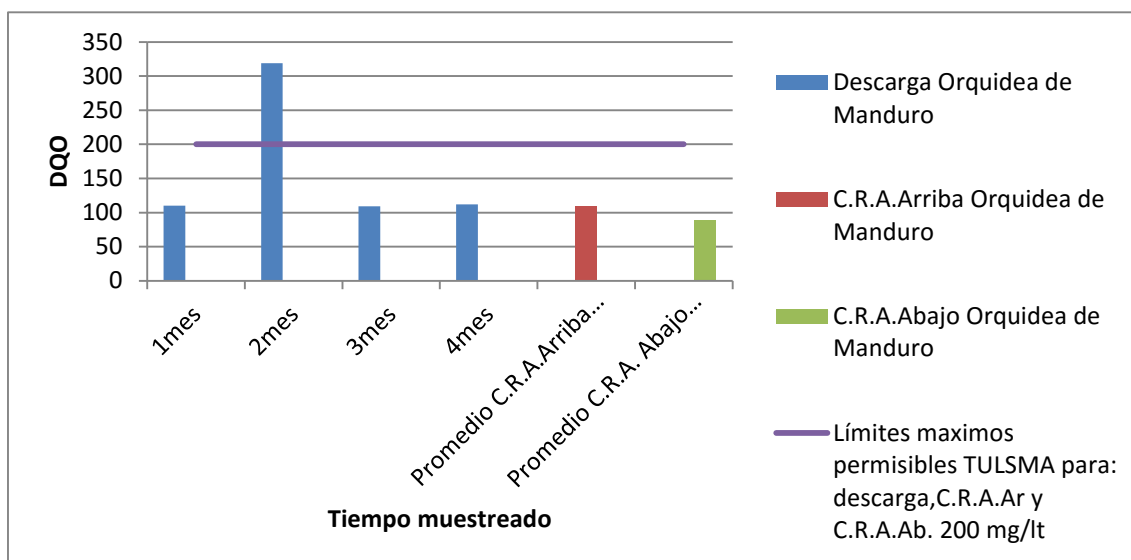


Gráfico 30 DQO en la descarga y cuerpo receptor de la organización Orquídea de Manduro

Fuente: Elaboración propia del autor.

En el Gráfico 30 de la organización Orquídea de Manduro, se interpreta los resultados obtenidos de DQO donde el valor máximo en la descarga es de 319 mg/L perteneciente al segundo mes muestreado, mientras que el cuerpo receptor aguas arriba presenta un valor de 109 mg/L y en cuerpo receptor aguas abajo se obtiene 88 mg/L. El incremento de la descarga tiene que ver con la presencia de materia orgánica en descomposición originada de la alimentación innecesaria que se coloca en el fondo del estanque, lo cual se ve reflejado en el grafico 24 (Toledo *et al.*, 1983)

Encontrándose sobre el límite establecido por la norma aplicada (MAE, 2015) que es de 200 mg/L máximo de acuerdo a la norma de descarga de efluentes a un cuerpo de agua receptor: agua dulce y agua marina. Se recomienda llevar acabo un manejo técnico completo adecuado que englobe, fertilización adecuada, alimentación y manejo del agua con el fin de disminuir la concentración de DQO en las descargas, provenientes de lo ya mencionado, teniendo en cuenta que una sobre fertilización y un programa de

alimentación exagerado, incrementa gastos en la producción y no el volumen de la misma (Stelle, 1993). A pesar del incremento de la descarga en la concentración de DQO el cuerpo receptor no presenta afectación, encontrándose dentro del límite establecido por la normativa aplicada (MAE, 2015) que es de 200 mg/L máximo de acuerdo a la norma de descarga de efluentes a un cuerpo de agua receptor: agua dulce y agua marina.

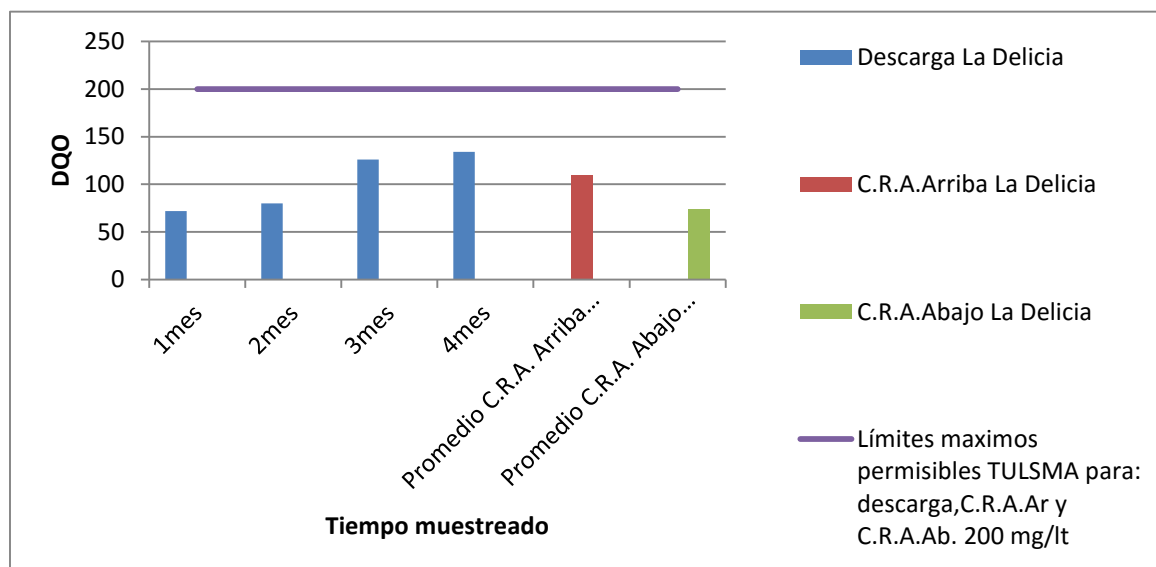


Gráfico 31 DQO en la descarga y cuerpo receptor de la organización La Delicia
Fuente: Elaboración propia del autor.

La organización La Delicia que se interpreta en el gráfico 31 presenta resultados de DQO, la mayor concentración de DQO es de 134 mg/L perteneciente al cuarto mes en la descarga mientras que en cuerpo receptor aguas arriba su valor es de 110mg/L a diferencia del cuerpo receptor aguas abajo que presenta 74mg/L de DQO. Sin embargo no supera el límite establecido por la norma aplicada (MAE, 2015) que es de 200 mg/L mencionados en la norma de descarga de efluentes a un cuerpo de agua receptor: agua dulce y agua marina. El incremento de DQO se pudo haber dado por la presencia de una gran cantidad de materia orgánica existente, lo que puede ocasionar una desoxigenación del mismo (Boyd, 2000). Teniendo en cuenta que la DQO es la cantidad de oxígeno necesario para oxidar toda la materia orgánica e inorgánica presente en el agua, mediante la cual se puede determinar si existe o no contaminación (Weber, 1979). El incremento en el cuerpo receptor aguas arriba a diferencia del cuerpo receptor aguas

abajo se pudo haber dado por la presencia de aguas domesticas en sus alrededores lo que ocasiona el incremento de materia orgánica en descomposición alterando así el parámetro, sin embargo el cuerpo receptor aguas arriba no sufre afectación (Pardo; *et al*, 2006). Sabiendo que el incremento de DQO limita la depuración del agua, lo que trae consigo una disminución de oxígeno disuelto y por ende limita la vida acuática en el medio (Nemerow, 1977).

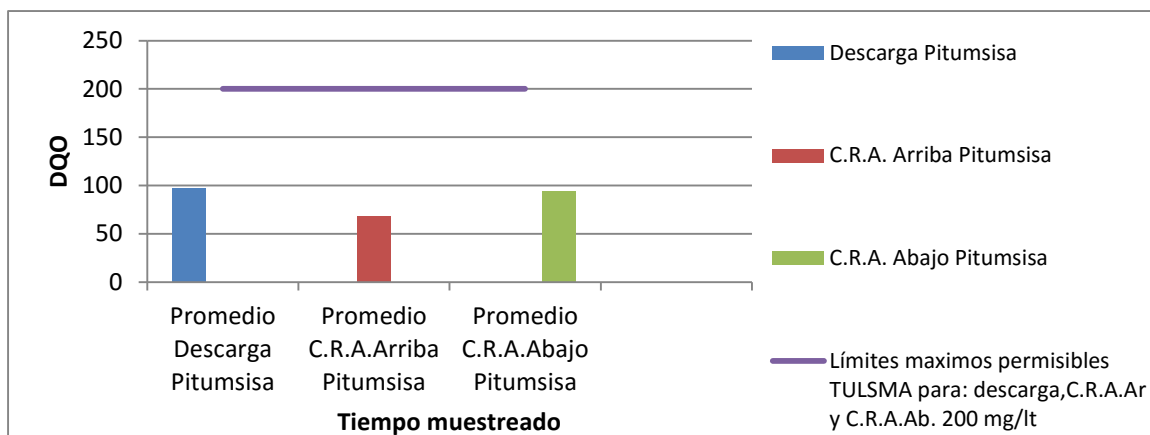


Gráfico 32 DQO en las descargas y cuerpo receptor en la organización Pitumsisa
Fuente: Elaboración propia del autor

El Gráfico 32 perteneciente a la Organización Pitumsisa se identifica la concentración de DQO. En la descarga podemos ver que la concentración promedio alcanza los 97 mg/L a diferencia del cuerpo receptor aguas arriba que disminuye a 68 mg/L mientras que el cuerpo receptor aguas abajo incrementa su valor a 94 mg/L, resultante de la descarga directa, sin embargo la misma es superior al cuerpo receptor, valor que no afecta al mismo encontrándose dentro de los límites permisibles de acuerdo a la normativa aplicada (MAE, 2015) que es de 200 mg/L el máximo permisible de DQO de acuerdo a la norma de descarga de efluentes a un cuerpo de agua receptor: agua dulce y agua marina. El incremento en la descarga pudo ser debido al caudal inferior a diferencia del cuerpo receptor, siendo así que al momento de llegar al mismo disminuye.

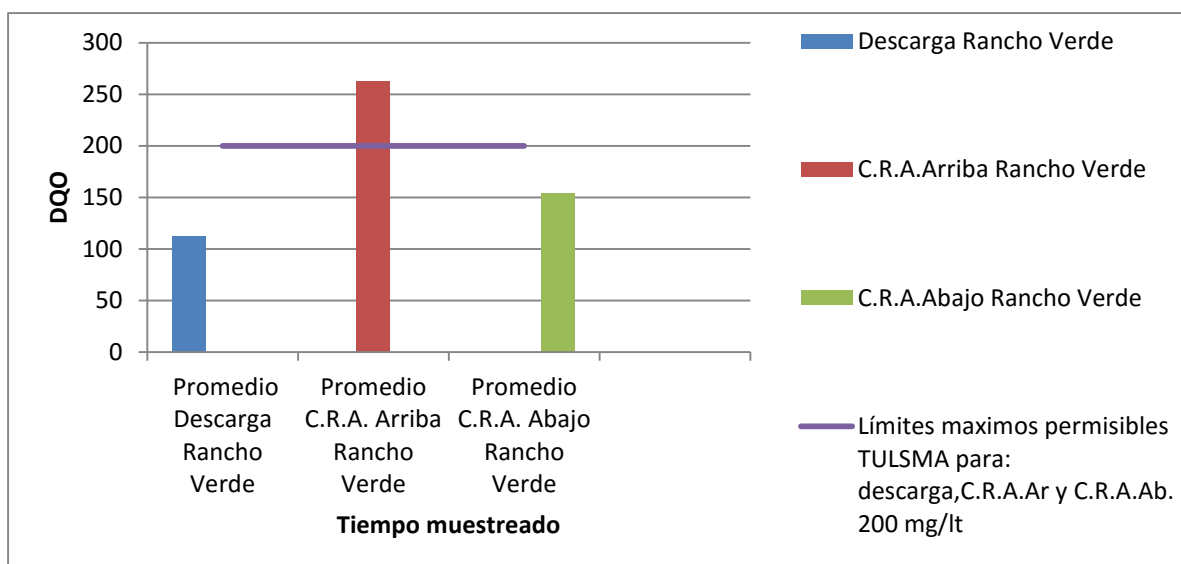


Gráfico 33 DQO en la organización Rancho Verde

Fuente: Elaboración propia del autor

El gráfico 33 que representa a la organización Rancho Verde, los valores encontrados en la descarga el promedio alcanza los 112 mg/L, mientras que en el cuerpo receptor aguas arriba alcanza los 262 mg/L a diferencia del cuerpo receptor aguas abajo que alcanza los 154 mg/L. Pudiendo notar que el cuerpo receptor aguas abajo y la descarga se encuentran dentro del límite establecido de acuerdo a la normativa aplicada (MAE, 2015) que es de 200 mg/L el máximo en concentración que puede tener el DQO de acuerdo a la Norma de descarga de efluentes a un cuerpo de agua receptor: Agua dulce y agua marina, a diferencia del cuerpo receptor aguas arriba que supera el límite establecido, el incremento del mismo se pudo haber dado por la presencia de aguas domesticas dentro de la organización (Pardo; *et al.*, 2006).

Tabla 14 Correlación entre variables de producción y parámetros fisicoquímicos

Organización	Rentabilidad neta(USD)	Relación entre volumen de producción y uso del agua (kg/m3)	Relación entre caudal utilizado y caudal disponible
P-PO4 (mg/L)	-0,138 ns	0,392 ns	0,018 ns
N-NO₂(mg/L)	-0,642 **	-0,378 ns	-0,077 ns
PH	-0,473 ns	-0,607**	0,953 **
Temperatura °C	0,813**	0,755 **	-0,298 ns
Concentración oxígeno disuelto(mg/L)	-0,100 ns	-0,647**	0,528 ns
Conductividad (µs/cm)	-0,110 ns	0,230 ns	-0,628 **
Turbiedad(cm)	0,874**	0,980**	-0,887 **
DQO (mg/L)	-0,452 ns	-0,712**	0,944 **

Fuente: Elaboración propia del autor

Mediante la tabla 14 se puede identificar que existe una correlación significativa entre la variable rentabilidad neta y los parámetros temperatura y turbiedad de forma directa, una de las razones para que la rentabilidad neta disminuya por estos parámetros pudo haber sido por la falta de recambios continuos en los estanques, incrementando así la temperatura y por ende la turbidez aumenta debido al estancamiento de alimento innecesario, también se pudo haber dado el incremento de la turbidez por la presencia de excrementos de los peces, lo que puede ocasionar la retención en el crecimiento de los peces debido a la falta de oxígeno disuelto teniendo en cuenta que el incremento de temperatura, y presencia de turbidez alta disminuye el mismo (Saavedra, 2003), la relación entre la misma variable con los N-NO₂ de forma inversa se pudo haber dado por el incremento innecesario de fertilizante en el estanque lo cual genera gastos y no ingresos afectando así a la rentabilidad y no mejorando la producción, esto se ve reflejado en la organización Orquídeas de Manduro donde su rentabilidad neta es baja afectando así la producción.

Con la variable relación entre volumen de producción y uso del agua existe una correlación de forma directa significativa con los parámetros temperatura y turbiedad, esto se pudo haber dado debido a la falta del ingreso de agua continuo a los estanques, lo cual genera pérdida de la producción por la retención del crecimiento de los peces

(FAO, 1997) a diferencia de los parámetros DQO, concentración de oxígeno disuelto y pH que su correlación es de forma inversa, esto se pudo haber dado debido a que en un caudal inferior se da un incremento de DQO perjudicando así a la producción, por ende el oxígeno disuelto disminuye debido a la presencia de fitoplancton, cambiando así el pH del agua para el crecimiento adecuado (Voet, 2006) esto se ve reflejado en la organización La Delicia quien a pesar de contar con un caudal de captación alto, sin embargo su distribución no es la adecuada afectando así el volumen de producción.

Con la variable relación entre caudal utilizado y caudal disponible y los parámetros DQO y pH existe una correlación significativa de forma directa, esto se puede deber ya que el incremento de los mismo convierte al agua en la inadecuada para la actividad debido a que el oxígeno se disminuye por la presencia de materia orgánica cambiando así el pH del agua, esto se ve reflejado en la organización Orquídeas de Manduro, a diferencia de los parámetros turbiedad y conductividad donde existe una correlación de forma inversa, dicha correlación pudo ser ocasionada por la falta de recambios continuos en el ciclo incrementando así la turbiedad teniendo en cuenta también el tipo de suelo presente en el sector, por ende la conductividad se ve afectada conociendo que la cantidad de materia orgánica presente Teniendo en cuenta que la cantidad de sólidos disueltos se puede determinar la salinidad del medio, y por ende la conductividad (Rodier, 1989). Viéndose reflejado en la organización Orquídeas de Manduro.

VIII. PROPUESTA

8.1. INTRODUCCIÓN

Cabeceras del Bobonaza se encuentra ubicada a 25 km de Puyo y a 16 km de la parroquia Veracruz, es una zona habitada por indígenas y mestizos dedicados a la agricultura, turismo comunitario y una de sus principales actividades económicas es la piscicultura, específicamente en la producción de tilapia.

El crecimiento de la producción piscícola en la provincia de Pastaza ha aumentado notablemente en los últimos años, siendo esta una de las principales actividades económicas de sus pobladores en las zonas donde sus características se las permite. Sin embargo por la gran acogida que ha tenido esta actividad productiva y el incremento de ingresos económicos más el desarrollo de la zona nos abre una ventana hacia los posibles impactos ambientales ocasionados por esta actividad productiva, especialmente en las descargas directas sin tratamiento alguno hacia los cuerpos receptores que en este caso desembocan hacia el Rio Bobonaza. La problemática que se centra en esta actividad es de cómo y cuánto se contamina en las actividades productivas de la acuicultura.

8.2. Análisis preliminar de alternativas

Para la realización de la propuesta se consideraron tres modelos basados en alternativas metodológicas desarrolladas por varios autores (EPA, 2000; SustainAqua, 2009 y Gonzalez et al., 2010), cuyo funcionamiento se resume a continuación:

Alternativa 1: Humedales de flujo libre superficial (EPA, 2000) esta propuesta consta de una o más cuencas o canales de poca profundidad que posee un recubrimiento en el fondo para prevenir flujo de agua freática que puede llegar a ser susceptible a contaminación de los cuerpos receptores, además tiene una capa sumergida de suelo para las raíces de la vegetación emergente que se haya seleccionado. Este sistema de tratamiento es efectivo y no requiere de equipos mecánicos ni personal capacitado, además de ser económico.

Alternativa 2: Recirculación de agua (SustainAqua, 2009). Es un sistema cerrado que puede controlar las condiciones ambientales durante todo el año. Este sistema permite la producción de organismos acuáticos con liberación mínima de efluentes y un pequeño recambio de agua. El agua es reutilizada después de un tratamiento mecánico mediante guijarros, arcilla expandida, o biológico por medio de bacterias.

El uso de esta tecnología requiere de un monitoreo y control constante de las variables físico-químicas y sanitarias del agua. El alto valor económico y la necesidad de mano de obra calificada son las desventajas que presenta.

Alternativa 3: Lentejas de agua (Gonzalez et al., 2010): Este sistema se presenta como un método recomendable para su aplicación debido a que su metodología retiene materia orgánica del agua residual que atraviesan los mismos, lo que resulta que los nutrientes sean nutritivos para las plantas. Disminuyendo así los posibles contaminantes hacia los cuerpos receptores. Su funcionalidad será efectiva cuando no existan estanques de producción excesivos.

El análisis de ventajas y desventajas de dichas alternativas expone en la Tabla 15.

Tabla 15 Comparación de alternativas entre métodos para el tratamiento de agua de las descargas de la actividad piscícola

	ALTERNATIVAS		
	Humedales de flujo libre superficial (EPA, 2000)	Recirculación de agua (SustainAqua, 2009)	Lentejas de agua (Gonzalez et al., 2010)
VENTAJAS	• Los sólidos en suspensión se sedimentan y se transforman en nutrientes solubles para organismos de humedales. • Su aplicación es posible durante todo el año. (excepto en climas fríos) • Retiene grandes cantidades de nitrógeno y fósforo. • Minimizan la necesidad de equipos mecánicos, electricidad y monitoreo por parte de personal calificado. • Es capaz de tratar efluentes provenientes de unidades productivas con hasta cuatro estanques de producción	• El agua puede ser utilizada para la misma actividad después de un tratamiento. • Reducción de las descargas hacia los cuerpos receptores • Tratamiento de circuito cerrado. (depuración del agua)	• No se utiliza energía • Crece rápidamente • Produce biomasa con concentraciones de proteínas. • Retiene materia orgánica. (En pocas cantidades)
DESVENTAJAS	• Necesidad de terrenos grandes. • Presencia de insectos vectores de enfermedades	• Altos costos de construcción. • Exigencia de mano de obra calificada. • La tilapia se ve afectada en la etapa de crecimiento (circuito cerrado)	• Genera olor pútrido. • Concentración química de la planta no permite diferenciar los nutrientes presentes en el efluente. • No es capaz de tratar los efluentes provenientes de unidades productivas con más de dos estanques de producción.

COSTOS	• Baja inversión	• Altas inversiones.	• Baja-media inversión
RECURSOS NECESARIOS	• Estanques • Filtros • Canal de conducción • Siembra de especie asignada	• Biofiltro • Filtros • Decantador • Sistema de aireación y oxigenación (bombas) • Tabuladores de drenaje y retorno • Personal capacitado	• Canal de conducción • Estanques depuradores • Siembra de lenteja de agua
DISPONIBILIDAD DE RECURSOS EN LAS UNIDADES PRODUCTIVAS	• Jacinto de agua • Terreno • Agua	• Terreno • Mano de obra calificada • Tiempo	• Lenteja de agua • Terreno • Agua

Fuente: Elaboración propia del autor.

En la actividad acuícola destaca la elevada concentración de fósforo y nitrógeno en los efluentes, los mismos que podrían llegar a alterar la calidad del agua de los cuerpos receptores que es el río Bobonaza. En la comparación de las tres alternativas presentadas en la tabla 15 para la propuesta de métodos de tratamiento previos a la descarga de los sistemas piscícolas, se encuentran diferencias entre humedales artificiales y lentejas de agua' que se basa en la metodología de aplicación ya que el primer método planteado puede tratar a una gran cantidad de aguas residuales provenientes de los estanques de producción de tilapia que se encuentren en el terreno lo que permite retener grandes cantidades de nitrógeno y fósforo, (EPA, 2000) mientras que de las lentejas de agua solo puede tratar a un mínimo de una y un máximo de dos estanques de producción, lo que tendría como resultado al uso de una mayor cantidad de superficie de suelo para un mismo objetivo, por lo que sus costo de inversión pasaría de bajo a medio (Gonzales et al., 2010). Se descartó la alternativa propuesta por (SustainAqua, 2009), debido a que es un método costoso que incluye aplicación de energía mecánica y personal capacitado, lo que no está accesible para la instalación por parte de las personas que se dedican a la actividad acuícola, además se estima que al utilizar este método los estanques de producción se verán afectados en el crecimiento de los peces, aun así no deja de ser un método eficaz de tratamiento de aguas residuales.

La aplicación de junco de agua, en humedales de flujo libre superficial resulta preferible en la zona de estudio, debido a que puede soportar condiciones bajo sombra, mientras que la lenteja de agua necesita de luz intensa por catorce horas como mínimo.

La presencia de insectos vectores sería el problema presentado en esta propuesta, sin embargo los estanques de producción también son a base de agua estancada, pero es una acción que si puede ser controlada por parte de personas que realizan la actividad acuícola mediante uso de tela anti mosquitos.

Luego de analizar las alternativas se ha considerado como la más idónea para su aplicación a los humedales artificiales (EPA, 2000) debido a que este sistema cumple con tres componentes muy importantes que son producción rentable, preservación del ambiente y desarrollo local. El sistema de tratamiento a implementarse presentara condiciones favorables siempre y cuando mantenga relación con la economía de la unidad productiva y considerando la disponibilidad del uso del suelo de acuerdo a un costo razonable.

8.3. Aplicabilidad de la propuesta seleccionada

Para la aplicación de humedales se necesita de un área extensa, debido que para la remoción del nitrógeno o el fósforo es necesario un contacto prolongado entre el fluido y las raíces de las plantas del humedal. En las condiciones de cabeceras de Bobonaza es factible alcanzar este requerimiento ya que las unidades productivas cuentan con extensiones de terreno poco o nada utilizadas debido a sus limitaciones productivas. El tratamiento seleccionado es factible también debido a que no requiere de equipos mecánicos, electricidad o de operadores capacitados, lo que lo vuelve amigable a su adopción por parte de las unidades productivas, ya que frecuentemente carecen de capital y otros recursos que podrían ser requeridos por otro tipo de alternativas. Los sistemas de humedales tienen la capacidad de remover la demanda química de oxígeno (DQO) y logran reducir los niveles de nitrógeno y fósforo a bajas concentraciones cuando el tiempo de reposo es lo suficientemente largo (EPA, 2000). Las labores de mantenimiento tampoco presentan inconvenientes en cuanto a su realización, y puede ser efectuada mediante la mano de obra existente en las unidades productivas de Cabeceras de Bobonaza. Estas actividades se concentran en mantener la profundidad del agua, la limpieza de tuberías de entrada y descargas y limpieza en la zona del humedal artificial.

8.4. Descripción del proceso de tratamiento

La descripción del proceso de tratamiento seleccionado (humedales de flujo libre superficial) se presenta esquematizado en el flujograma que se incluye en el Gráfico 34, en el mismo puede observarse que el flujo del agua es procedente desde la captación hasta los diferentes estanques de producción, seguido a este proceso se presenta el humedal artificial que actuará como un componente de tratamiento de aguas residuales previo a su descarga hacia los cuerpos receptores.

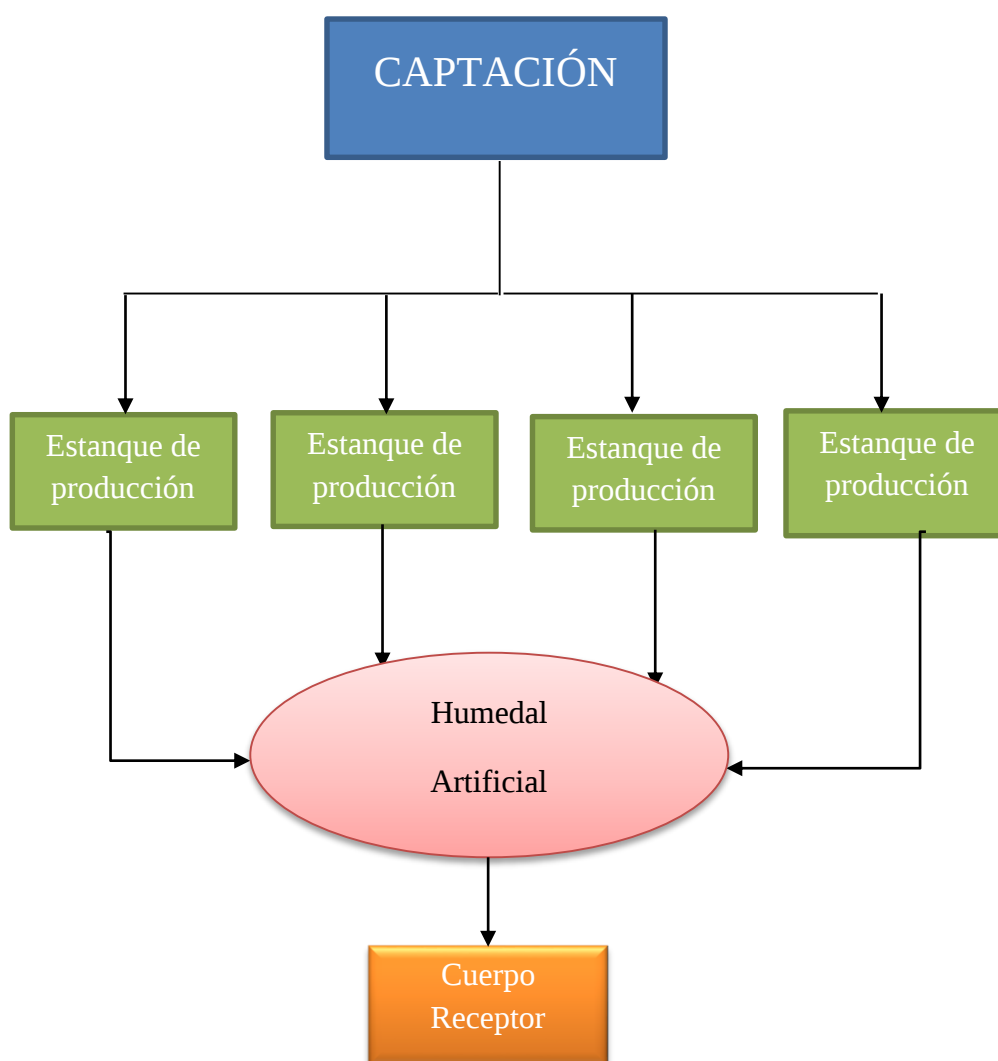


Gráfico 34. Flujograma de la propuesta de humedales de flujo libre superficial (EPA, 2000).

Adaptación: Autor

El Humedal Artificial está compuesto por una base de grava, recubierta con vegetación, lo que permite que el agua fluya entre las partículas de grava realizando contacto con las raíces de las plantas emergentes, proveyendo de nutrientes a las mismas. Cada sistema tiene estructuras adecuadas de entrada y descarga para asegurar la distribución uniforme del agua residual de los sistemas piscícolas hasta los receptores (EPA, 2000).

En el humedal, los sólidos son transformados mediante procesos naturales. Primeramente, los sólidos suspendidos son retenidos y depositados en el fondo mediante procesos físicos como la sedimentación y filtración. Luego de que se depositan, la materia orgánica se ve sometida a procesos físico-químicos como precipitación y adsorción, y luego es procesada mediante procesos biológicos correspondientes al metabolismo de bacterias y otros microorganismos y absorción por parte de las plantas, lo cual reduce la acumulación de materiales en el fondo de la poza. Una vez que ocurre esta actividad, el agua continúa fluyendo por el sustrato de grava y abandona el humedal (EPA, 2000). El Gráfico 35 permite ilustrar este proceso.

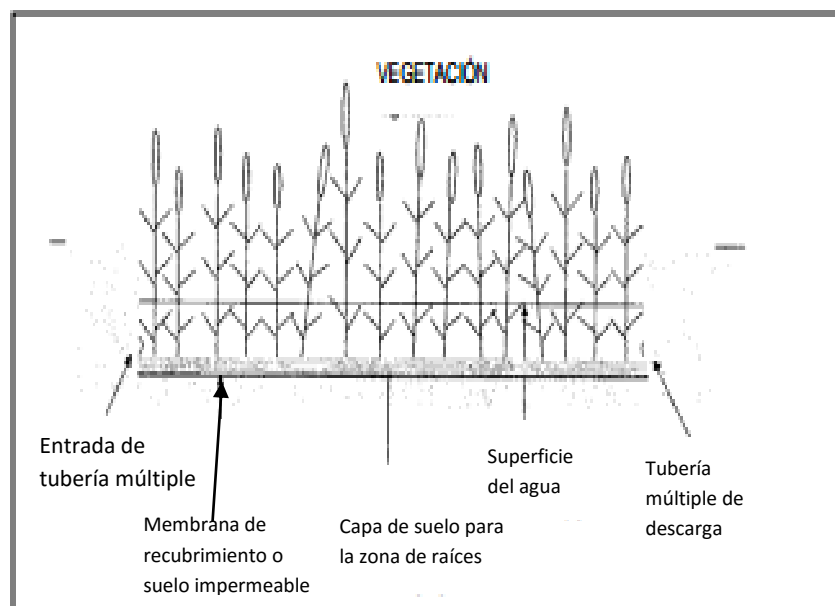


Gráfico 35. Ilustración del sistema de humedal de flujo libre superficial

Fuente: (Redd, 2000)

Adaptación: Autor

8.5. Ejecución

La propuesta, de ser aceptada, sería implementada en 3 meses, de acuerdo a lo establecido en el Plan Estratégico presentado en la Tabla 16.

Tabla 16 Plan estratégico para la implementación de la propuesta de humedales de flujo libre superficial para las unidades productivas de Cabeceras de Bobonaza.

Actividades	Descripción	Recursos Necesarios	Plazo establecido	Responsable	Medios de Verificación
Compra del terreno			1 mes	Representante de la organización	Escrituras
Limpieza del Sitio	Consistirá en el desbroce y retiro de vegetación, así como nivelación topográfica.	Herramientas de campo	15 días	Miembros de organizaciones	Inspección Visual
Excavación	Remoción de superficie	Maquinaria agrícola retroexcavadora	1 semana	Operador de maquinaria pesada	Inspección visual
Recubrimiento	Se recubrirá con grava el fondo del estanque del humedal	Volquetes	1 día	Operador de maquinaria pesada	Inspección visual
Colocación de vegetación	Sembrado de las plantas	Juncos de laguna	3 semanas	Miembros de las organizaciones	Inspección visual
Colocación de tuberías	Instalación de entradas y salidas de la tubería	Tubos PVC 4"	1 mes	Miembros de las organizaciones	Inspección visual

8.6. Inversión requerida

La inversión de los humedales incluye el costo del terreno, la evaluación del sitio, la limpieza, movimiento de suelos, recubrimiento, las plantas para las siembras, tuberías de entrada y descarga.

Tabla 17 Costos de inversión y operación de mantenimiento para un humedal artificial

No.	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO \$	VALOR TOTAL \$
1	Terreno	m ²	300	150,00	150,00
2	Limpieza del sitio	1	6	15,00	90,00
3	Excavación para el estanque	Horas	2	30,00	60,00
4	Recubrimiento con grava (volquete)	m ³	1	40,00	40,00
5	Juncos	Plantas	900*	0,10	90,00
6	Sembrado	Persona	3	15,00	45,00
7	Tubería PVC (pulgadas 4’')	Metros	10	6,00	60,00
TOTAL					535,00

Fuente: Elaboración propia del autor

De acuerdo a la tabla 17 donde se demuestra el costo total de inversión para la realización de humedales artificiales, alcanzando un valor de \$535,00 durante todo el proceso. Teniendo en cuenta que los rubros 1, 2, 6 aportaran cada una de las organizaciones correspondientes. Mientras que los rubros 3, 5, 7 podrían ser gestionados en diferentes entidades públicas por miembros de cada organización, siendo así que el costo de este método reducirán el valor antes mencionado

Tabla 18 Proyección de inversión y recursos para las organizaciones

Organización	Tiempo requerido meses	Superficie de estanque m ²	Monto requerido	Número de humedales
Orquídeas de Manduro	1	800	535,00	1
Pitumsisa	3	1600	1,605	3
La Delicia	2	600	1,070	2
Rancho Verde	1	1200	535,00	1

En la tabla 18 se muestra el número de humedales artificiales requeridos para cada organización de acuerdo a la cantidad de estanques en producción, tomando en cuenta el área en metros cuadrados, calculando así el tiempo necesario para su ejecución.

IX. CONCLUSIONES

- La producción de tilapia en las organizaciones seleccionadas para la investigación, se caracterizaron de forma general, por un ciclo productivo de 6 a 8 meses de duración, en cada uno de los cuales se colocaron entre 5000 y 9000 alevines en peceras con superficies desde los 600 a 1600 m², alcanzando una producción desde los 954 hasta los 2272 kg. Los procesos generaron ingresos netos positivos en las cuatro organizaciones. Sin embargo las que obtuvieron el ingreso más alto fueron Pitumsisa y Rancho Verde a diferencia de Orquídeas de Manduro y La Delicia, cuyo ingreso más bajo, es causado por un manejo inadecuado de forma global en todo el ciclo productivo, debido a un manejo técnico inadecuado, con deficiencias en alimentación, fertilización y/o recambios de agua.
- La utilización del agua en las organizaciones también influyó en la producción, lo cual se reflejó en la variable “relación caudal utilizado/caudal disponible” la cual fue mayor en la organización Orquídeas de Manduro. Esto se vio reflejado en la correlación negativa entre las variables rentabilidad neta y caudal utilizado/disponible, indicando que a mayor uso del recurso agua sobre la disponibilidad del mismo, disminuye la rentabilidad.
- Los resultados de los análisis fisicoquímico del agua en las descargas y cuerpos receptores, señalan que la organización Rancho Verde, Orquídeas de Manduro y la Delicia presentan alteraciones de DQO en el cuerpo receptor aguas arriba y descarga, valores que no se ven reflejados en el cuerpo receptor aguas abajo, a diferencia de Pitumsisa que los valores son reflejados de acuerdo a las descargas presentes. Los valores de P-PO₄ y N-NO₂ en Rancho Verde y La Delicia presentan valores superiores del mismo en el cuerpo receptor aguas arriba lo cual se pudo haber dado por la presencia de otras actividades. A diferencia de Pitumsisa y Orquídeas de Manduro que sus valores tienen relación.
- De acuerdo a los resultados de los análisis realizados en las cuatro organizaciones y a los caudales de descarga de las mismas se determinó que el

método de tratamiento apropiado para el sector donde se encuentran asentadas las mismas, fueron los humedales artificiales que tendrá como especie al junco de agua que cumplirá con los requerimientos necesarios para un tratamiento previo a las descargas en los cuerpos receptores, debido a que dicho sistema cumple con tres componentes importantes como son producción rentable, preservación del ambiente y fácil manejo para las organizaciones.

X. RECOMENDACIONES

- Aplicar la propuesta recomendada, en ésta investigación en cada una de las organizaciones piscícolas para así minimizar la contaminación producida por las descargas emitidas al cuerpo receptor de forma directa, realizando análisis fisicoquímico de forma trimestral al método aplicado con el fin de obtener resultados favorables en las descargas emitidas después del tratamiento previo.
- Llevar a cabo futuras investigaciones de los cuerpos receptores de la contaminación originada por otras actividades existentes dentro del proceso productivo, como es el caso de la presencia de aguas domésticas, con el propósito de disminuir la contaminación en los mismos.
- Mejorar el manejo técnico en cada una de las organizaciones para la crianza de peces, el cual abarca fertilización disponibilidad de recurso hídrico, alimentación, con el fin de obtener una producción positiva favoreciendo así a la rentabilidad de la organización.

XI. BIBLIOGRAFÍA

Abarca, F. J. y M. Herzing (2002). Manual para el manejo y la conservación de los humedales de México. México.

Alvarez, M. (2007). Estanques y jardines acuáticos. 1ra edición. Buenos Aires.

Arredondo, J. L. (1993).- Fertilización y Fertilizantes: su uso y manejo en la Acuicultura. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. México, D.F.

Aznar, A. (2000). Determinación de los parámetros físico-químicos de la calidad de las aguas. Instituto Tecnológico de Química y Materiales “Álvaro Alonso Barba”. Universidad Carlos III. Avd. de la Universidad 30. 28911-Leganés. e-mail: aaznar@ing.uc3m.es. Madrid

Baird, C. 2004. Química ambiental. España Pág. 491

Bautista, J y Ruiz J.M. (2011). Calidad de agua para el cultivo de tilapia en tanques de geomembrana. Dirección de fortalecimiento a la investigación, Universidad Autónoma de Nayarit, México.

Bocek, A. (s/f). Acuicultura y aprovechamiento del agua para el desarrollo rural. Introducción al cultivo de peces en estanques International Center for Aquaculture and Aquatic Environments Swingle Hall Auburn University, Alabama 36849-5419 USA.

Borja, Á. (2002). Los impactos ambientales de la acuicultura y la sostenibilidad de esta actividad. Boletín Instituto Español de Oceanografía ISSN: 0074-0195: 41-49. España.

Boyd C. E. (2000). Prácticas de manejo para reducir el impacto ambiental del cultivo de camarón Department of Fisheries and Allied Aquacultures Auburn University, Alabama 36849 USA.

Capó, M. (2007). Principios de ecotoxicología: diagnóstico, tratamiento y gestión del medio ambiente. Madrid

Cárdenas. G y Cárdenas. J. 2009. Agricultura urbanización y agua. Montevideo

Castelló, F. (1993). Acuicultura marina: Fundamentos biológicos y tecnología de la producción. Barcelona.

Castro, R. J. y Román, G. A. D. (2012). Problemática Ambiental de la Actividad Piscícola en el Estado de Hidalgo, México. Revista Académica. Ingeniería, Vol. 16 Núm. 3, Universidad Autónoma de Yucatán, México, 165-174.

CENDEPESCA, Centro de desarrollo de la pesca y la acuicultura (2008). Manual sobre reproducción y cultivo de tilapia. El Salvador.

Cifuentes, L. J. L., Torres G, M. P., Frías, M. M. (1999). El Océano y sus Recursos, Acuicultura. Vol. XI. Fondo de Cultura Económica, México

- Colombia. (3).105-202pp.Compañía editorial Continental, S. A.,... Mexico
- Crespo, N, Solano. (2005). ``Diseño de un sistema de tratamientos unitarios de aguas residuales de una planta procesadora de tilapia``. Tesis, Facultad de ingeniería marítima y ciencias del mar, ESPOL.
- Creus, A. 2011 Instrumentación industrial: Oxígeno disuelto. (VIII) edición. España.
- Dávila, M. 2004. Química física del ambiente y los procesos medioambientales. España
- De la Lanza, G y Arredondo, J (1990). La acuicultura en México: de los conceptos a la producción. México.
- Dharan, M. (2002). Control de calidad en los laboratorios clínicos. Madrid
- DINARA, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos. (2010) Manual básico de piscicultura en estanques. DINARA-FAO, 50 p. Uruguay.
- Egna, H. y C, Boyd. (1997). Dinámica de los estanques de acuicultura.USA
- EMBRAPA, (2000). Parametros ambientais E qualida de da Agua na Piscicultura. Brasil.
- EPA, (2000) folleto informativo de tecnología de aguas residuales humedales de flujo libre superficial. Washington
- Espigares García M. y Fernández-Crehuet M. (1999). Calidad del agua para consumo público: caracteres físico-químicos. En Estudio sanitario del agua.Pérez López.J. A. y Espigares García M. (eds). Editorial Universidad de Granada, Granada, pp. 85-114
- dinámica de los estanques en acuicultura (editado por h. egna y c. boyd, 1997. resumido por dirección de acuicultura).
- Espinoza, Omar, D. 2011. Desempeño de los sistemas acuícolas de recirculación en el cultivo intensivo del Pacú. Xochimilco.
- FAO, (2003). Agro-acuicultura integrada: manual básico. Documento técnico de pesca No. 407. Roma.
- FAO, (1997). Construcción de estanques para la piscicultura en agua dulce. Pag 67. Roma, Italia
- FAO, 2003. Copescal. comision de pesca continental para américa latina
- FAO, (2004) Fisheries Topics: Trade. La comercialización de la pesca. Topics Fact Sheets. In: *Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO* [en línea]. Roma. Actualizado 2004 31 12.

FAO, (2007). Estado mundial de la acuicultura 2006. Documento técnico de pesca. No: 500. Roma

Federación Provincial de Organizaciones Agrícolas y Piscícolas de Pastaza (FPOAPP). 2012. Fortalecimiento Del Circuito Del Buen Alimento A Través De La Implementación de 18 Sistemas Piscícolas En La Provincia De Pastaza. Proyecto presentado al Ministerio de Inclusión Económica y Social, Instituto de Economía Popular y Solidaria.

Fundación Universitaria Iberoamericana. (2010). Gestión ambiental de la empresa. FUNIBER.

Flores, R. (2014). Los afluentes y los ríos: la construcción social del medio ambiente en la cuenca Lerma-Chapala. Guadalajara, México.

Franco, A. (2005). Oceanografía de la ensenada de Gaira – El Rodadero, más que un centro turístico en el Caribe Colombiano. Bogotá.

Galvin, R. 2003. Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos: Tratamiento y control de la calidad de aguas. España. Pág. 11.

García-Ulloa, M. 2010. Avances en investigaciones agropecuarias: Acuicultura rural en la Costa Sur de Jalisco: Caso de estudio. 14 (2):29-48pag. Guadalajara.

Glynn, J., y Heinke, G W. (1999). Ingeniería ambiental. Segunda edición. México. Pág. (425-434).

Gonzales, C. (2011). Monitoreo de la calidad del agua. Oxígeno disuelto. Universidad de Puerto Rico.

Gonzales, F. Lupin, H. Breton de la Cal, J (2004) Acuicultura: producción, comercio y trazabilidad. España.

González Raúl Salas,¹ Oscar Romero Cruz,¹ Mildre Vidal del Río,³ y Jesús Trinidad Ponce-Palafox. (2010) Alternativas Ecotecnológicas En La Depuración De Aguas Residuales Derivadas De La Acuicultura Y La Producción Animal

Guevara, A. (1996). Control de calidad del agua. Análisis de las normas de control de la calidad de las aguas. Lima

HJC, Hogares Campesinos Juveniles. (2004). Manual granja integral autosuficiente. Bogotá.

Herbert R. Axelrod., William Vorderwinkler 1960 Peces Tropicales en el hogar.

Hessberg,M.;Toro,D.Quintero,A.Duque,G.Uribe,L.2009.Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos y fisicoquímicos, en la estación piscícola. 13 (2).pag.89-105.Palestina-Colombia.329.

Hill, J,Kolb, D. (1999). Química para el nuevo milenio. México. Octava edición.

Holdridge, L. R. 1967. Life Zone Ecology. Tropical Science Center. San José, Costa Rica. (Traducción del inglés por Humberto Jiménez Saa: «Ecología Basada en Zonas de Vida», 1a. ed. San José, Costa Rica: IICA, 1982

Hurtado, N. (2005). Inversión sexual en tilapias. Perú

INFOPECSA, (2006) Desarrollo del Procesamiento y la Comercialización de la Tilapia producidas en las grandes cuencas Hidrográficas de América Latina. Montevideo, Uruguay.

IGM, Instituto Geográfico Militar. (1982). Ecuador

J. Glynn Henry y Gary W. Heinke. Ingeniería ambiental. Segunda edición. Mexico 1999. Pag(425-434).

Kubitza & Kubitza, 2000. Panorama da Aquicultura.

L. Marco, R. Azario, C. Metzler, M. C. GARCIA. (2004) La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadoras a partir de fuentes superficiales. Higiene. Sanidad. Ambiental.4:72-82 Argentina

Landines, M; ; Urueña, F; Ávila, E; Rodríguez, L (2005) Guías de producción de

LENNTech, (s/f). ¿Por qué es importante el oxígeno disuelto en el agua? Read more: <http://www.lenntech.es/por-que-es-importante-el-oxigeno-disuelto-en-el-agua.htm#ixzz3rfjk5CXY>. Países Bajos.

MAE, Ministerio del ambiente, (2015). Ecuador

MAG, (2011) Manual básico de piscicultura para Paraguay. Paraguay.

Maldonado-Ocampo, J. A., J. S. Usma, F. A. Villa-Navarro, A. Ortega- Lara, S Prada-Maracay. Julio 2005.

Marcillo, F.1996.Fundamentos de ciencias acuáticas. Escuela Superior Politécnica del Litoral- Ecuador.

Martins D. (1994). Manual de Piscicultura Tropical, Proenca, IBAMA, Brasilia, Brasil.

N.W. Hudson. 1997. Medición sobre el Terreno de la Erosión del Suelo y de la escorrentía. Capítulo 4: Caudal. Roma

Nicovita, (1998). Influencia del pH sobre los organismos acuáticos. Volumen3, edición 2. Perú.

Nemerow, L.,(1977). "Aguas residuales industriales. Teorías, Aplicaciones y peces ornamentales de la Orinoquía Colombiana. Loricáridos. Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural. Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.

OMS. (1998). Guías para la Calidad del Agua Potable. 2da edición. Volúmenes 1 y 3. Ginebra.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2012). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2012. Departamento de Pesca y Acuicultura. En <http://www.fao.org/do-crep/016/i2727s/i2727s.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.1995. Código de conducta para la pesca responsable. FAO Roma, Italia.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2011). Desarrollo de la acuicultura, enfoque eco sistémico a la acuicultura. Orientaciones técnicas para la pesca responsable. FAO, No. 5. pág. 486.

Orozco, A. (2005). Bioingeniería de aguas residuales. Teoría y diseño. Colombia.

Osina, M. (2011). Proyecto de grado. Evaluación de la calidad de las aguas del río Katari, La Paz, Bolivia, mediante un modelo matemático. La Paz, Bolivia.

Pardo, S.; Suárez, H. y Soriano, E. (2006). Tratamiento de efluentes para la acuicultura responsable. Rev. MVZ Córdoba, Vol 11, Univ. de Córdoba, Montería, Colombia, pp 20-29.

Patiño, R; Sierra, M. (2005) Algunos aspectos biológicos - pesqueros de la íctiofauna ornamental y de consumo capturada en la zona de influencia del municipio de Inírida - Guainía. Trabajo de grado. Universidad Jorge Tadeo Lozano.

Pedrerros, L. F. Limenez, U. Jaramillo- Villa, A Arango. T. Rivas y G. C. Sánchez (2012) Peces Dulceacuícolas del Chocó Biogeográfico de Colombia. . WWF Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (IAvH), Universidad del Tolima, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C., Colombia.

Peña, E. (2007). Calidad de agua. Trabajo de investigación oxígeno disuelto (OD). Guayaquil

Popma,T & L.Lovshin, 1994. Auburn University, Auburn, EUA: 1-40 p.

Rigola, L. (1990). Tratamiento de aguas residuales: aguas de procesos y residuales. Barcelona - España. Pág. 24

Rodier, J. (1989) Análisis de las aguas: aguas naturales, aguas residuales, agua de mar. Omega, Barcelona.

Rojas R. (2002). Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano. CEPIS/OPS-OMS. Lima, Perú.

Rojas, J. (2009). Calidad del agua: Análisis físico del agua, Análisis químico del agua.

Roland Wiefels y Jenner David Torres Sánchez (2005) El mercado de Pescado en Valencia y Maracay.

Roldan, G. (2003). Bio indicación de la calidad del agua en Colombia: Uso del método BMWP-COL. Colombia.

Roldán, G y Ramírez, J. (2008). Fundamentos de limnología neotropical. 2da edición. Colombia.

Rosas, M., 1982 Biología acuática y piscicultura en México. Serie de materiales didácticos en ciencia y tecnología del mar. México, Secretaría de Pesca, 379 p

Saavedra, M. A. (2003).- Introducción al Cultivo de Tilapia. Coordinación de Acuicultura, Departamento de Ciencias Ambientales y Agrarias, Facultad de Ciencia, Tecnología y Ambiente. Universidad Centroamericana. Managua, Nicaragua. Mayo, 2003.

Sawyer, C.N. and McCarty. (1978) Chemistry for Environmental Engineering (3rd ed), McGraw - Hill Book Company, New York.

Secretaría de Economía (SE), a la Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y a el Banco Nacional de Comercio Exterior (BANCOMEXT). (2006) Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México calidad suprema en tilapia.

SENA, (2008).Generalidades de la piscicultura en la granja. Tolima.

Stelle, R. D. (1993). El estado actual de la acuicultura en Jamaica y perfiles de nutrición y alimentación. En La Nutrición y la Alimentación en la Acuicultura de la América Latina y el Caribe, FAO, Proyecto Aquila II,GCP/RLA/102/ITA, Doc. de Campo (9), México:99-107.

SustainAqua–Integrated approach for a sustainable and healthy freshwater aquaculture” (2009). SustainAqua handbook – A handbook for sustainable aquaculture. Madrid.

Sweeney, M (1997) Manuales del acuario Discos cuidados- crianza- especies y variedades. . Editorial Hispano Europea S.A. Barcelona. 64 p. España.

- Tejada, G. (1994). Vocabulario geomorfológico. España.
- Texto unificado de legislación secundaria del medio ambiente, TULSMA, 2014. Ecuador
- Thompson, L y Troeh, F. (2002). Los suelos y su fertilidad. Cuarta edición. España.
- Toledo, J.; J. Cisneros. y E. Ortiz. (1983). Requerimiento nutricionales en alevines de *Oreochromis aureus (tilapia nilotica)*. I: Nivel óptimo de proteína con dietas purificados. Rev. Latinoam. Acuicult. (18): 8-12.
- Trapote A. Jaume. (2011) Depuración de aguas residuales urbanas. Publicaciones. Tratamiento."Editorial Hermann Blume, Barcelona
- UNESCO.2006.El agua una responsabilidad compartida.
- Urquía, R.C. (1993). El estado actual de la acuicultura de Venezuela y perfiles de nutrición y alimentación. En la "La Nutrición y la alimentación en la acuicultura de América Latina y el Caribe". FAO, Proyecto Aquila II, GCP/RLA/102/ITA Documento de Campo (9) México:159-168.
- Velasco,A, P. I.,Calvario, M. O.,Pulido,F. G., Acevedo, S. O., Castro, R. J. y Román,G. A. D. (2012). Problemática Ambiental de la Actividad Piscícola en el Estado de Hidalgo, México. Revista Académica. Ingeniería, Vol. 16 Núm. 3, Universidad Autónoma de Yucatán, México, 165-174.
- Villareal, J. (2000). Cucunuba Modelo para un desarrollo sostenible. Bogotá.
- Voet, D y Voet, J. (2006). Bioquímica. 3ra edición. Buenos Aires.
- Weber Walter J. Jr. (1979) Control de la calidad del Agua: Procesos físicoquímicos, Editorial Reverté S.A., España ISBN 84-291-7522-9. Sheets. In: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO [en línea]. Roma. Actualizado 2004 31 12.
- Wiefels R y Torres, (2005). El mercado de Pescado en Valencia y Maracay.
- Whitelaw, R. 2009. Mecanismos de cooperación en Sistemas Productivos Locales: Las trayectorias de la industria en España y de la salmonicultura en Chile. (I) edición. 357 pág. Bélgica.

XII. ANEXOS

Anexo 1 Criterios de calidad de agua para la preservación de flora y fauna

PARAMETROS	EXPRESADOS COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE		
			AGUA FRÍA DULCE	AGUA CÁLIDA DULCE	AGUA MARINA Y DE ESTUARIO
Oxígeno Disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% y no menor a 6 mg/l	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l
Potencial de hidrógeno	pH		6, 5-9	6, 5-9	6, 5-9, 5
Nitritos		µg/l		60	1 000
Temperatura	°C		Condiciones naturales + 3 Máxima 20	Condiciones naturales + 3 Máxima 32	Condiciones naturales + 3 Máxima 32

Fuente: TULSMA

ANEXO 2 LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Nitratos + Nitritos	Expresado como Nitrógeno (N)	mg/l	10,0
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Temperatura	°C		< 35
Potencial de hidrógeno	pH		5-9

Fuente: TULSMA

Elaboración: Autor

Anexo 3 Valores de parámetros físico-químicos de la organización Orquídea de Manduro

pH	1 mes	2 mes	3 mes	4 mes	Promedio C.R.A.Arriba	Promedio C.R.A.Abajo
Captación Orquídea de Manduro	6,56	7,61	6,72	6,5		
Producción Orquídea de Manduro	6,85	9,29	7,52	7,55		
Descarga Orquídea de Manduro	6,4	7,01	8,74	6,29		
C. R. A. Arriba Orquídea de Manduro					7,44	
C. R. A. Abajo Orquídea de Manduro						7,4
Límites mínimos permisibles TULSMA para descarga , C.R.A.Ar , C.R.A.Ab	6	6	6	6	6	6
Límites máximos permisibles TULSMA para descarga , C.R.A.Ar , C.R.A.Ab, captación y producción	9	9	9	9	9	9
Límites mínimos permisibles TULSMA para captación y producción	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5

TEMPERATURA	1 mes	2 mes	3 mes	4 mes	Promedio C.R.A. Arriba Orquídea	Promedio C.R.A. Abajo Orquídea
Captación Orquídea de Manduro	25,1	22,7	27,6	23,7		
Producción Orquídea de Manduro	26,5	26,6	31,3	22,2		
Descarga Orquídea de Manduro	29,7	22,1	30,3	25,5		
C. R. A. Arriba Orquídea de Manduro					22,9	
C. R. A. Abajo Orquídea de Manduro						22,6
Límites máximos permisibles TULSMA para descarga , C.R.A.Ar, C.R.A.Ab	35	35	35	35	35	35
Limites máximos permisibles TULSMA producción y captación	32	32	32	32	32	32

OXIGENO DISUELTO	1 mes	2 mes	3 mes	4 mes	Promedio C.R.A. Arriba Orquídea	Promedio C.R.A. Abajo Orquídea
Captación Orquídea de Manduro	8,14	9,09	8,97	8,55		
Producción Orquídea de Manduro	9,03	11,43	6,54	2,56		
Descarga Orquídea de Manduro	6,12	5,1	4,41	4,5		
C. R. A. Arriba Orquídea de Manduro					8,22	
C. R. A. Abajo Orquídea de Manduro						8,24
Límites máximos permisibles TULSMA para descarga , C.R.A.Ar , C.R.A.Ab, captación y producción no menor a 5 mg/lt	5	5	5	5	5	

SATURACION DE OXIGENO	1 mes	2 mes	3 mes	4 mes	Promedio C.R.A. Arriba Orquídea	Promedio C.R.A. Abajo Orquídea
Captación Orquídea de Manduro	106,6	113,6	112,1	108,2		
Producción Orquídea de Manduro	121,6	143,5	82,1	32,1		
Descarga Orquídea de Manduro	76,83	68,17	55,7	50,3		
C.R.A. Arriba Orquídea de Manduro					97,1	
C.R.A. Abajo Orquídea de Manduro						100,5
Límites máximos permisibles TULSMA para descarga , C.R.A.Ar , C.R.A.Ab, captación y producción no menor a 60 %	60	60	60	60	60	60

CONDUCTIVIDAD	1 mes	2 mes	3 mes	4 mes	Promedio C.R.A. Arriba Orquídea	Promedio C.R.A. Abajo Orquídea
Captación Orquídea de Manduro	13,82	12,64	13,27	11,99		
Producción Orquídea de Manduro	26,7	28,9	27,2	19,81		
Descarga Orquídea de Manduro	29,6	24,7	28,2	24,2		
C.R.A. Arriba Orquídea de Manduro					37,7	
C.R.A. Abajo Orquídea de Manduro						38,45

NITRITOS	1 mes	2 mes	3 mes	4 mes	Promedio C.R.A. Arriba Orquídea	Promedio C.R.A. Abajo Orquídea
Captación Orquídea de Manduro	0,055	0,034	0,035	0,115		
Producción Orquídea de Manduro	0,04	0,043	0,057	0,077		
Descarga Orquídea de Manduro	0,092	0,084	0,045	0,292		
C.R.A. Arriba Orquídea de Manduro					0,063	
C.R.A. Abajo Orquídea de Manduro						0,055

FOSFATOS	1 mes	2 mes	3 mes	4 mes	Promedio C.R.A. Arriba Orquídea	Promedio C.R.A. Abajo Orquídea
Captación Orquídea de Manduro	0,05	0,04	0,09	0,64		
Producción Orquídea de Manduro	0,03	0,11	0,22	0,41		
Descarga Orquídea de Manduro	0,14	0,28	0,26	0,81		
C.R.A. Arriba Orquídea de Manduro					0,23	
C.R.A. Abajo Orquídea de Manduro						0,33

DQO	1mes	2mes	3mes	4mes	Promedio C.R.A. Arriba Orquídea	Promedio C.R.A. Abajo Orquídea
Descarga Orquídea de Manduro	110	319	109	112		
C.R.A. Arriba Orquídea de Manduro					109	
C.R.A. Abajo Orquídea de Manduro						88
Límites máximos permisibles TULSMA para: descarga, C.R.A.Ar y C.R.A.Ab. 200 mg/l	200	200	200	200	200	200

Anexo 4 Valores de parámetros físico-químicos de la organización La Delicia

pH	1 mes	2 mes	3 mes	4 mes	Promedio C.R.A. Arriba La Delicia	Promedio C.R.A. Abajo La Delicia
Captación La Delicia	6,20	7,61	7,80	8,03		
Producción La Delicia	7,09	6,64	7,25	6,61		
Descarga La Delicia	7,34	6,83	7,17	7,19		
C.R.A. Arriba La Delicia					7,05	
C.R.A. Abajo La Delicia						7,43
Límites mínimos permisibles TULSMA para descarga , C.R.A.Ar , C.R.A.Ab	6	6	6	6	6	6
Límites máximos permisibles TULSMA para descarga , C.R.A.Ar , C.R.A.Ab, captación y producción	9	9	9	9	9	9
Límites mínimos permisibles TULSMA para captación y producción	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5

TEMPERATURA	1 mes	2 mes	3 mes	4 mes	Promedio C.R.A. Arriba La Delicia	Promedio C.R.A. Abajo La Delicia
Captación La Delicia	23,1	24,1	23,6	22,6		
Producción La Delicia	26,2	24,8	24,4	22,3		
Descarga La Delicia	26,4	25,7	22,3	22,4		
C.R.A. Arriba La Delicia					22,05	
C.R.A. Abajo La Delicia						22,05
Límites máximos permisibles TULSMA para descarga , C.R.A. Arriba , C.R.A. Abajo	35	35	35	35	35	35
Límites máximos permisibles TULSMA producción y captación	32	32	32	32	32	32

OXIGENO DISUELTO	1 mes	2 mes	3 mes	4 mes	Promedio C.R.A. Abajo La Delicia	Promedio C.R.A. Abajo La Delicia
Captación La Delicia	8,12	9,47	11,17	5,63		
Producción La Delicia	2,9	6,01	5,75	6,7		
Descarga La Delicia	4,9	6,31	7,35	6,45		
C.R.A. Arriba La Delicia					8,52	
C.R.A. Abajo La Delicia						8,47
Límites máximos permisibles TULSMA para descarga , C.R.A.Ar , C.R.A.Ab, captación y producción no menor a 5 mg/lt	5	5	5	5	5	5

SATURACIÓN DE OXIGENO	1 mes	2 mes	3 mes	4 mes	Promedio C.R.A. Arriba La Delicia	Promedio C.R.A. Abajo La Delicia
Captación La Delicia	100,1	123,4	129,6	133		
Producción La Delicia	90,1	78	75,2	86,43		
Descarga La Delicia	65,5	81,8	91,8	85,57		
C.R.A. Arriba La Delicia					97,6	
CR.A. Abajo La Delicia						98,65
Limites máximos permisibles TULSMA para descarga , C.R.A.Ar , C.R.A.Ab, captación y produccion no menor a 60 %	60	60	60	60	60	60

CONDUCTIVIDAD	1 mes	2 mes	3 mes	4 mes	Promedio C.R.A. Arriba La Delicia	Promedio C.R.A. Abajo La Delicia
Captación La Delicia	106,16	121,1	116,7	116,2		
Producción La Delicia	90,1	86,1	80,5	94,8		
Descarga La Delicia	98,7	88,9	86,8	95,7		
C.R.A. Arriba La Delicia					43,5	
C.R.A. Abajo La Delicia						46,25

NITRITOS	1 mes	2 mes	3 mes	4 mes	Promedio C.R.A. Arriba La Delicia	Promedio C.R.A. Abajo La Delicia
Captación La Delicia	0,035	0,037	0,032	0,031		
Producción La Delicia	0,044	0,052	0,33	0,072		
Descarga La Delicia	0,048	0,06	0,055	0,062		
C.R.A. Arriba La Delicia					0,042	
C.R.A. Abajo La Delicia						0,046

FOSFATOS	1 mes	2 mes	3 mes	4 mes	Promedio C.R.A. Arriba	Promedio C.R.A. Abajo
Captación La Delicia	0,04	0,98	0,35	0,31		
Producción La Delicia	0,03	0,08	0,35	0,2		
Descarga La Delicia	0,03	0,16	0,18	0,18		
C.R.A. Arriba La Delicia					0,51	
C.R.A. Abajo La Delicia						0,24

DQO	1mes	2mes	3mes	4mes	Promedio C.R.A. Arriba La Delicia	Promedio C.R.A. Abajo La Delicia
Descarga La Delicia	72	80	126	134		
C.R.A. Arriba La Delicia					110	
C.R.A. Abajo La Delicia						74
Límites máximos permisibles TULSMA para: descarga, C.R.A.Ar y C.R.A.Ab. 200 mg/lt	200	200	200	200	200	200

Anexo 5 Valores de parámetros físico-químicos de la organización Pitumsisa

pH	1 mes	2 mes	3 mes	4 mes	Promedio C.R.A. Arriba	Promedio C.R.A. Abajo
Captación Pitumsisa	6,67	7,18	7,00	6,93		
Producción Pitumsisa	6,95	7,09	7,20	6,76		
Descarga Pitumsisa	7,03	7,15	6,92	6,86		
C. R. A. Arriba Pitumsisa					7,21	
C. R. A. Abajo Pitumsisa						7,26
Limites mínimos permisibles TULSMA para descarga , C.R.A.Ar, C.R.A.Ab	6	6	6	6	6	6
Limites máximos permisibles TULSMA para descarga , C.R.A.Ar , C.R.A.Ab, captación y producción	9	9	9	9	9	9
Limites mínimos permisibles TULSMA para captación y producción	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5

TEMPERATURA	1mes	2mes	3 mes	4 mes	Promedio C.R.A. Arriba Pitumsisa	Promedio C.R.A. Abajo Pitumsisa
Captación Pitumsisa	22,9	24,8	26,6	23,7		
Producción Pitumsisa	27,1	27,6	31,3	27,9		
Descarga Pitumsisa	27,2	31,1	28,7	25,7		
C. R. A. Arriba Pitumsisa					23,2	
C. R. A. Abajo Pitumsisa						23,6
Limites máximos permisibles TULSMA para descarga , C.R.A.Ar , C.R.A.Ab	35	35	35	35	35	35
Limites máximos permisibles TULSMA producción y captación	32	32	32	32	32	32

OXIGENO DISUELTO	1 mes	2 mes	3 mes	4 mes	Promedio C.R.A. Arriba Pitumsisa	Promedio C.R.A. Abajo Pitumsisa
Captación Pitumsisa	8,13	7,94	7,86	7,85		
Producción Pitumsisa	2,49	2,43	2,78	5,25		
Descarga Pitumsisa	7,77	7,87	5,73	5,6		
C.R.A. Arriba Pitumsisa					7,94	
C.R.A. Abajo Pitumsisa						8,13
Limites máximos permisibles TULSMA para descarga , C.R.A.Ar, C.R.A.Ab, captación y producción no menor a 5 mg/l	5	5	5	5	5	5

SATURACION DE OXIGENO	1mes	2mes	3mes	4mes	Promedio C.R.A. Arriba Pitumsisa	Promedio C.R.A. Abajo Pitumsisa
Captación Pitumsisa	101,7	94,45	91,5	90,5		
Producción Pitumsisa	33,6	33,2	37,86	71,19		
Descarga Pitumsisa	91,5	92,43	73,4	72,3		
C.R.A. Arriba Pitumsisa					94,45	
CR.A. Abajo Pitumsisa						99
Límites máximos permisibles TULSMA para descarga , C.R.A.Ar, C.R.A.Ab, captación y producción no menor a 60 %	60	60	60	60	60	60

CONDUCTIVIDAD	1mes	2mes	3mes	4mes	Promedio C.R.A. Arriba	Promedio C.R.A. Abajo
Captación Pitumsisa	24,6	27,2	30,2	28,3		
Producción Pitumsisa	101,8	63,8	49	45,8		
Descarga Pitumsisa	43,8	23,7	75,8	75,7		
C.R.A. Arriba Pitumsisa					40,67	
C.R.A. Abajo Pitumsisa						52,63

NITRITOS	1mes	2mes	3mes	4mes	Promedio C.R.A. Arriba Pitumsisa	Promedio C.R.A. Abajo Pitumsisa
Captación Pitumsisa	0,05	0,021	0,037	0,048		
Producción Pitumsisa	0,05	0,032	0,051	0,068		
Descarga Pitumsisa	0,044	0,036	0,041	0,049		
C.R.A. Arriba Pitumsisa					0,061	
C.R.A. Abajo Pitumsisa						0,054

FOSFATOS	1mes	2mes	3mes	4mes	Promedio C.R.A. Arriba Pitumsisa	Promedio C.R.A. Abajo
Captacion Pitumsisa	0,03	0,19	0,1	0,06		
Produccion Pitumsisa	0,03	0,15	0,8	0,08		
Descarga Pitumsisa	0,14	0,13	0,41	0,39		
C.R.A.Arriba Pitumsisa					0,13	
C.R.A.Abajo Pitumsisa						0,52

DQO	Promedio Descarga Pitumsisa	Promedio C.R.A. Arriba Pitumsisa	Promedio C.R.A. Abajo Pitumsisa
Descarga Pitumsisa	97		
C.R.A. Arriba Pitumsisa		68	
C.R.A. Abajo Pitumsisa			94
Límites máximos permisibles TULSMA para: descarga, C.R.A.Ar y C.R.A.Ab. 200 mg/l	200	200	200

Anexo 6 Valores de parámetros físico-químicos de la organización Rancho Verde

pH	1 mes	2 mes	3 mes	4 mes	Promedio Descarga Rancho Verde	Promedio C.R.A. Arriba Rancho Verde	Promedio C.R.A. Abajo Rancho Verde
Captación Rancho Verde	6,74	6,95	7,29	7,39			
Producción Rancho Verde	6,34	7,36	6,91	7,24			
Descarga Rancho Verde					6,83		
C. R. A. Arriba Rancho Verde						6,99	
C. R. A. Abajo Rancho Verde							7,12
Limites mínimos permisibles TULSMA para descarga , C.R.A.Ar , C.R.A.Ab	6	6	6	6	6	6	6
Limites máximos permisibles TULSMA para descarga , C.R.A.Ar, C.R.A.Ab, captación y producción	9	9	9	9	9	9	9
Limites mínimos permisibles TULSMA para captación y producción	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5

TEMPERATURA	1mes	2mes	3 mes	4 mes	Promedio Descarga Rancho Verde	Promedio C.R.A. Arriba Rancho Verde	Promedio C.R.A. Abajo Rancho Verde
Captación Rancho Verde	22,6	23,6	26,3	23,5			
Producción Rancho Verde	26,1	28,4	30,9	26,9			
Descarga Rancho Verde					23,5		
C. R. A. Arriba Rancho Verde						22,3	
C. R. A. Abajo Rancho Verde							21,9
Límites máximos permisibles TULSMA para descarga , C.R.A. Arriba , C.R.A. Abajo	35	35	35	35	35	35	35
Limites máximos permisibles TULSMA producción y captación	32	32	32	32	32	32	32

OXIGENO DISUELTO	1mes	2mes	3mes	4mes	Promedio Descarga Rancho Verde	Promedio C.R.A. Arriba Rancho Verde	Promedio C.R.A. Abajo Rancho Verde
Captación Rancho Verde	8,41	7,76	7,58	8,03			
Producción Rancho Verde	5,16	9,03	8,87	5,49			
Descarga Rancho Verde					5,83		
C.R.A. Arriba Rancho Verde						8,21	
C.R.A. Abajo Rancho Verde							7,64
Limites máximos permisibles TULSMA para descarga , C.R.A.Ar, C.R.A.Ab, captación y producción no menor a 5 mg/lit	5	5	5	5	5	5	5

SATURACION DE OXIGENO	1mes	2mes	3mes	4mes	Promedio C.R.A. Arriba Rancho Verde	Promedio C.R.A. Abajo Rancho Verde	Promedio Descarga Rancho Verde
Captación Rancho Verde	104,6	98,4	96,11	98,6			
Producción Rancho Verde	68,4	125,8	123,57	72			
Descarga Rancho Verde							77,77
C.R.A. Arriba Rancho Verde					101,8		
CR.A. Abajo Rancho Verde						96,51	
Limites máximos permisibles TULSMA para descarga , C.R.A.Ar , C.R.A.Ab, captación y producción no menor a 60 %	60	60	60	60	60	60	60

CONDUCTIVIDAD	1 mes	2 mes	3 mes	4 mes	Promedio Descarga Rancho Verde	Promedio C.R.A. Arriba Rancho Verde	Promedio C.R.A. Abajo Rancho Verde
Captación Rancho Verde	19,4	20,04	28,7	30,8			
Producción Rancho Verde	59,9	49,02	40,8	38,5			
Descarga Rancho Verde					70,35		
C.R.A. Arriba Rancho Verde						39,07	
C.R.A. Abajo Rancho							21,85

Verde							
-------	--	--	--	--	--	--	--

NITRITOS	1 mes	2 mes	3 mes	4 mes	Promedio Descarga Rancho Verde	Promedio C.R.A. Arriba Rancho Verde	Promedio C.R.A. Abajo Rancho Verde
Captación Rancho Verde	0,036	0,023	0,036	0,041			
Producción Rancho Verde	0,038	0,031	0,041	0,014			
Descarga Rancho Verde					0,048		
C.R.A. Arriba Rancho Verde						0,047	
C.R.A. Abajo Rancho Verde							0,051

FOSFATOS	1 mes	2 mes	3 mes	4 mes	Promedio Descarga Rancho Verde	Promedio C.R.A. Arriba Rancho Verde	Promedio C.R.A. Abajo Rancho Verde
Captación Rancho Verde	0,03	0,07	0,05	0,3			
Producción Rancho Verde	0,03	0,04	0,08	0,31			
Descarga Rancho Verde					0,37		
C.R.A. Arriba Rancho Verde						0,25	
C.R.A. Abajo Rancho Verde							0,11

DQO	Promedio Descarga Rancho Verde	Promedio C.R.A. Arriba Rancho Verde	Promedio C.R.A. Abajo Rancho Verde
Descarga Rancho Verde	112		
C.R.A. Arriba Rancho Verde		262	
C.R.A. Abajo Rancho Verde			154
Límites máximos permisibles TULSMA para: descarga, C.R.A.Ar y C.R.A.Ab. 200 mg/l	200	200	200

Anexo 7 Valor de turbidez de las cuatro organizaciones piscícolas

ORGANIZACION	1 mes	2 mes	3 mes	4 mes
Producción Orquídea de Manduro	35	10	25	20
Producción La Delicia	30	20	25	40
Producción Rancho Verde	49	40	18	50
Producción Pitumsisa	70	45	33	20

Anexo 8 Encuesta realizada a las cuatro organizaciones

DATOS GENERALES	
Cantón	
Parroquia	
Localidad	
Dirección	
Representante de la organización	
Encuestador	

MEDIOS DE PRODUCCION

INFORMACION RESPECTO A LOS ESTANQUES CON LOS QUE CUENTA SU ORGANIZACIÓN Y LAS DEBIDAS CARACTERISTICAS

N.- DE ESTANQUE	SUPERFICIE	PROFUNDIDAD	COBERTUR A DEL FONDO	COSTO DE IMPLEMENTACION	FUENTES DE FINANCIAMIENTO PARA SU CONSTRUCCION	PROPIEDAD DEL TERRENO	OBSERVACIONES

¿Detalle las características de otras instalaciones productivas con las que cuenta (bodega, casetas,etc.)y de donde proviene su financiamiento?

¿Con que equipos herramientas y otros objetos útiles cuenta la organización y de donde proviene su aportación para la compra de estos equipos y herramientas?

¿Cuál es la capital corriente (liquido) promedio con el que cuenta la organización (dinero en efectivo, cuentas de ahorro, etc.)?

¿Cuál es el origen del capital líquido?

¿Cuáles son los principales egresos (gastos e inversión de la organización)?

ENUMERE A LAS PERSONAS SOCIAS DE LA ORGANIZACIÓN Y SU APOORTE DENTRO DE LA MISMA

Nombre	Ocupación Principal	Ocupación Secundaria	Lugar de residencia	Función en la organización	Aporte económico en la organización	Aporte de recurso humano(tiempo dedicado)	Otro tipo de aportes

USO DEL RECURSO HIDIRCO

Enumere las captaciones realizadas en los últimos cinco meses:

Cuerpo hídrico de proveniencia del agua	Caudal promedio	Tiempo de Captación	Volumen Captado	Estanques(peceras) de destino	Observaciones

Enumere las descargas realizadas en los últimos cinco meses

Cuerpo hídrico de proveniencia del agua	Caudal promedio de descarga	Tiempo de descarga	Volumen de descarga	Estanques(peceras) de proveniencia	Observaciones

¿Cuál es el estado de regularización de la organización respecto al Ministerio del Ambiente?

¿Cuál es el estado de regularización de la organización respecto a SENAGUA?

¿Qué problemas, conflictos o riesgos cree usted que su organización padece respecto al acceso del agua?

D. COSTOS DE PRODUCCION

21. Proporcione información referente a las labores realizadas en los últimos tres ciclos de producción finalizados (desde la preparación del estanque hasta la venta del producto).

Estanque N.- 1 PRESTADO	Área: 450m2
-------------------------	-------------

Insumos Utilizados								Mano de Obra								
Labor realizada	Fecha	Rubro(concepto)	Provenienci a del insumo(proveedor y lugar)	Unidad	Cantidad	Valor	Financiad o por:	A cargo de personas de la organización		Prestada			Contratada			Observaciones
								Número de personas	Horas de trabaj o	# de persona s	Horas de trabaj o	Forma de retribu ción	# de personas	Horas de trabajo	Valor	
Adecuación del estanque		Tubos														
		Malla														
		Limpieza														
		Encalado														
		Llenado de peceras														
		Otros														
	Otros															
Colocación de alevines		Alevines														
Colocación de insumos		Fertilizantes														
		Balanceado														
		Balanceado														
		Balanceado														
		Cal														
Pesca		Cosecha														
Gastos de comercializació n		Transporte														
		Venta														
		Otros														

¿Cada cuánto realiza recambios de agua?

VOLUMEN Y DESTINO DE LA PRODUCCIÓN

Proporcione información referente al rendimiento productivo en los tres últimos ciclos de producción finalizados(desde la preparación del estanque hasta la venta del producto)												
Pecera N.-	Especies	Fecha de siembra	Cantidad de peces sembrada	Fecha de cosecha de peces	Cantidad de peces producida	Peso promedio(g/pez,lb/pez)	Cantidad producida (g,lb)	Cantidad destinada a la venta (g,lb)	Precio de venta	Sitio y lugar de venta	Cantidad destinada a auto consumo	Cantidad destinada a otros fines
TOTAL												

¿Qué problemas, debilidades o amenazas considera usted que padece la organización respecto a la producción, costos, rendimiento o venta?

¿Qué necesidades de las organizaciones piscícolas de su localidad cree usted que deberían ser atendidas por los organismos públicos?

Anexo 9 Tabla de aspectos relacionados con el presupuesto del humedal artificial

Datos de la producción por estanque				Datos de humedal artificial			
Organización	Producción alevines	Superficie de estanque m ²	Caudal de descarga L/seg	Superficie requerida del humedal m ²	Costo de requerimiento \$		Numero de humedales
					Valor unitario	Valor total	
Orquídea de Manduro	5000	800	2,10	300	535,00	535,00	1
Pitumsisa	9000	1600	0,028	300	535,00	1,605	3
La Delicia	5000	600	3,22	300	535,00	1,070	2
Rancho Verde	6000	1200	0,34	300	535,00	535,00	1

Anexo 10 Registro Fotográfico



Autor: Israel Cisneros



Autor: Israel Cisneros



Autores: Israel Cisneros, Meysi Aguirre



Autores: Israel Cisneros, Meysi Aguirre



Autores: Israel Cisneros, Meysi Aguirre



Autores: Israel Cisneros, Meysi Aguirre



Autores: Israel Cisneros, Meysi Aguirre



Autores: Israel Cisneros, Meysi Aguirre



Autor: Israel Cisneros



Autores: Israel Cisneros, Meysi Aguirre



Autores: Israel Cisneros, Meysi Aguirre



Autores: Israel Cisneros, Meysi Aguirre