

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN –TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



“Incidencia de la crianza de “Tilapia” *Oreochromis niloticus* en la calidad del Agua y su impacto ambiental, en el Distrito de Moyobamba - 2015”

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTORES:

Bach. Max Henry Amacifen Collantes.
Bach. Rosa Violeta Guevara Chuquimango.

ASESOR:

Ing. Alfonso Rojas Bardalez

Código N° 06053615

Moyobamba – Perú

2017



ACTA DE SUSTENTACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

En la sala de conferencia de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín-T sede Moyobamba y siendo las diez de la mañana del día viernes 13 de octubre del dos mil diecisiete, se reunió el jurado de tesis integrado por:

Blgo. M.Sc. ASTRIHT RUIZ RÍOS
Ing. GERARDO CÁCERES BARDÁLEZ
Econ. WILHELM CACHAY ORTIZ

PRESIDENTE
SECRETARIO
MIEMBRO

Ing. ALFONSO ROJAS BARDALEZ

ASESOR

Para evaluar la sustentación de la tesis titulado “Incidencia de la crianza de “Tilapia” *Oreochromis niloticus* en la calidad del Agua y su impacto ambiental, en el Distrito de Moyobamba – 2015” presentado por los Bachilleres en Ingeniería Ambiental, Max Henry Amacifen Collantes y Rosa Violeta Guevara Chuquimango, según resolución de comisión organizadora N° 120-2015-UNSM-T- FE-CO de fecha 11 de Agosto del 2015.

Los señores miembros del jurado, después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica; luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran, **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de, **BUENO** y nota **QUINCE (15)**.

En fe de la cual se firma la presente acta, siendo las **11:40** horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el presente acto de sustentación.

Blgo. M.Sc. Astriht Ruiz Ríos
Presidente

Econ. Wilhelm Cachay Ortiz
Miembro

Ing. Gerardo Cáceres Bardález
Secretario

Ing. Alfonso Rojas Bardalez
Asesor

Formato de autorización **NO EXCLUSIVA** para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el repositorio de tesis digital

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Amacifen Collantes Max Henry		
Código de alumno :	085104	Teléfono:	963515266
Correo electrónico:	xam_1@hotmail.com	DNI:	46227083

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ecología
Escuela Profesional de:	Ingeniería Ambiental

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título :	"Incidencia de la crianza de "tilapia" Oreochromis niloticus en la calidad del Agua y su impacto ambiental, en el Distrito de Moyobamba - 2015 "
Año de publicación:	2017

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia **CREATIVE COMMONS**

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".



Firma del Autor

8. Para ser llenado por la Biblioteca central o especializada

Fecha de recepción del documento por el Sistema de Bibliotecas:

14 / 12 / 2017



Prof. Alicia Mercedes Grández Chávez
JEFE DE LA UNIDAD DE BIBLIOTECA CENTRAL

Firma de Biblioteca

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Formato de autorización **NO EXCLUSIVA** para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el repositorio de tesis digital

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Guevara Chuquimango Rosa Violeta	
Código de alumno :	075163	Teléfono: 969990295
Correo electrónico:	rosa.guevara.c@hotmail.com	DNI: 45609062

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ecología
Escuela Profesional de:	Ingeniería Ambiental

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título :	"Incidencia de la crianza de "Tilapia" <i>Oreochromis niloticus</i> en la calidad del Agua y su impacto ambiental en el Distrito de Moyobamba - 2015"
Año de publicación:	2017

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia **CREATIVE COMMONS**

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".



Firma del Autor

8. Para ser llenado por la Biblioteca central o especializada

Fecha de recepción del documento por el Sistema de Bibliotecas:

14 / 12 / 2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN TARAPOTO
UNIDAD DE BIBLIOTECA CENTRAL



Prof. Alicia Mercedes Grández Chávez
JEFE DE LA UNIDAD DE BIBLIOTECA CENTRAL

Firma de Biblioteca

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres.

Por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaron. Gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto se los debo a ustedes. Porque en gran parte, gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera. Porque el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final. Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí.

Max Henry Amacifen Collantes

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud, bienestar y sabiduría para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi Madre.

Por darme la vida, por su inmenso amor, y por qué fue la persona que me apoyó incondicionalmente para poder alcanzar mis metas, objetivos y además por creer en mí.

Gracias por que fuiste tú mi fortaleza en los momentos más difíciles de mi carrera y de mi vida. Va para ti, por lo que vales, porque admiro tu fortaleza y por lo que eres mujer, amiga y mamá luchadora.

Rosa Violeta Guevara Chuquimango

AGRADECIMIENTO

- En primer lugar a Dios, por darme la vida y la fortaleza para seguir adelante y permitirme cumplir con todas mis metas.
- Expreso, mi más sincero agradecimiento, reconocimiento y cariño, primeramente, a Dios y a mis queridos padres, Donaoro Amacifen e Isabel Collantes, que, con su dedicación invaluable y sacrificio, hacen posible mi formación Profesional, por brindarme en todo momento su apoyo incondicional a lo largo de la carrera profesional.
- A mi amiga, esposa y compañera Rosa Guevara, por brindarme en todo momento su ayuda, su compañía, sus consejos y por darme las fuerzas para seguir adelante; a mi hija Danna Valentina por ser mi motor para seguir superándome en todo aspecto de mi vida.
- A la Universidad Nacional de San Martín, en especial a la Facultad de Ecología y a su plana docente, que contribuyen en mi formación profesional.
- Agradezco a los jurados de mi tesis, Ing. Gerardo Cáceres Bardález, Econ. Wilhelm Cachay Ortiz, Blgo. MSc. Astriht Ruiz Ríos, personas que admiro por sus inteligencias y sus conocimientos; por sus valiosas sugerencias y acertados aportes durante el desarrollo de este trabajo.
- A mi asesor de tesis al Ing. Alfonso Rojas Bardalez, a quien le debo el hecho de que esta tesis tenga los menos errores posibles. Gracias por su generosidad de brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad en un marco de confianza, afecto y amistad.

Max Henry Amacifen Collantes.

AGRADECIMIENTO

- En primer lugar a Dios, por darme la vida y la fortaleza para seguir adelante y permitirme cumplir con todas mis metas.
- Expreso, mi más sincero agradecimiento, reconocimiento y cariño, primeramente, a Dios y a mi querida madre, Peregrina Chuquimango Becerra, que, con su dedicación invaluable y sacrificio, hacen posible mi formación Profesional, por brindarme en todo momento su apoyo incondicional a lo largo de la carrera profesional.
- A mi amigo, esposo y compañero Max Henry, por brindarme en todo momento su apoyo, su compañía, su comprensión sus consejos y por darme las fuerzas para seguir adelante; a mi hija Danna Valentina por ser mi motor, motivo y mi más grande inspiración para seguir superándome en todo aspecto de mi vida.
- A mis 9 hermanos (Marcos, Wilder, Oscar, Gladis, Rosbel, Tito, Mario, Michel y Cielo) por su apoyo incondicional y por depositarme su confianza, en especial para mi hermano Oscar Humberto, aun cuando la vida no le dio la oportunidad de verme profesional, sé que desde donde esté se siente muy orgulloso de mí.
- A mis suegros, Donaoro Amacifen Pisco e Isabel Collantes Tejedo, por su apoyo incondicional y por impulsarnos a cumplir mis objetivos.
- A la Universidad Nacional de San Martín, en especial a la Facultad de Ecología y a su plana docente, que contribuyen en mi formación profesional.
- Agradezco a los jurados de mi tesis, Ing. Gerardo Cáceres Bardález, Econ. Wilhelm Cachay Ortiz, Blgo. MSc. Astriht Ruiz Ríos, personas que admiro por sus inteligencias y sus conocimientos; por sus valiosas sugerencias y acertados aportes durante el desarrollo de este trabajo.
- A mi asesor de tesis al Ing. Alfonso Rojas Bardalez, a quien le debo el hecho de que esta tesis tenga los menos errores posibles. Gracias por su generosidad de brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad en un marco de confianza, afecto y amistad.

Rosa Violeta Guevara Chuquimango.

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se realizó el monitoreo de los parámetros de calidad del agua de 05 granjas Acuícolas de Micro y Pequeña Empresa – AMYPE como: Cristóbal Ramírez Mendoza, Cristir del Águila Cruz, Empresa Nutriquat S.A.C., Estación Pesquera Marona y Marcelino Méndez Rengifo, en 02 campañas cada uno, evaluando parámetros como temperatura, transparencia, pH, oxígeno disuelto, alcalinidad, nitritos, nitratos, dureza y amoníaco, principales indicadores para el desarrollo de la actividad de acuicultura en ambientes controlados. Los resultados obtenidos nos demuestran que en la temporada húmeda y seca, en el afluente existe un ligero incremento en la campaña 2 con respecto a la campaña 1 en los parámetros de temperatura, transparencia, pH, oxígeno disuelto; en lo que respecta a los nitratos y nitritos mantienen sus niveles en ambas campañas, pero el amoníaco tiende a descender en 0.04 mg/l; en los efluentes existe un ligero incremento en la campaña 2 con respecto a la campaña 1 en los parámetros de temperatura, transparencia, oxígeno disuelto; en lo que respecta a los nitritos, nitratos y amoníaco tiende a descender en la campaña 2; todo ello se debe a que durante la campaña 2 se encontraba enmarcada dentro de época seca. Existe diferencia comparativa entre los resultados promedios obtenidos de los efluentes con los afluentes de las granjas acuícolas, mayores valores se obtuvieron en los monitoreos realizados en los afluentes que representan el ingreso de agua a las granjas acuícolas en mayor proporción en amoníaco, nitratos y nitritos, debido a la carga orgánica al ingreso.

En los parámetros de calidad del agua evaluados en el efluente, no sobre pasan los estándares de calidad ambiental para agua establecidos por D. S. N° 015-2015-MINAM: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y parámetros óptimos para la crianza de peces en ambientes tropicales; mientras en los afluentes los parámetros de nitritos y amoníaco si sobre pasan con valores de 0.36 mg/l y 0.12 mg/l de 0.1 mg/l respectivamente.

De la aplicación de la Matriz de Leopold se determinó que mayores impactos negativos se producen en la etapa de operación y construcción.

Palabras Clave: acuicultura, calidad del agua, contaminación del agua, impacto ambiental, monitoreo ambiental, parámetros de calidad del agua.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

CENTRO DE IDIOMAS



ABSTRACT

This research work was carried out the monitoring of water quality parameters of 05 Micro and Small Business Aquaculture farms AMYPE as: Cristóbal Ramírez Mendoza, Cristir del Águila Cruz, Nutriquat SAC Company, Marona Fishing Station and Marcelino Méndez Rengifo, in 02 campaigns each, evaluating parameters such as temperature, transparency, pH, dissolved oxygen, alkalinity, nitrites, nitrates, hardness and ammonia, main indicators for the development of aquaculture activity in controlled environments. The results obtained show that in the wet and dry season, in the tributary there is a slight increase in season 2 with respect to season 1 in the parameters of temperature, transparency, pH, dissolved oxygen; with respect to nitrates and nitrites, they maintain their levels in both campaigns, but ammonia tends to decrease in 0.04 mg / l; in the effluents there is a slight increase in campaign 2 with respect to campaign 1 in the parameters of temperature, transparency, dissolved oxygen; as regards nitrites, nitrates and ammonia, it tends to fall in campaign 2; all this is due to the fact that during campaign 2 it was framed within the dry season. There is a comparative difference between the average results obtained from the effluents with the tributaries of the aquaculture farms, higher values were obtained in the monitoring carried out on the tributaries that represent the entry of water to the aquaculture farms in greater proportion in ammonia, nitrates and nitrites, due to the organic load on income.

In the water quality parameters evaluated in the effluent, environmental quality standards for water are not passed by DS N ° 015-2015-MINAM: National Environmental Quality Standards for Water and optimum parameters for the rearing of fish in tropical environments; while in the tributaries the parameters of nitrites and ammonia if above pass with values of 0.36 mg / l and 0.12 mg / l of 0.1 mg / l respectively.

From the application of the Leopold Matrix it was determined that greater negative impacts occur in the operation and construction stage.

Keywords: aquaculture, water quality, water pollution, environmental impact, environmental monitoring, water quality parameters.

INDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT.....	vii
INDICE.....	viii
INTRODUCCION	xii
CAPITULO I: EL PROBLEMA.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Formulación del problema	1
1.3. Objetivos.....	1
1.3.1. Objetivo general.....	1
1.3.2. Objetivos específicos.....	2
1.4. Justificación de la investigación.	2
CAPITULO II: MARCO TEORICO	3
2.1. Antecedentes de la investigación.	3
2.2. Bases teóricas.....	8
2.3. Definición de términos.....	37
CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO.....	43
3.1. Sistema de hipótesis.....	43
3.2. Sistema de variables.....	43
3.3. Tipo y nivel de investigación.....	43
3.4. Diseño de investigación.....	44
3.5. Población y muestra.....	44
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	46
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	48
CAPITULO IV: RESULTADOS	49
4.1. Resultado de la evaluación de las características físicas químicas del agua en las granjas acuícolas con cultivo de “Tilapia” <i>Oreochromis niloticus</i> a nivel semiintensivo en 02 campañas de producción consecutivas.....	49
4.2. Resultado del análisis comparativo de la calidad del agua con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y/o parámetros óptimos para crianza de peces tropicales.....	59
4.3. Resultado del análisis matricial para determinar los impactos ambientales en el recurso agua y entorno.....	61

4.4. Discusión de resultados.....	63
CONCLUSIONES	65
RECOMENDACIONES.....	66
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	67
ANEXOS	71

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Muestra estadística evaluada	46
Tabla 2 Resultados de monitoreo de calidad del agua afluente estación N°01: Cristóbal Ramírez Mendoza – Campaña 1.....	49
Tabla 3 Resultados de monitoreo de calidad del agua afluente estación N°01: Cristóbal Ramírez Mendoza – Campaña 2.....	49
Tabla 4 Resultados de monitoreo de calidad del agua afluente estación N°02: Cristir del Águila Cruz – Campaña 1.....	50
Tabla 5 Resultados de monitoreo de calidad del agua afluente estación N°02: Cristir del Águila Cruz – Campaña 2.....	50
Tabla 6 Resultados de monitoreo de calidad del agua afluente estación N°03: Empresa Nutriquat S.A.C. – Campaña 1.	50
Tabla 7 Resultados de monitoreo de calidad del agua afluente estación N°03: Empresa Nutriquat S.A.C. – Campaña 2.	51
Tabla 8 Resultados de monitoreo de calidad del agua afluente estación N°04: Estación Pesquera Marona. – Campaña 1.	51
Tabla 9 Resultados de monitoreo de calidad del agua afluente estación n°04: Estación Pesquera Marona. – Campaña 2.	51
Tabla 10 Resultados de monitoreo de calidad del agua afluente estación N°05: Marcelino Méndez Alfaro – campaña 1.	52
Tabla 11 Resultados de monitoreo de calidad del agua afluente estación N°05: Marcelino Méndez Alfaro – Campaña 2.....	52
Tabla 12 Resultados de monitoreo de calidad del agua efluente estación N°01: Cristóbal Ramírez Mendoza – Campaña 1.....	52
Tabla 13 Resultados de monitoreo de calidad del agua efluente estación N°01: Cristóbal Ramírez Mendoza – Campaña 2.....	53

Tabla 14 Resultados de monitoreo de calidad del agua efluente estación N°02: Cristir del Águila Cruz – Campaña 1.....	53
Tabla 15 Resultados de monitoreo de calidad del agua efluente estación N°02: Cristir del Águila Cruz – Campaña 2.....	53
Tabla 16 Resultados de monitoreo de calidad del agua efluente estación N°03: Empresa Nutriquat S.A.C. – Campaña 1.	54
Tabla 17 Resultados de monitoreo de calidad del agua efluente estación N°03: Empresa Nutriquat S.A.C. – Campaña 2.	54
Tabla 18 Resultados de monitoreo de calidad del agua efluente estación N°04: Estación Pesquera Marona. – Campaña 1.	54
Tabla 19 Resultados de monitoreo de calidad del agua efluente estación N°04: Estación Pesquera Marona. – Campaña 2.	55
Tabla 20 Resultados de monitoreo de calidad del agua efluente estación N°05: Marcelino Méndez Alfaro – Campaña 1.....	55
Tabla 21 Resultados de monitoreo de calidad del agua efluente estación N°05: Marcelino Méndez Alfaro – Campaña 2.....	55
Tabla 22 Resultados promedio de monitoreo de afluentes de las campañas 1 y 2.	56
Tabla 23 Resultados promedio de monitoreo de efluentes de las campañas 1 y 2.	57
Tabla 24 Resultados comparativos de promedios de monitoreo de afluentes y efluentes.	58
Tabla 25 Comparativos de promedios del monitoreo con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) – Efluentes.....	59
Tabla 26 Comparativo de promedios del monitoreo con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) – Afluentes.	60
Tabla 27 Evaluación matricial de impactos ambientales potenciales que genera la actividad de acuicultura.	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Resultados promedio de monitoreo de afluentes de las campañas 1 y 2.....	56
Figura 2. Resultados promedio de monitoreo de efluentes de las campañas 1 y 2.....	57
Figura 3. Resultados comparativos de promedios de monitoreo de afluentes y efluentes.	58
Figura 4. Comparativos de promedios del monitoreo con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) – Efluentes.....	59

Figura 5. Comparativo de promedios del monitoreo con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) – Afluentes. 60

INDICE DE ANEXOS

Anexos 1. Ficha de registro de datos de monitoreo de granjas de crianza de tilapia..... 72
Anexos 2. Características técnicas de equipo utilizado. 73
Anexos 3. Normatividad que regula la calidad el agua en el Perú. 74
Anexos 4. Imágenes de trabajo de campo realizado. 81
Anexos 5. Mapa de ubicación de granjas de crianza de “Tilapia” *Oreochromis niloticus* evaluadas..... 86

INTRODUCCION

Las tilapias son peces endémicos originarios de África y el cercano Oriente, y fue a comienzos del siglo XIX, donde se inicia la investigación de este recurso íctico, aprovechando sus características y adaptabilidad, ideales para la piscicultura rural especialmente en el Congo Belga (actualmente Zaire). A partir de 1924 se intensifica su cultivo en Kenia; sin embargo, fue en el extremo Oriente, en Malasia en donde se obtuvieron los mejores resultados y se iniciara su progresivo cultivo en el ámbito mundial (Castillo, 2011).

Se considera que las tilapias han sido introducidas en forma acelerada hacia otros países tropicales y subtropicales en todo el mundo, cultivándose en 85 países y el 98% de toda la producción se realiza fuera del ambiente normal de las tilapias, recibiendo el sobrenombre de “gallinas acuáticas”, ante la "aparente facilidad de su cultivo", por su fácil reproducción, alta productividad y resistencia a enfermedades. (Castillo, 2011). Estas ventajas se convirtieron sólo en un espejismo, al dejar de lado las experiencias previas de otra grande inversión, como es la prevención de enfermedades.

Morales & Pino, (1987) resaltan su gran resistencia física a las enfermedades, así como su rápido crecimiento, elevada productividad, su tolerancia a desarrollarse en condiciones de alta densidad y habilidad para sobrevivir a bajas concentraciones de oxígeno. Estos son atributos favorables que convierten a esta especie en uno de los géneros más apropiados para la piscicultura.

La calidad del agua es una condición general que permite que el agua se emplee para usos concretos. Esta calidad es determinada por la hidrología, la fisicoquímica y la biología de la masa de agua a que se refiera. Las características hidrológicas son importantes ya que indican el origen, cantidad del agua y el tiempo de permanencia. Estas condiciones tienen relevancia ya que, según los tipos de substratos por los que viaje el agua, ésta se cargará de sales en función de la composición y la solubilidad de los materiales de dicho substrato. La cantidad y la temperatura también son importantes a la hora de analizar las causas que concurren para que el agua presente una calidad u otra para un uso en concreto. (Bautista y Ruiz, 2011)

Para decidir si un agua califica para un propósito particular menciona que su calidad debe especificarse en función del uso que se le va a dar. Bajo estas consideraciones, se dice que un agua está contaminada cuando sufre cambios que afectan su uso real o potencial. Las principales características fisicoquímicas y biológicas que definen la calidad del agua para el cultivo de peces, el origen de los constituyentes, su importancia

en la salud, la relación con los principales procesos de tratamiento y los límites de concentración establecidos por las normas de calidad del agua, son la turbidez, color, transparencia y temperatura dentro de las características físicas, y las características químicas son amoníaco, oxígeno disuelto, pH, alcalinidad, dureza, nitratos y nitritos. (Bautista y Ruiz, 2011)

El objetivo de la presente investigación fue determinar la incidencia de la crianza de “Tilapia” *Oreochromis niloticus* en la calidad del agua y su impacto ambiental, atendiendo al aumento de esta actividad productiva en nuestra zona, incluyendo granjas autorizadas y granjas artesanales, pero como se mencionó líneas arriba esta especie tiene ciertos requerimientos de características del agua para su cultivo; lo que se busca con esta investigación es definir si la crianza de “Tilapia” *Oreochromis niloticus* altera la calidad del agua negativamente sobrepasando los Estándares Nacionales de Calidad del Agua, teniendo en cuenta que esta agua viene siendo reutilizada para otras actividades una vez es liberada por el efluente.

La muestra que se utilizó para realizar esta investigación estuvieron conformadas por cinco granjas acuícolas legalmente constituidas, recibiendo todo el asesoramiento técnico de la dirección regional de producción, en la ciudad de Moyobamba,

Los monitoreos y/o mediciones de los parámetros físico químicos que se realizaron en las granjas entre ellas temperatura, transparencia, pH, oxígeno disuelto, alcalinidad, nitritos, nitratos, dureza y amoníaco, fueron tomados en dos campañas consecutivas de producción en cada granja, al ingreso del agua al estanque (afluente) y a la salida de descarga del agua del estanque (efluente), las mediciones se realizaron por dos campañas consecutivas en cada granja, para realizar esta medición se utilizó un equipo multiparámetro. Los resultados obtenidos de las mediciones fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, para determinar si el agua utilizada en esta actividad sobrepasa dichos estándares.

Para realizar el análisis del impacto ambiental que genera esta actividad se aplicó la matriz de Leopold.

CAPITULO I: EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema.

La “Tilapia” *Oreochromis niloticus* es una de las especies que más se ha adaptado a nuestro clima, tal es así que en Moyobamba es la especie que más se comercializa o cría para comercializar, esta actividad no está exenta a generar impactos ambientales como cualquier otra actividad productiva que se realizan cambios en el entorno.

La crianza de Tilapia en estanques seminaturales va en crecimiento en la zona, todo ello hace que progresivamente se implementen innovaciones tecnológicas para alcanzar una mayor productividad; dentro de estas innovaciones se encuentra el uso de alimento balanceado peletizado – extruzado, número de campañas al año, densidad por metro cuadrado, fertilización y el tratamiento del estanque previo al inicio del cultivo; todo ello hace presuponer cambios en los parámetros principalmente del recurso agua más aún la tecnología no es aplicada de acuerdo a las normas técnicas.

1.2. Formulación del problema

Dentro de los parámetros de calidad del agua susceptibles a las variaciones por los productos y métodos que se aplican son el oxígeno disuelto, la temperatura, el pH, transparencia, etc., los cuales determinan la calidad del agua para uso en la actividad acuícola, manteniendo el equilibrio bacteriológico, productividad del cultivo y desintegración del contenido orgánico. En tal sentido se requiere conocer:

¿Cuál es la incidencia del cultivo de “Tilapia” *Oreochromis niloticus* en la calidad del agua y los impactos ambientales que genera?

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo general.

Determinar la incidencia de la crianza de “Tilapia” *Oreochromis niloticus* en la calidad del agua y su impacto ambiental, en el distrito de Moyobamba - 2015.

1.3.2. Objetivos específicos.

- 1.3.2.1.** Evaluar las características físicas químicas del agua en las granjas acuícolas con cultivo de “Tilapia” *Oreochromis niloticus* a nivel semiintensivo en 02 campañas de producción consecutivas.
- 1.3.2.2.** Realizar el análisis comparativo de la calidad del agua con los estándares de calidad ambiental y/o parámetros óptimos para crianza de peces tropicales.
- 1.3.2.3.** Realizar el análisis matricial para determinar los impactos ambientales en el recurso del agua y su entorno.

1.4. Justificación de la investigación.

Con este trabajo de investigación se pretende conocer en qué medida la actividad productiva de la crianza de “Tilapia” *Oreochromis niloticus* incide en la calidad del agua y el impacto ambiental que genera.

Lo anterior en cuanto se encontró que en Moyobamba esta actividad productiva está teniendo su mayor auge en estos últimos tiempos, teniendo a varias personas dedicadas a esta actividad, algunos de ellos haciéndolo artesanalmente sin asesoramiento técnico y otras autorizadas que si cuentan con el asesoramiento técnico respectivo, en donde tratan de controlar los parámetros óptimos para crianza de Tilapia, el problema es que solo controlan su calidad del agua para su actividad mas no tienen conocimiento de que calidad del agua descarga por el efluente de los estanques, agua que es reutilizadas para otras actividades productivas y/o de subsistencia, por ello la importancia de este proyecto de investigación.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación.

2.1.1 A NIVEL INTERNACIONAL

- Hernández, (2016) en su tesis “Caracterización de la calidad del agua en un sistema intensivo de cultivo de Camarón Blanco *Litopenaeus vannamei*, en condiciones de alta salinidad con recambio de agua limitado” (Bolivia) indica que este sistema de cultivo logro mantener un nivel de pH bajo, lo cual representa una ventaja para evitar la proliferación de *Vibrio spp.*, los cuales se desarrollarías mejor en ambientes con un pH alto. La mayor parte de nutrientes que ingresaron al sistema a través del alimento fueron eficientemente utilizados en procesos de asimilación y re mineralización, lo cual se vio reflejado en las concentraciones optimas de estos nutrientes en el agua. El crecimiento, sobrevivencia y biomasa del camarón, así como el factor de conversión de alimento del sistema de cultivo intensivo en alta salinidad y bajo recambio de agua que fue evaluado, representa un esquema de producción rentable y eco-eficiente para zonas desérticas con altas temperaturas.
- Vega, (2013) en su tesis “Producción, comercialización y rentabilidad de la Tilapia roja *Oreochromis sp* en la Parroquia Guasaganda y su relación con la economía del Cantón la Maná provincia de Cotopaxi” (Ecuador) menciona que por ser una especie de fácil crecimiento que se cultiva bajo condiciones que se dan en el medio y en general por las características que poseen, en poco tiempo se ha convertido en el líder de las especies de agua dulce bajo el cultivo entre otros peces. En las ferias la comercialización se puede determinar que los productores no cuentan con clientes viables que les proporcionen seguridad al momento de vender el producto, los ingresos que se obtienen por la venta de Tilapia roja podrían ser mayores si se buscan nuevos canales de comercialización.
- Poot, Gasca, y Olvera. (2012) en su investigación “Producción de Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus L.*) utilizando hojas de chaya (*Cnidocolus chayamansa* McVaugh) como sustituto parcial del

alimento balanceado”, manifiestan que la acuicultura es una alternativa para la producción de proteína de alta calidad a bajo precio, particularmente en países en desarrollo y desabasto de alimentos. En zonas rurales, la disponibilidad de insumos alternativos es clave para mejorar la producción en el cultivo de peces, sobre todo si dichos insumos se usan en forma cruda. Una opción son las hojas de “Chaya” (*Cnidoscolus chayamansa*), arbusto que crece en México, Centroamérica y Sudamérica. En este estudio se evaluó durante dos épocas climáticas (cálida y fría) la supervivencia, tasa de crecimiento y tasa de conversión alimenticia de juveniles de Tilapia (7-4,5 g), al sustituir parcialmente la ración de alimento balanceado (25 y 50%) con hojas crudas de chaya (*ad libitum*), en un diseño experimental completamente al azar, con dos tratamientos y un control (00% de la ración a base de alimento balanceado), con tres réplicas cada uno por época climática. Las densidades fueron de 36 peces m⁻³ por réplica en la época fría y de 44 peces m⁻³ por réplica en la época cálida. Los resultados indican que los tratamientos con 50 y 75% de alimento balanceado y chaya, en ambas épocas climáticas, tuvieron una ganancia de peso similar a la de los organismos que se alimentaron con la dieta control. Durante la época fría se observaron efectos adversos en la supervivencia, peso ganado y tasa de conversión alimenticia en todos los tratamientos, lo cual no ocurrió en la época cálida. Al incluir hojas de chaya en la dieta de las tilapias, la tasa de conversión alimenticia de alimento balanceado se redujo de 9,7 a 33,62% en la época fría y de 5,38 a 40,23% en la época cálida. Los resultados muestran que el uso de insumos complementarios disponibles regionalmente como la chaya, puede favorecer el desarrollo de cultivos de Tilapia a pequeña escala en los trópicos.

- Mayer, (2012) en su trabajo “Monitoreo de la calidad del agua del estanque para mejorar la producción de camarones y peces” (Argentina) indica que el pH es una medida de acidez (iones de Hidrógeno) o alcalinidad del agua. Es importante mantener un pH estable a un rango seguro porque esto afecta el metabolismo y otros procesos fisiológicos de

los organismos de cultivo. Puede crear estrés, aumentar la susceptibilidad a enfermedades, disminuir los niveles de producción y causar un pobre crecimiento y aún muerte. Signos de un pH sub-óptimo son, además de otros, mucosidad aumentada en la superficie de las agallas del pez, comportamiento de natación inusual, aletas raídas, daños a los ojos, así como también pobre crecimiento del fitoplancton y del zooplancton. Los niveles óptimos de pH en el estanque deben estar en el rango de 7.5 – 8.5. La concentración de CO₂ en el agua también influencia el pH, por ejemplo: un incremento en el CO₂ disminuye el pH, como ya hemos mencionado anteriormente. Como el fitoplancton en el agua utiliza CO₂ para la fotosíntesis, el pH variará naturalmente a través de las horas diurnas. El pH es generalmente más bajo al amanecer (debido a la respiración y liberación de CO₂ durante la noche) y más alto en la tarde cuando la utilización de CO₂ de las algas está en su apogeo. Las aguas de moderada alcalinidad están más amortiguadas y hay un grado menor de variación de pH.

El monitoreo cuidadoso de los parámetros de calidad del agua es importante para comprender las interacciones entre parámetros y efectos en la alimentación de camarones y peces, su crecimiento y salud. Cada parámetro de agua por sí mismo puede no decir mucho, pero varios parámetros juntos pueden revelar los procesos dinámicos que se llevan a cabo en el estanque. Los registros de calidad del agua permitirán a los acuicultores notar cambios y tomar decisiones rápido para que las acciones correctivas puedan ser realizadas rápidamente.

- Navarro, (2002) en su tesis “Ensayo de dos modelos de policultivo empleando bagre (*Ictalurus punctatus*) Tilapia híbrida (*Oreochromis niloticus* vs. *Oreochromis mossambicus*) y langostino (*Macrobrachium tenellum*), en estanques semi rústicos caso Jocotepec, Jalisco”(México) menciona que después de analizar los resultados de crecimiento, sobrevivencia y rendimiento entre las especies bajo condiciones de policultivo, concluye que el crecimiento de los peces y crustáceos en sistemas de policultivo es influenciado por las condiciones ambientales y zona geográfica, el crecimiento de la Tilapia es muy independiente de la

densidad de siembra de las otras especies, presentando un crecimiento normal en peso, el policultivo presenta mejores rendimientos, que los cultivos tradicionales para una sola especie, sin embargo requiere un mejor control biológico para ser exitoso.

2.1.2 A NIVEL NACIONAL

- Manchay, (2015) en su tesis "Rendimiento del alimento balanceado Purina Colombiana S.A. comparado con alimento doméstico en peso y talla de la Tilapia (*oreochromis spp*) criada al norte de amazonas", menciona que después de realizar el cultivo de Tilapia durante 4 meses, quedó demostrado que la alimentación con Purina Colombiana S.A. ha resultado ser un insumo alimenticio muy provechoso para la Tilapia, debido a que produjo mayor desarrollo longitudinal del pez, llegando a crecer hasta 8,33 cm mientras que con alimento doméstico los peces alcanzaron un promedio de 5,46 cm. Análogamente sucedió, respecto al peso por cada pez, por ejemplo con alimento de Purina Colombiana S.A. se logró que cada pez al final del proyecto alcancen hasta 260,6 gramos mientras que con alimento doméstico alcanzó un peso de 185,7 gramos. Es decir, la aplicación de alimento balanceado produjo una diferencia favorable de 74,9 gramos por cada pez al cabo de 4 meses. La crianza de la Tilapia es muy rentable por cuanto al ser considerado una especie rústica, la tasa de mortalidad es mínima debido a que puede soportar niveles bajos de oxígeno disuelto incluso soporta hasta 3 ppm de Oz cuando el agua fresca de río tiene normalmente hasta 8,3 ppm de Oz. Esto es importante porque indica que la Tilapia puede soportar hasta ciertos niveles agua contaminada con materia orgánica. Se demostró que la crianza de 25 peces de Tilapia con Purina Colombiana S.A. produjo al cabo de 4 meses una ganancia de S/. 29,80 mientras que otra cantidad igual de Tilapia en el mismo tiempo de cultivo produjeron una ganancia de S/. 21,04, es decir se ganó un incremento favorable de S/. 8,76 para el alimento balanceado. El alimento balanceado Purina Colombiana S.A. es el alimento con mayores y mejores resultados que otros, debido a su gran expansión en América Latina.

- Macedo, (2014) en su tesis “Efecto de la densidad de nutrientes en la dieta y la temperatura del agua sobre el comportamiento productivo de *Tilapia oreochromis niloticus* en la costa de la región La Libertad” manifiesta que la temperatura del agua y la densidad de nutrientes en la dieta de Tilapia criadas en la costa de la región la Libertad no generaron interacción significativa en el comportamiento productivo de la Tilapia durante la fase de alevinos. La temperatura del agua de 27°C mejoró el consumo de alimento y ganancia de peso de tilapias frente a las criadas a temperatura ambiente. La densidad de nutrientes en la dieta no influyó en el comportamiento productivo de las tilapias.

2.1.3 A NIVEL LOCAL

- García, (2014), en su tesis “Determinación de la contaminación del agua por sólidos suspendidos, generado por el uso de alimento balanceado en la piscicultura” manifiesta que en el distrito de Moyobamba la actividad de piscicultura a nivel de menor escala utiliza alimento balanceado extruzado en un 100%, por las ventajas productivas que genera las especies hidrobiológicas en tamaño y peso en un tiempo mínimo de 04 meses de producción. Se evaluaron un total 04 granjas piscícolas seleccionadas en función a su ubicación, ingreso y salida de agua independiente, nivel de producción, formalización de la actividad, inicio de producción, y uso del 100% de alimento balanceado en el proceso productivo. El suministro de alimento balanceado extruzado en la alimentación de las especies hidrobiológicas de las granjas piscícolas evaluadas incrementa los sólidos en suspensión de 54.49 ppm a 202.38 ppm lo que representa de manera porcentual en un 371%. El valor promedio equivalente de 202.38, no sobrepasa los estándares de calidad ambiental para conservación de agua de selva que es de 400 ppm, establecidos por el Ministerio Nacional del Ambiente (MINAM). La presencia de sólidos suspendidos en los estanques producto del suministro de alimento balanceado nos conlleva a establecer posibles impactos ambientales negativos como la reducción de oxígeno disuelto, incrementando el contenido orgánico y generando condiciones no

adecuadas para el crecimiento y reconversión en peso del alimento suministrado.

- Mendoza, (2014), concluye en su tesis “Evaluación de la contaminación de agua por hongos saprófitos, generada por la crianza de “Tilapia” *Oreochromis niloticus*” que la presencia de hongos saprófitos microscópicos en los cuerpos de agua en la crianza de "Tilapia" *Oreochromis niloticus*, posiblemente genera condiciones desfavorables debido que desnaturalizan la materia orgánica inerte convirtiéndole en amonio, para posteriormente ser aprovechado por las bacterias desnaturalizando el amoniaco en nitrógeno para ser aprovechados y liberando hidrógeno a la atmósfera, son las bacterias las que hacen uso del oxígeno disuelto en el agua reduciendo su disponibilidad e incrementado la concentración del gas carbónico, generando estrés y vulnerabilidad en los peces ante enfermedades y parásitos que al ser engastados por las personas a través de los peces podrían desencadenar en afectaciones a nivel digestivo principalmente.

2.2. Bases teóricas.

2.2.1. La acuicultura.

Se entiende por acuicultura al conjunto de actividades tecnológicas orientadas al cultivo o crianza de especies acuáticas que abarca su ciclo biológico completo o parcial y se realiza en un medio seleccionado y controlado en ambientes hídricos naturales o artificiales, tanto en aguas marinas, dulces o salobres. Se incluyen las actividades de poblamiento o siembra y repoblamiento o resiembra, así como las actividades de investigación y para los efectos de la ley, el procesamiento primario de los productos provenientes de dicha actividad. (Ministerio de la Producción, 2015)

Las categorías productivas son las siguientes:

▪ Acuicultura de Recursos Limitados (AREL).

Es la actividad desarrollada mediante cultivos a nivel extensivo, practicada de manera exclusiva o complementaria por personas naturales; alcanza cubrir para la canasta básica familiar; y, es realizado principalmente para el autoconsumo y emprendimientos orientados al autoempleo. La producción

anual de la AREL no supera las 3.5 toneladas brutas. (Ministerio de la Producción, 2016)

▪ **Acuicultura de Micro y Pequeña Empresa (AMYPE).**

Es la actividad desarrollada mediante cultivos a nivel extensivo, semi intensivos e intensivos, practicada con fines comerciales por personas naturales o jurídicas. La producción anual de la AMYPE no supera las 150 toneladas brutas. Se encuentran comprendidos dentro de esta categoría los centros de producción de semilla, cultivo de peces ornamentales, independientemente de su volumen de producción. Las autorizaciones de investigación están comprendidas dentro de esta categoría; así como las actividades acuícolas que se realizan en las áreas naturales protegidas las que deberán observar las condiciones de esta categoría. (Ministerio de la Producción, 2016)

▪ **Acuicultura de Mediana y Gran Empresa (AMYGE).**

Es la actividad desarrollada mediante cultivos a nivel semi intensivo e intensivo, practicada con fines comerciales por personas naturales o jurídicas. La producción anual de los AMYGE es mayor a las 150 toneladas brutas. (Ministerio de la Producción, 2016)

2.2.2. Situación mundial de la acuicultura.

Después del arroz, los productos forestales, la leche y el trigo, los peces son el quinto recurso natural más importante y el mayor proveedor de proteína animal que consumen más de mil millones de personas en todo el mundo, proveen el 25% de la proteína animal en países desarrollados y más del 75% en los países en vías de desarrollo (Castillo, 2004).

COSTA RICA

El cultivo de la Tilapia se inició en Costa Rica en 1963 con la introducción de *Oreochromis mossambicus* y *Sarotherodon melanopleura*, traídas desde El Salvador por el Ministerio de la Agricultura y Ganadería (MAG). Los primeros esfuerzos organizados en la actividad los efectuó el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas en 1965 y en 1966 el comité de diversificación agrícola de Turrialba, que importó las tilapias mossambica y

aurea nuevamente de El Salvador y brindó asistencia técnica organizada a pequeños productores de la zona, fortaleciéndose este esfuerzo en 1974 mediante la creación del departamento de acuicultura dentro de la dirección general de recursos pesqueros y de vida silvestre del MAG. (Durán, 1995)

En este periodo se introdujeron nuevas especies de tilapias incluyendo *Oreochromis hornorum*, *O. niloticus* y *O. aureus*, Tilapia roja y Tilapia dorada de Taiwan, México, Panamá y Cuba. En 1977 se construyó la estación acuícola Enrique Jiménez Núñez, perteneciente al MAG en la provincia de Guanacaste. En este mismo año se inició la construcción de dos estaciones en la provincia de Limón, mediante un convenio con la Asociación Bananera Nacional (CORBANA), que trabajaron en la investigación y producción de diferentes tipos de híbridos de Tilapia. (Durán, 1995)

MEXICO

El cultivo de la Tilapia se inició en México en 1964, con la importación de los primeros ejemplares procedentes de los Estados Unidos, los cuales fueron depositados en la estación piscícola de Temascal, Oaxaca (Morales, 1974). Las especies introducidas fueron la Tilapia rendalli, *Oreochromis mossambicus* y *Oreochromis aureus*, las cuales se distribuyeron ampliamente en una gran cantidad de cuerpos de agua naturales y artificiales, pertenecientes a las zonas tropical y templada del país. (Arredondo 1983)

Posteriormente, en 1978 se introdujo la especie *Oreochromis niloticus* en el mismo sitio, procedente de Panamá. Con la llegada al país de la Tilapia roja (*Oreochromis mossambicus*, *Oreochromis urolepis hornorum*) en 1981, proveniente de los Estados Unidos, se implementaron programas de reproducción controlada en jaulas flotantes, distribuyéndose a los centros acuícolas de Zacatepec y el Rodeo, Morelos. (Arredondo y Lozano, 1996)

En 1986, la primera línea roja de *Oreochromis niloticus* llega a México, procedente de Escocia; esta especie se introdujo en el centro de investigaciones y estudios avanzados del IPN, Unidad Mérida, desde donde se distribuyó a varios centros acuícolas del país. En 1987 nuevamente se introdujeron las especies *Oreochromis urolepis hornorum* y *Oreochromis mossambicus*, así como la Tilapia zillii. A partir de este año, tanto el Gobierno Federal, como los Gobiernos Estatales y algunos productores

privados, introducen algunas nuevas variedades, como la Tilapia híbrido rojo, procedente de Puerto Rico, la Tilapia blanca conocida como Rocky Mountain, la *Oreochromis aureus* procedente de Cuba y la *Oreochromis aureus* azul, entre otras. (Arredondo y Lozano, 1996)

ECUADOR

La Tilapia se introdujo en Ecuador en la década de los 70's. La industria camaronera es una de las actividades más importantes del sector productivo del Ecuador; en términos de ingreso de divisas por exportación, ocupa el segundo lugar después del petróleo y es la mayor fuente de ingresos del exterior para el sector privado. (Calderón, 1993)

En 1990, la camaronicultura aportó el 98.3% del total de la producción acuícola de Ecuador; el resto de la producción fue de camarón de agua dulce (*M. rosenbergii*), Tilapia (*O. niloticus*) y chame (*D. latifrons*). Con relación a la Tilapia, ésta se cultiva en apenas 500 ha, la cuales están distribuidas entre 25 y 30 pequeños productores, localizados en la región oriental del país y un productor en la cuenca del Guayas, que cuenta con 160 ha. Las granjas de la región oriental tienen un área promedio de 1 a 5 ha y su sistema de cultivo es extensivo (3 ej/m²), el cual se realiza con *O. niloticus*, fundamentalmente y sin emplear fertilización ni alimentación suplementaria. En estas condiciones, se deja que los animales alcancen 2 libras aproximadamente y entonces se pescan para utilizarlos en el consumo interno. (Calderón, 1993)

PERU

En Perú, en la década del 50, la dirección general de caza y pesca del ministerio de fomento y agricultura realizó las primeras introducciones con la especie Tilapia rendalli, utilizada como forraje para el paiche (Arapaima gigas); en la década de los 70, el IMARPE y la Universidad Nacional Agraria La Molina introdujeron las especies *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis hornorum* y *Oreochromis mossambica*, con fines de investigación y cultivo en las zonas de selva. La Tilapia roja, *Oreochromis* spp., ingresa a nuestro país entre los meses de octubre y noviembre de 1996, como parte complementaria de otro lote de reproductores grises, (con el objetivo de evitar

la endogamia), procedentes de la estación DIVISA, Panamá. (Ramos y Gálvez, 2000)

Hacia 1993, en el Perú la Tilapia sólo se cultivaba en sistemas semicomerciales, pues desde 2 años atrás, el Ministerio de Pesquerías dictó un dispositivo legal prohibiendo su cultivo en ambientes naturales, para proteger y fomentar las especies nativas de potencial comercial. (Chumbiray et. al, 1993)

2.2.3. Acerca del cultivo de Tilapia.

a) Alcances generales.

El nombre de tilapia fue empleado por primera vez por Smith en 1840, es un vocablo africano que significa “pez”, derivado de la palabra “Tilapi” o “Ngege” en el idioma “Swahili” población indígena que habitó en la costa del lago Ngami (Africa). Los japoneses lo llaman Telepia, en muchos países en el mundo también ha sido llamado Perca (Perch), Saint Peter’s Fish, Bream, Cherry Snapper, Nile Perch, Hawallán Sun Fish, Mudfish, Pargo rojo de agua dulce, Mojarra. (Castillo, 2001)

Entre todas las especies pertenecientes al denominador común de “tilapias” (géneros *Tilapia* y *Oreochromis*), la “Tilapia del Nilo o Tilapia nilótica” es la de mayor conocimiento y producción a nivel mundial, junto al híbrido de “tilapia roja”. Por lo tanto, el género *Oreochromis* es el que se considera de mayor importancia dentro de los cultivos comerciales existentes. (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

Su distribución original fue el sur de África Central y a partir de, aparentemente, el año 1939, comenzó su distribución en otros países, de tal forma que, hoy en día, se la encuentra en casi todo el mundo; debido especialmente a su valor comercial y también a su valor social, este último, como especie destinada a una alimentación familiar y de autoconsumo, cuando se cultiva a baja densidad en estanques. Su cultivo se realiza en numerosos países desde América del Norte, Central (incluyendo al Caribe) a Sudamérica; así como en gran parte de los países del Sudeste Asiático, norte de Australia, algunos países europeos, etc. El entusiasmo inicial por su cultivo, se detuvo cerca de la década del

50 al '60, debido al problema suscitado por la superpoblación resultante en estanques, al trabajarse con individuos de ambos sexos. Estos problemas fueron en parte, resueltos posteriormente al solucionarlos con la obtención de poblaciones monosexos y el control de los cultivos (a partir del año 1960). Las “Tilapias” pertenecen a la familia de los cíclidos, presentando una serie de características distintivas que las diferencian de otras especies, comúnmente conocidas en nuestro país. (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

Las tilapias son el segundo grupo de peces más producidos por la acuicultura mundial, con una contribución a la producción de aproximadamente el 20% del volumen total de peces, incrementándose en más del 85% exclusivamente entre 1984 y 1992 siendo la especie *O. niloticus* (Tilapia nilótica) equivalente al 80% de la producción, seguida de los *O. mossambicus* con el 5%. (Alceste, 2000)

b) Reproducción.

Las principales tilapias cultivadas, pertenecen, como ya se dijo, al género *Oreochromis* que posee cuidados maternos, ejercidos sobre los huevos una vez fertilizados y también sobre sus crías en los primeros estadíos. En el primer caso, la incubación es bucal y en el segundo, la madre actúa como refugio de la prole durante las primeras semanas de nacidas. En todos los casos y en forma natural, los machos excavan en el fondo de los cuerpos de agua donde habitan, construyendo nidos en aguas someras, a menos de 1 m de profundidad. La hembra desova entre 1-2 huevos por gramo de peso y luego de la fertilización de la puesta por el macho, los recoge llevándolos en la boca hasta su nacimiento. Las larvas al nacer quedan en la cavidad bucal hasta la reabsorción de su vesícula vitelina y buscan a menudo refugio durante varios días, hasta después de inflar su vejiga natatoria. (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

Las tilapias alcanzan su madurez sexual a partir de los 3 a 4 meses en machos. La frecuencia de desoves varía considerablemente dependiendo de los factores ambientales, pudiendo ser desde 5 a 8 al año. Estos

desoves tienen por rango de temperatura ideal la de 24°C a 34°C. Se reproducen en todo tipo de agua disminuyendo su capacidad reproductiva en aguas con salinidad. El número de huevos varía de 200 a 2 500, siendo el máximo alcanzado a los dos años de edad. Estos huevos son de tipo bentónico, asociado inicialmente al fondo, son de coloración amarilla si están fertilizados mientras que los no viables presentan un color blanco. (Klinge & Cols., 2000)

c) Enfermedades.

Se trata de una especie que presenta gran resistencia en cultivo, tanto hacia las enfermedades virósicas como bacterianas y parasíticas. A temperaturas de entre 16-18 °C, raramente muestran signos de enfermedad en ausencia de estrés. Las enfermedades han sido registradas luego de un fuerte estrés sufrido por bajas temperaturas, manejo brusco, condiciones de almacenamiento o pobre calidad del agua de cultivo. Por ejemplo, el hongo *Saprolegnia*, es un parásito que se presenta comúnmente, luego de un manejo inadecuado con temperaturas por debajo de los 15°C; mientras que, bajo condiciones de altas temperaturas y exceso de amoníaco, se producen ataques bacterianos (como por ejemplo de columnaris). Las enfermedades bacterianas más comunes se producen por acción de las *Aeromonas* (septicemia hemorrágica) y muy especialmente por acción de la *Aeromonas hydrophila*, bajo condiciones de bajas concentraciones de oxígeno disuelto, con mayor acción en los cultivos de índole intensiva o superintensiva. Los parásitos externos más comunes, son el “itch” que produce el conocido “punto blanco”, ocasionado por un Protozoo Ciliado, junto a *Trichodina* y pueden causar serios problemas en larvas y juveniles; actuando el primero a temperaturas de 0-24°C y el segundo a bajas temperaturas. Otros parásitos comunes son el *Argulus* y *Laernea* que pueden causar serias pérdidas, como en cualquier otro cultivo de peces. (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

➤ **Organismos patógenos más comunes**

Bacterias: Las más comunes que pudieran presentarse durante el cultivo son las de los géneros *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Corynebacterium*, *Vibrio*, *Flexibacter*, *Cytophaga*, *Mycobacterium* y *Nocardia*. Estas bacterias producen enfermedades como septicemias hemorrágicas bacterianas, enfermedad bacteriana del riñón, vibriosis, la enfermedad del pedúnculo caudal, enfermedad bacteriana de las branquias. (Alicorp - Perú, 2012)

Hongos: Los más importantes están representados por los géneros y *Saprolegnias*, *Ichthyophonus*, *Branchiomyces* *Dermocystidium*. Estos organismos son los responsables de enfermedades fúngicas de la piel, branquias, hígado, corazón y otros órganos que se infectan a través de la corriente sanguínea. Los hongos pueden causar la muerte por anoxia de gran número de huevos, crías, alevines y adultos. (Alicorp - Perú, 2012)

Ectoparásitos: Dentro de los ectoparásitos más comunes tenemos los Ciliofora, como *Ichthyophthirius* *Chilodonella* *Trichodina* *Trichophyra* y *Apiosoma*. Los monogeneos como Gyrodactilus y Dactylogirus los cuales provocan úlceras y lesiones, destruyendo tanto aletas como branquias; principalmente en los alevines y en menor grado en los adultos, debido a su actividad de nutrición y por la acción de los ganchos y del órgano de fijación. (Alicorp - Perú, 2012)

Los copépodos: Géneros como y se encuentran entre los copépodos ectoparásitos más peligrosos. Ellos, a través de un órgano de fijación producen heridas que son fácilmente adelgazan y se tornan anémicos, lo que finalmente les produce la muerte. (Alicorp - Perú, 2012)

d) **Parámetros físico-químicos.**

La cantidad y calidad del agua necesaria para el abastecimiento de los estanques es el factor principal para iniciar un proyecto de piscicultura. Debe ser de buena calidad, libre de agrotóxicos (pesticidas e insecticidas) y otros contaminantes. El volumen requerido de agua es

aproximadamente de 10 a 12 litros/segundo/hectárea de espejo de agua, volumen suficiente para compensar las pérdidas por evaporación y filtración, y para proporcionar renovaciones diarias de aproximadamente 5%. (Vinatea, 1995)

- **Temperatura:** En peces tropicales es de 20 a 30°C, siendo ideal entre 25 y 28°C; temperaturas menores a 20°C, disminuye el apetito y el crecimiento. Se debe de realizar un monitoreo diario en cada estanque al final de la tarde y al amanecer. (Vinatea, 1995)
- **Oxígeno disuelto:** Es fundamental para la sobrevivencia de los peces; su demanda varia conforme a la especie, el tamaño, actividad, stress, alimentación y temperatura. Es importante evaluar periódicamente este parámetro en los estanques de cultivo. (Vinatea, 1995)
- **pH:** Conocer este valor determinará las condiciones de crecimiento de los peces. Se mide con instrumentos como: potenciómetro, pHmetro o papel indicador. La tilapia crece en aguas de pH entre 6,5 y 8,5, siendo el óptimo entre 7 y 8. Por debajo de 4,5 y arriba de 10,5 la mortalidad es significativa. El pH elevado puede potenciar los problemas de toxicidad por amonio (el amonio se transforma en amoníaco tóxico). La regulación del pH se hace con el encalado. (Vinatea, 1995)
- **Alcalinidad.** Es la concentración de carbonatos y bicarbonatos en el agua. Se relaciona con la capacidad de resistencia del medio a los cambios de pH. El rango óptimo está entre 20 y 300 mg de CaCO₃/L. Para valores por debajo de 20 es necesario aplicar 200 g/m² de carbonato de calcio, entre dos y tres veces por año. Se monitorea mensualmente o cuando se observa pérdida de agua, pues siempre que se completa el nivel y hay disolución se hace encalado. (Vinatea, 1995)
- **Nitrito:** Es un producto intermedio en la oxidación biológica del amonio a nitrato (nitrificación). Los nitritos pueden alcanzar

concentraciones elevadas cuando ocurre polución orgánica o cuando la cantidad del oxígeno disuelto es bajo. El nitrito es muy tóxico para los peces, pues se combina con la hemoglobina de la sangre dando origen a una sustancia denominada metahemoglobina que no transporta eficientemente el oxígeno como la hemoglobina, dando como resultado la muerte del pez por falta de oxígeno en la corriente sanguínea y en los tejidos. Se recomienda que el nivel de nitritos no exceda 0,15 mg/L, haciendo recambios fuertes, limitando la alimentación y evitando las concentraciones altas de amonio en el agua. (Vinatea, 1995)

- **Transparencia:** Depende de la cantidad de sólidos en suspensión, como la arcilla, material húmico (vegetal) o materia orgánica (microorganismos componentes del plancton). (Vinatea, 1995)
- **Nitrato:** La concentración de nitratos en el agua subterránea es un tópico común de muchas discusiones acerca de la calidad del agua, ya que es de importancia tanto para humanos como para animales. Debido a sus propiedades físicas, no pueden olerse ni sentirse y su presencia en concentraciones potencialmente peligrosas, es detectada cuando se manifiesta un problema de salud en organismos de cultivo. Niveles de nitrato entre 0 y 40 ppm son generalmente seguros para los peces. Cualquier valor superior a 80 ppm puede ser tóxico. A menudo es difícil precisar el origen de un alto contenido de nitratos, debido a que puede provenir de muchas fuentes. La entrada de los nitratos a las aguas subterráneas es un resultado de procesos naturales y del efecto directo o indirecto de las actividades humanas. Los procesos naturales incluyen la precipitación, el constante movimiento de los minerales y descomposición de la materia orgánica. Niveles de nitritos superiores a 0,75 ppm en el agua pueden provocar estrés en peces y mayores de 5 ppm pueden ser tóxicos. (Bautista y Ruiz, 2011)
- **Dureza:** La dureza es la concentración total de iones metálicos bivalentes en el agua, principalmente iones de calcio (Ca^{+2}) y de

magnesio (Mg^{+2}), también expresada como mg/litro de carbonato de calcio. La dureza en aguas naturales es derivada de la disolución de la piedra caliza. El calcio y magnesio son elementos importantes en la productividad de sistemas acuáticos naturales y de sistemas acuícolas. No se entiende bien el papel específico de estos iones en la producción de peces y camarones. Comúnmente la alcalinidad y dureza tienen magnitudes similares porque el calcio, el magnesio, el bicarbonato, y el carbonato, en el agua son derivados, todos en cantidades relativamente iguales del proceso de disolución de minerales de piedras y suelos. Los niveles deseables de alcalinidad y dureza en el agua usada en el cultivo de peces son entre 20 a 300 mg/l para cada parámetro. El bicarbonato es un amortiguador natural importante en mantener un pH adecuado en los estanques. El bicarbonato puede actuar como ácido, cediendo un protón al medio, o como base, aceptando un protón para convertirse en el ácido carbónico y luego, disociando en CO_2 y el agua. (Meyer, 2004)

➤ **Amoníaco y amonio.**

El amoníaco o el amonio no-ionizado (NH_3) es el producto principal del metabolismo de proteína en peces, crustáceos y otros organismos acuáticos. También las bacterias excretan NH_3 como producto de la descomposición de la materia orgánica en medios acuosos. El amoníaco proviene específicamente del proceso catabólico de desaminación de los aminoácidos. El NH_3 es una sustancia química muy tóxica a la vida animal. El amoníaco en el agua aumenta el consumo de oxígeno por los tejidos de peces y camarones, daña a las membranas delicadas de sus branquias y disminuye la capacidad de la sangre a transportar oxígeno. La exposición prolongada y sub-lethal a amoníaco en el agua, aumentará la susceptibilidad de los peces y camarones a una variedad de enfermedades. El ciclo biogeoquímico para nitrógeno en sistemas acuáticos es muy similar para N en los suelos agrícolas. (Meyer, 2004)

e) **Alimentación.**

La tilapia del Nilo es una especie que se alimenta durante toda su vida de Plancton (plantas y animales microscópicos que flotan en el agua). También suele consumir huevos, larvas, gusanos y ciertos peces pequeños (alevines), por lo cual es denominada como omnívora, por lo que en muchos países es utilizada para limpiar estanques de insectos dañinos y otras plagas. Las tilapias son capaces de ingerir una amplia variedad de alimentos de origen natural, entre los cuales figuran el plancton, hojas verdes, organismos bentónicos, desperdicios domésticos (no todas las especies), torta de soya, semillas, frutas fraccionadas, invertebrados acuáticos, bacterias y tejidos no digeridos en el abono adicionado al estanque, larvas de peces, detritus y materia orgánica en descomposición. En estanques con una carga considerable de alimento complementario, la producción natural aporta de un 30% a 50% del crecimiento de la tilapia. El término filtrador para éstos peces está mal empleado ya que lo que en realidad sucede es que éstos peces extraen del medio acuático el fitoplancton y zooplancton adhiriéndolo en la mucosa que rodea las agallas, formando un bolo de alimento el cual cuando posee un determinado tamaño, es ingerido por el pez. (Klinge & Cols., 2000)

La tilapia nilótica es muy eficiente en consumo de algas del fitoplancton. Si bien esta especie no ingiere activamente vegetales superiores como otro (*T.rendalli* o *T.aureus*), puede limitar su crecimiento cuando es cultivada en estanques. En cambio, digiere entre un 30-60% de la proteína contenida en el plancton (algas azules y verdes) siendo las primeras mejor digeridas que las segundas. Cuando los estanques son fertilizados con abono animal, estos actúan también como alimento (abono de cerdos, de gallina u otros animales de granja). Las tilapias no disturbán los fondos como ocurre en el cultivo de carpas comunes. Los peces buscan invertebrados durante el día e ingieren principalmente, aquellas bacterias contenidas en la materia orgánica en descomposición. También incluyen en su alimentación, invertebrados de la columna de agua y aunque no son piscívoras, pueden abastecerse, ocasionalmente, de larvas de peces e inclusive de las propias. Los juveniles grandes y los adultos son muy territoriales y la turbidez del agua reduce su agresividad;

aunque este fenómeno produce desigual crecimiento a altas densidades, cuando el alimento es limitado. Utilizando alimento natural, los rindes son de más de 1.500 kg/ha que pueden sostenerse en estanques, sin alimento externo, solo con una adecuada fertilización. (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

f) Cultivo.

Puede dividirse, como en todo cultivo acuícola, en cuatro fases: reproducción, producción de larvas (larvicultura); etapa de pre-engorde o de nursery y fase de engorde final. La fecundidad de esta especie es baja, pero de todas formas debido a sus múltiples desoves (especialmente en el trópico) se produce superpoblación en los estanques antes de alcanzar el peso y talla de mercado; aunque ellos se producen en menor cantidad en nuestro subtrópico. También puede manifestarse “enanismo” cuando se realizan cultivos de ambos sexos (al reproducirse en los estanques y cambiar la densidad inicial del cultivo). La superpoblación puede prevenirse o por reversión sexual previa y por control, o por realización de cultivo en jaulas suspendidas; ya que, en estas últimas, los huevos caen a través del fondo de la malla del contenedor, antes de que la hembra pueda recuperarlos para su incubación bucal. El mejor cultivo a escala comercial es aquel que realiza los engordes de ejemplares exclusivamente “todos machos” (>95% machos). Estos cultivos no solo previenen la reproducción en los estanques, sino que los machos muestran mejor crecimiento que las hembras. La técnica más conocida para lograrlo es la denominada de “reversión sexual”, ampliamente utilizada y que permite trabajar de esta forma. La hibridación también ofrece resultados positivos y asimismo la separación manual, por descarte de las hembras, una vez adquirida su práctica. (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

g) Reversión sexual.

En la reversión sexual se induce a aquellos alevines que naturalmente se convertirían en hembras a convertirse en machos, en cultivos comerciales se prefiere a los machos por que crecen más rápido y no se reproducen,

se logra inducir al sexo masculino por medio de la adición de hormona masculinizante en el alimento. El alimento de reversión sexual se prepara con 60 mg. de 17-alfametilttestosterona por kilo de alimento n La hormona se adiciona al alimento mediante su disolución en etanol al 98%. (Delfini, 2011)

En pequeños tanques artificiales, se colocan los reproductores de 0,3 a 0,7 kg/m², con un recambio de agua suave y una tasa de 2-3 hembras por cada macho. Las larvas son en general retiradas de la superficie del agua, iniciándose la recolección, unos 10 días posteriores a la siembra inicial. Cada uno de los tanques se vacía y recicla posteriormente a cada producción, debido a que podrían quedar larvas de escapes anteriores que ingerirán a las pequeñas larvas, recién nacidas. En general, en el trópico, se produce 1 larva por cada gramo de peso de cada hembra reproductora (1 millón anual de larvas x cada 100 kg de hembras y 30-50 kg de machos). (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

Cuando el proceso se efectúa en estanques excavados en tierra, se colocan entre 500 a 2000 larvas por m², manejándose SIN recambio de agua. Los reproductores son colocados a una densidad de 0,2 a 0,5 kg/m². Las hembras grandes son mejores. La profundidad debe ser de 30 cm para poder pasar la red de cosecha, fácilmente. Normalmente, NO se controlan los insectos durante el cultivo. Se cosechan los ejemplares unos 15 a 28 días luego de la siembra de los reproductores, según la temperatura del agua. Los adultos son retirados con red y las larvas recolectadas, espumando la superficie. Posteriormente, se debe desinfectar el estanque, para eliminar las larvas que hayan nacido y que no fueron cosechadas. La producción es similar a la de tanques. La técnica es menos laboriosa, pero las larvas son más dispares en talla y es necesario clasificarlas posteriormente. (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

- **Jaulas de red final.**

Los reproductores son colocados en jaulas de red de 1mm de malla, a una tasa de 0,2 a 0,6 kg/m² y las larvas se recogen cada 2-3 semanas (con tasa de reproductores de 2-4 hembras por cada macho) o cada 5-7 días (1 hembra por cada macho). Se cosechan los huevos y se los traslada al laboratorio o hatchery. Se trata de un cultivo más intensivo, pero con ciertas ventajas: mayor producción, tallas más uniformes; aunque, sin embargo, la mayor desventaja es que se necesita de un laboratorio bajo techo. (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

Las jaulas o tanques, son los cerramientos más utilizados y fáciles de manejar. También se pueden utilizar jaulas para efectuar la reversión, colocando éstas en los estanques, a un promedio de 4.000 larvas /m² o en jaulas a una densidad de 3.000 – 5.000/m² (según el recambio de agua). La ración diaria al final debe exceder los 100 gramos /m² de tanque. Las larvas son alimentadas con una ración que contiene 40-60 mg de 17-alfa-testosterona por kilo de alimento durante 3-4 semanas / 28 días. La ración puede prepararse disolviendo la testosterona en alcohol y mezclándola con el alimento a ofrecer. Se ofrece diariamente dividida en, por lo menos, 2 comidas. Al final del tratamiento, las larvas pesan aproximadamente 0,1 a 0,5 g, dependiendo de la temperatura del agua y la calidad de la ración ofrecida. La sobrevivencia obtenida es menor del 50% o en general, del 70-80% que es lo normal. La presencia de fitoplancton en el agua no disminuye la eficacia del método, aunque en aguas más frías, disminuye la tasa de crecimiento y el tratamiento se prolonga, aunque no se afecta. (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

Siempre que el tratamiento comience con larvas del tamaño y edad requerida, el % de machos fenotípicos (no viables) obtenidos, excederá en general el 95%, pero el éxito puede ser solo del 80 al 90%. Las razones por las reducciones ocasionales no se entienden claramente, pero el tamaño inicial y la edad y un demasiado rápido

crecimiento (pesos finales que excedan los 0,7 g) pueden ser una consecuencia de ello. Las altas temperaturas y la alta calidad del alimento, con un rápido crecimiento, puede ser causa de un pasaje demasiado rápido por la reversión. (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

La hormona se elimina naturalmente a lo largo del crecimiento de los peces, hasta que alcanzan la talla comercial. Los residuos de esteroides no han sido nunca detectados en los peces que llegan al mercado. Las larvas normales pueden ser revertidas sexualmente con un esteroide femenino, resultando “hembras” que son genotípicamente machos (XY) identificados luego de su madurez por la progenie y que se cruzan luego con machos normales (XY). Teóricamente, $\frac{1}{4}$ de los hijos son YY “supermachos”. Esta técnica no es usada en forma comercial, ya que se la considera complicada. (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

- **Hibridación:**

Algunas cruzas dan una progenie del 100% machos. No siempre se obtienen estos resultados, ya que el mecanismo de determinación del sexo en las tilapias es complicado. La ventaja más importante de este método y del anterior, es que no se emplean hormonas. (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

- **Separación manual de sexos.**

El sexado manual se hace inspeccionando la papila genital de los juveniles. En la tilapia nilótica es más dificultoso separar los sexos por medio de observación de la papila, y se necesita que, al menos, pesen entre 25 a 30 g para obtener éxito. Trabajando en campo, se puede obtener una seguridad del 95%. Este método, evidentemente no requiere de esteroides y no posee las desventajas de la hibridación. La técnica es posible de efectuar comercialmente (y a veces hasta más apropiada) en operaciones pequeñas y medianas; no recomendándose para operaciones grandes por poseer varias desventajas. Los obreros más especializados pueden sexar 2000 juveniles/hora, acopiando unos

1000 machos/hora. Los errores son altamente variables y la talla de los peces lo mismo. (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

▪ **Fase de nursery o pre-engorde.**

Cuando se completa la reversión sexual, los ejemplares pesan alrededor de 0,15 a 0,8 g. Previo al engorde, se los lleva a mayor tamaño. Esta metodología es más eficiente y se utilizan mejor los espacios y la sobrevivencia será también mayor. En el trópico, la fase de pre-engorde dura entre 5 a 13 semanas, según la talla final que se requiera (por lo que en el subtrópico argentino será más extenso el período). El peso final no deberá ser menor a los 10 g y nunca exceder los 50 g (dependiendo del sexado efectuado) y no es importante si el cultivo es en jaulas. (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

Con una buena ración alimentaria y temperatura apropiada, cercana a los 25°C, los juveniles alcanzan un peso de 10 a 15 g en 2-6 semanas y 25-30 g en 8-10 semanas. Las temperaturas menores no óptimas, influyen enormemente sobre el apetito y por lo tanto sobre el crecimiento. En presencia de abundante alimento, los juveniles crecen rápidamente al doble de peso a una temperatura de 26°C, cuando se lo compara con 22°C. Las bajas temperaturas afectan el crecimiento (y la duración del pre-engorde o nursery), pero tienen poco efecto sobre la producción final o la eficiencia alimentaria, siempre que los peces no sean sobrealimentados. (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

Para el pre-engorde, la densidad es principalmente función de la toma de nutrientes y la talla final a alcanzar. Con una buena ración alimentaria, sin proceder a aireación o recambio de agua, la biomasa final puede alcanzar cerca de 2.000 a 3.000 kg/ha. La sobrevivencia en estos casos es del 60-80% y asumiendo un 70%, la densidad para alcanzar los 25 g es de 140.000 – 200.000 /hectárea. Con un 10% de recambio de agua en promedio, se puede aumentar levemente y al 20%, hasta duplicarlo. En los estanques nurseries, con abundante

fitoplancton, el crecimiento será más apropiado y económico; ya que no se alimenta en las primeras semanas, debido al alimento natural disponible que es adecuado para el crecimiento en esta fase; mientras la biomasa sea cercana a los 300-500 kg/ha. En estos casos, los estanques se fertilizan con 1000 a 2000 kg/ha de abono animal, durante la primera y segunda semana (300-800 kg/ha-semana). Los estanques se redan parcialmente cuando permanecen llenos de agua, pues estos peces escapan por debajo de las redes. Se completa la cosecha por drenaje total. (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

- **Engorde.**

Esta fase abarca desde un manejo simple hasta técnicas complicadas. Estrategias simples son las de control de la calidad del agua, así como del valor nutricional del alimento complementario, cuando los niveles de producción son bajos. Mayor control, con alimento de mayor valor nutricional, aumenta el costo de los peces a la cosecha. Desde el bajo nivel de manejo al de mayor intensidad, existen varios niveles de producción, cada uno con su diferente manejo; y ello estará de acuerdo a la infraestructura disponible, herramientas de manejo, disponibilidad de capital, costos y disponibilidad de nutrientes, valor en el mercado, etc. En general, las pequeñas operaciones de tipo comercial, con limitado capital o sin nutrientes disponibles de alta calidad, proveen la base a medianas producciones hasta alcanzar las grandes producciones (a gran escala) con alta inversión, intensivas y con alto aporte de nutrientes. El índice de productividad, los costos de producción y la rentabilidad, son bastante diferentes entre los distintos sistemas de producción. Una cantidad de peces en peso, de entre 30 a 400 kg/ha, puede ser obtenida en estanques que no reciben aporte de nutrientes (ración y fertilizantes); mientras que en aquellos estanques donde los peces reciban ración balanceada, pueden obtenerse entre 4.000 y más kg/ha; según la calidad de la ración ofrecida, el uso o no de aireación y la intensidad del recambio de agua. Por su lado, 200 kg de peces /m³ (unos 2000 peces/ha), son productividades comunes a

obtener en los cultivos en jaulas con alto flujo de agua de recambio y cerramientos de bajo volumen. Todo ello, estará relacionado además con la “capacidad de soporte” de los sistemas empleados y la “biomasa crítica” (cantidad posible a cultivar, de peces en peso, según el sistema) para realizar una buena planificación de la producción objeto. La “biomasa económica” por su parte, se refiere a la cantidad de peces en peso y se sitúa entre la “capacidad de soporte del sistema” y la “biomasa crítica”. La biomasa económica representará el valor de la biomasa en peces a la cual existe la mayor ganancia acumulada durante el ciclo de cultivo (máxima rentabilidad posible a obtener). En ese punto se deberá realizar la cosecha parcial o total de los peces, ya que, si el cultivo continúa, se disminuirá la productividad por sistema y bajarán las ganancias. En Argentina, no están establecidas aún, todos estos factores, ya que para ello se necesitará mayor investigación. (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

▪ **Cultivo extensivo en estanques:**

La siembra o resiembra de especies hidrobiológicas en ambientes naturales o artificiales, cuya alimentación se sustenta en la productividad natural del ambiente, pudiendo existir algún tipo de acondicionamiento del medio. (Mendoza, 2014)

El nivel extensivo, de 1000 a 2000 ejemplares sembrados por hectárea, SIN alimento externo y con solo alimento natural obtenido por fertilizaciones, produce entre 200 a 500 kg/ha/ciclo. Este nivel es económicamente posible si la tierra no es costosa y la construcción de los estanques fuera relativamente de baja inversión. Se justifica solo por dar otros usos a los canales de irrigación o al agua para el ganado en embalsados al efecto. (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

- **Cultivo de nivel semiintensivo:**

Cultivo que utiliza alimentación suplementaria además de la alimentación natural, con mayor nivel de manejo y acondicionamiento del medio. (Mendoza, 2014)

Las unidades de cultivo, tratan de estanques excavados que se llenan o drenan según necesidad. Se fertilizan con abono inorgánico y/o orgánico para aumentar la producción natural. Se pueden ofrecer alimentos nutricionalmente no completos como suplemento del alimento natural. En general, se fertilizan con 30-50 kg/seco/ha/día de abono, no excediendo los 100 kg. Si el mismo se aplica diariamente, presentará mayores beneficios. La siembra es de 5.000 a 20.000 individuos/hectárea y se cosechan entre 1500 a 2500 kg/ha/ciclo cuando la fertilización se realiza con abono químico y 2000- 6000 kg/ha/ciclo en estanques fertilizados con abono orgánico. En el trópico, cada ciclo abarca 6 meses como mínimo. (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

- **Cultivo intensivo con aireación de emergencia.**

Se realiza en estanques excavados en tierra, con entrada e intercambio de agua continuo. La densidad de siembra es de 10.000 a 30.000 /hectárea. El alimento deberá ser de alta calidad, con ración peletizada (extruida o no). La alimentación diaria, se efectúa al 2-4 % de la biomasa total con un máximo diario de 80-120 kg/ha. El alimento natural no tiene incidencia debido a la alta densidad de siembra, pero mejora la eficiencia alimentaria. Sin aireación o recambio de agua en forma diaria, ocasionalmente, se provee aireación durante fuertes disminuciones del oxígeno disuelto en el agua y se cosechan entre 5000 a 10000 kg/ha/ciclo. (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

- **Cultivo intensivo con aireación rutinaria.**

Este sistema de cultivo se emplea cuando el ingreso y descarga del agua se encuentra completamente controlado. Los pellets proveen todos los requerimientos nutricionales de la tilapia. La aireación se

emplea para mantener los niveles deseados de oxígeno, no se realiza recambio de agua. Los principales limitantes en la calidad del agua en este nivel de cultivo son amonio alto y baja concentración de oxígeno disuelto. (Mendoza, 2014)

- **Cultivo en jaulas.**

Las jaulas utilizadas pueden ser confeccionadas en red de plástico o en hierro plastificado o aluminio. La malla retiene los ejemplares, pero permite el intercambio de agua que retira los desechos. Se colocan en cuerpos de agua naturales apropiados. Se siembran machos de 50 a 100 /m³ en jaulas de gran volumen (> 5 m³) y hasta 600 /m³ en jaulas de pequeño volumen (< 5m³). El alimento deberá ser de tipo “completo en raciones peletizadas”. En general, se coloca una malla plástica a la altura correspondiente, que retenga la salida del alimento para reducir las pérdidas por efecto de las corrientes generadas por los mismos peces o el ambiente. Las jaulas de pequeño volumen, resultan ser más productivas por unidad, debido a un mejor intercambio de agua, con respecto a las de alto volumen (por encima de los 10 m³). Las cosechas obtenidas abarcan entre 50 a 100 kg/m³ o más. Se necesita intensa mano de obra para la alimentación y el mantenimiento de las jaulas. Estas deberán estar situadas a unos metros del fondo de los ambientes, para evitar los desoves y permitir una buena oxigenación en el recinto. El ambiente donde estarán situadas las jaulas presenta también una determinada “capacidad de soporte”. (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

- **Crecimiento en función de la densidad de siembra.**

El crecimiento es función de la densidad de peces a la siembra, de la calidad del agua (temperatura, oxígeno disuelto y otras variables correspondientes) y de la tasa máxima de alimentación ofrecida. Las tilapias sembradas a una densidad de 1/m² en estanques, crecerán más rápido que a 100/m², con nutrición apropiada y calidad del agua controlada. El crecimiento se retarda cuando la densidad de siembra es

alta y la calidad del agua es pobre. Cuando se alimenta con una ración incompleta, el crecimiento disminuye a las altas densidades colocadas, debido a que cada pez no recibirá el suficiente alimento natural para abastecer la deficiencia nutricional de las raciones ofrecidas. (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

Las tilapias cultivadas a bajas densidades, solo con alimento natural producido en los estanques, podrán crecer a tasas óptimas hasta que el alimento comience a ser el limitante del crecimiento. Cuando se aumenta la densidad de siembra, el abastecimiento de alimento comienza a limitarse y el crecimiento, por lo tanto, disminuye. Para mantener un rápido crecimiento a una densidad tan alta como 1-2 peces/m², se deberá complementar con ofrecimiento de alimento externo. La densidad de siembra podrá aumentarse y el crecimiento será más rápido siempre que se mantenga prolongadamente la calidad del agua. En general, mientras el ofrecimiento diario de alimento no exceda los 80-100 kg/ha, los nutrientes no asimilados (provenientes del alimento ofrecido), aumentarán la producción del alimento natural sin un serio empobrecimiento de la calidad del agua. A mayor tasa de alimentación, a menudo, la degradación de la calidad del agua, reduce el crecimiento en los peces. La respiración de los organismos del fitoplancton, las bacterias y los peces producirán una disminución del oxígeno disuelto por debajo de los límites óptimos para un rápido crecimiento de los individuos. La aireación mecánica puede corregir estos problemas, permitiendo el rápido crecimiento a altas densidades de siembra. Sin embargo, cuando se adiciona alimento externo en respuesta a una alta densidad de peces, el amoníaco (producto del metabolismo de las proteínas y de la descomposición de materia orgánica disponible), comienza a convertirse en un factor limitante del crecimiento. Los niveles de nitrógeno de los desechos pueden reducirse por recambios de agua. (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

Las altas densidades de siembra, resultan a menudo en altas cosechas de peces, pero el crecimiento individual de estos se sacrifica (es decir,

a mayor densidad de siembra, menor talla de los animales). A altas densidades, la tilapia requiere un tiempo adicional para alcanzar las tallas de mercado. Cuanto más tiempo queden los peces en el estanque de cultivo, mayor será el riesgo de enfermedades y la probabilidad de que las hembras no deseadas se reproduzcan, compitiendo entonces con las crías nacidas por el alimento y disminuyendo además el crecimiento de los peces inicialmente sembrados. Por ello, los productores deciden sembrar a una tasa de siembra económicamente óptima, siempre que se pueda mantener una buena cosecha por unidad de área que mantenga el rápido crecimiento de los peces. Los productores de tilapia tienen tres alternativas para acortar el ciclo de engorde: reducir la densidad, mejorar la calidad del alimento, modificar las condiciones ambientales con aireación y/o recambio de agua, lo que permitirá una alta tasa de alimentación, favoreciendo el crecimiento. En las regiones con energía no muy costosa, podrá airearse económicamente los estanques. Cuando esto no sucede, la única alternativa es el recambio de agua (si no es de bombeo) o bien, reducir la densidad de siembra. El éxito de los desoves, se anula en los cultivos en jaulas. Por lo tanto, en este sistema de cultivo, raramente las crías constituyen un problema, aún durante engordes prolongados y además, pueden manejarse a altas densidades. (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

- **Utilización de predadores para control de las crías nacidas en estanques.**

Existe un bajo número de peces predadores que pueden ser sembrados para eliminar las crías resultantes de una población de sexo revertido al 95%, a machos. En los países donde existen predadores disponibles, el control de las poblaciones por medio de ellos, es la mejor alternativa. Sin embargo, estos peces no siempre están disponibles. En Argentina podrían utilizarse surubís, catfish sudamericano e inclusive mojarras, todos de hábitos alimentarios carnívoros. (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

Una segunda alternativa para producción de tilapias más grandes de 400-500 g, es la realización del cultivo en dos fases de engorde. Los peces se cosechan en el subtrópico a los 100 o 200 g. Las hembras y sus crías son retiradas y los machos son resembrados en una segunda fase de engorde para obtención de mayor crecimiento. La retirada de las hembras es relativamente fácil, debido a su identificación por su menor crecimiento con respecto a los machos y se pueden separar rápidamente por inspección ocular con un clasificador (un cajón con malla de nylon o acero de un ojo que retenga solamente a los grandes machos). La ventaja de estas dos fases de engorde es que el espacio adicional en estanques no se necesita para producir o mantener a peces que se comporten como predadores, y también permite un espacio de estanques con uso más intensivo. La fase uno en estanques, puede realizarse a alta densidad (tanto como sea posible), si los peces van a quedar en cautiverio hasta la talla final demandada en el mercado. La desventaja de dividir en dos fases el engorde, se relaciona a la mayor mano de obra necesaria y al aumento del riesgo de enfermedades, como resultado del estrés por manejo, durante la selección y el traslado. La siguiente descripción constituye un escenario típico de cultivo con dos fases de engorde. La primera fase de crecimiento abarca desde 30 g a 200-300 g y la segunda fase desde 200-300 g hasta 800-1000 g o menos. En la primera fase, los peces se siembran al doble de densidad que, en la segunda, en estanques con aireación en donde las tilapias se alimentan con una dieta completa, los peces de 30 g se siembran a 40.000/ha, creciendo hasta los 200 g o menos en subtrópico, y cosechándose cuando la producción está cercana a los 7.000 a 8.000 kg/ha, y las hembras son retiradas del cerramiento. En la segunda fase, los machos de 200 g se siembran a una tasa de 10.000/ha. y se cultivan hasta los 800 g, cuando la cosecha es de alrededor de 8.000 kg/ha. (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

- **Crecimiento en función de las especies o sus líneas.**

La tilapia crece influenciada por la especie o línea de que se trate, así como la cantidad y calidad de alimento, la calidad del agua y la temperatura, el sexo de los peces, la edad, talla, salud y densidad de siembra inicial. Los machos de líneas puras de *O. niloticus* y los híbridos de esta especie, son considerados como los de mejor crecimiento. Los ejemplares de *O. niloticus*, sembrados a 20-30 g y con alimentación de nutrición óptima, calidad y temperatura, pueden alcanzar (en el trópico) 450-500 g en un período de 6 meses (en subtropical probablemente se extenderá más en tiempo). La *O. niloticus* cultivada en condiciones óptimas e ideales podrá crecer desde larvas de 1 g hasta 600-800 g en 1 año o más (en subtropical), ya que fuera de la estación con “mejores temperaturas” para la especie, el crecimiento disminuirá. También se deberá poner atención, debido a que la tilapia muere por debajo de los 10°C. El crecimiento de la tilapia roja puede ser especialmente impredecible debido al desconocimiento del parentesco de muchos híbridos de líneas rojas cultivadas en el mundo. (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

Al comprar los juveniles, los potenciales productores, deben observar siempre que los mismos provengan de una herencia conocida como reputable (especie o línea de producción conocida, por ejemplo, la línea tailandesa, conocida como “Chitralada” o la línea jamaicana). (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

- **Cosecha de estanques de engorde.**

La tilapia es difícil de cosechar en estanques de gran porte, sin drenar los mismos. Comúnmente, se utilizan redes para las cosechas parciales de tilapia originadas en cultivos en estanques excavados en tierra, con los mismos a nivel de agua completa; pero los peces escapan por medio de saltos y excavan por debajo de las redes, especialmente cuando el estanque posee fondos de barro blando. Para redar efectivamente estos estanques, se necesitará mayor mano de obra y

mantener firme la red sobre el fondo y la línea de flotación por encima de la superficie del agua. Aún con numerosa mano de obra, cosechar más de la mitad de las tilapias de un estanque es dificultoso con una sola red. Los estanques deben drenarse por completo a cada cosecha. (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

▪ **Alimentos y alimentación.**

Las tilapias utilizan, efectivamente, organismos que existen naturalmente en el medio ambiente y que no son ingeridos por otros peces. Algunos potenciales productores, sin embargo, estiman erróneamente que esta especie debe necesitar, en consecuencia, requerimientos nutricionales muy simples. Sin embargo, los requerimientos nutricionales de la tilapia, son muy similares a los de otros peces de aguas cálidas. La tasa de alimentación recomendadas comienza cuando los peces pesan entre 1-5 g, al 10- 7% de su peso corporal y va disminuyendo a medida que aumenta el crecimiento. Para tilapia de entre 100-200 g, la tasa está fijada en 2,5 a 2 y en tilapias de 200 a 400 g en cerca de 2-1,5 % del peso corporal. El peso corporal promedio se deberá determinar por medio de biometrías quincenales o mensuales y de acuerdo a ellas se regula la alimentación. La temperatura es un factor importante dentro de esta regulación; ya que el apetito decrece a bajas temperaturas. Ellas son consumidoras continuas durante la luz del día y estas consideraciones hacen que la alimentación se divida en dos a cuatro comidas diarias. En grandes producciones se utilizan alimentadores automáticos. La eficiencia de conversión (kg de alimento/kg de peso vivo ganado), es en general menor de 2,0 para alta alimentación y alto nivel de calidad de los alimentos. Con raciones que contengan de 28 a 30% de proteína cruda, adecuada energía, minerales y vitaminas (producciones intensivas) en estanques con producciones de cerca de 4000 kg/ha, este cociente varía entre 1,3 a 1,7 para peces que abarcan desde 20 a 30 g hasta peso final de 400-500 g. (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

- **Proteínas y energía.**

Las proteínas son esenciales en la alimentación de cualquier organismo por ser fuentes de aminoácidos, que son las unidades básicas para formación y regeneración de tejidos. La calidad de la proteína se refleja en la composición de aminoácidos esenciales, que son aquellos que el organismo no puede sintetizar, necesitando obligatoriamente estar presente en la dieta. Estos son arginina, fenilalanina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, triptofano, y valina. (Saavedra, 2003)

El contenido de proteína y energía en las dietas son consideraciones primarias en la nutrición para la producción comercial de tilapia. Una adecuada Digestibilidad Energética (DE) aporta la proteína dietaria máxima para el crecimiento. Proteína dietaria adicional, sin suficiente energía adicional, disminuye el crecimiento (las fórmulas no solo deben contener los insumos necesarios según los requerimientos conocidos para la especie, sino también la cantidad de energía suficiente para ella). Los óptimos niveles de DE en las raciones de tilapia con razonable calidad de proteína, son del 8.300 a 9.300 kcal DE/kg de proteína cruda. Se recomienda un alto rango de energía terminal para dietas que contengan alta calidad de proteína. La energía dietaria, no proteica, puede obtenerse a partir de los hidratos de carbono de los granos de cereales (maíz, trigo, arroz, etc.); ya que las tilapias son eficientes en cuanto a digestión de carbohidratos altos en fibras, mucho más, que otros peces de agua dulce. La calidad de la proteína en las raciones de tilapia, se alcanza a niveles de DE proteína cruda en las dietas de 35-50%, pero económicamente los niveles óptimos en las dietas comerciales para juveniles y adultos son usualmente de entre 25 y 35%. El bajo final del rango de proteína es más apropiado que los niveles sub óptimos de (dietas con pocos lípidos y/o altos porcentajes de carbohidratos más complejos). (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

- **Los lípidos, vitaminas y minerales.**

En general, estas sustancias son las generadoras de fuentes de energía y cumplen también otra serie de funciones nutricionales. Existe poca investigación referente a los contenidos de ellos en las dietas para tilapias. El aceite de soja es uno de los ingredientes utilizados por su eficacia y costo. Los requerimientos en minerales no están totalmente estudiados para la especie. El calcio, por ejemplo, es obtenido desde el agua a través de las branquias, pero en general se agrega algo de este elemento. Otras trazas de minerales son derivadas también del agua para satisfacer los requerimientos de estos peces. Sin embargo, debido al relativamente bajo costo de los suplementos minerales en el mercado y como prevención, se agrega un 1% de los existentes en el comercio; especialmente si se objetivan altas producciones. En cuanto a las vitaminas, ellas incluyen las E, Riboflavia, Acido Pantoténico, Vitamina B12 y vitamina C. Sus requerimientos se encuentran en la bibliografía apta. (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

- **Perspectivas del cultivo en la región y el país.**

Finalmente, es importante mencionar que la producción de tilapia en la Región de América Latina y El Caribe, se ha convertido en un cultivo de tipo industrial y semicomercial, que es el fenómeno más notable de los últimos años en materia de expansión de la acuicultura regional. El destino principal ha sido el mercado de exportación y han influido en ello una serie de factores, como los ambientales, tecnológicos, institucionales y de mercado. La incorporación de Brasil a la gran producción de tilapia, señala un nuevo punto de auge en la tendencia para este cultivo. El mercado interno brasileño, jugará un fuerte empuje para la industria ante posibles saturaciones temporales de los mercados de exportación (Estados Unidos, principalmente). Por todas estas razones, se prevé un futuro e importante crecimiento de este cultivo en la región. (Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL, 2003)

2.2.4. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

Artículo 1.- Modificación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, aprobados por Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM.

Modifíquese los parámetros y valores de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, aprobados por Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, detallados en el anexo de la presente norma.

Artículo 2.- ECA para agua y políticas públicas.

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua son de cumplimiento obligatorio en la determinación de los usos de los cuerpos de agua, atendiendo a sus condiciones naturales o niveles de fondo, y en el diseño de normas legales y políticas públicas, de conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente.

Artículo 3.- ECA para agua e instrumentos de gestión ambiental.

- Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua son referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.
- Los titulares de la actividad extractiva, productiva y de servicios deben prevenir y/o controlar los impactos que sus operaciones pueden generar en los parámetros y concentraciones aplicables a los cuerpos de agua dentro del área de influencia de sus operaciones, advirtiendo entre otras variables, las condiciones particulares de sus operaciones y los insumos empleados en el tratamiento de sus efluentes; dichas consideraciones deben ser incluidas como parte de los compromisos asumidos en su instrumento de gestión ambiental, siendo materia de fiscalización por parte de la autoridad competente.

Artículo 4.- Excepción de aplicación de los ECA para agua.

- Las excepciones para la aplicación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua previstas en el Artículo 7° de las disposiciones para su implementación aprobadas por Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM se aplican de forma independiente.

- El supuesto previsto en el literal b) del citado Artículo 7º constituye una excepción de carácter temporal que es aplicable para efectos del monitoreo de calidad ambiental y en el seguimiento de las obligaciones asumidas por el titular de la actividad.

2.3. Definición de términos.

- Anhídrido carbónico.

Forma poco usada para referirse al dióxido de carbono, gas asfixiante que se produce en las combustiones y en algunas fermentaciones. La fórmula del anhídrido carbónico es CO₂; las plantas, de noche, van absorbiendo el oxígeno y desprendiendo anhídrido carbónico.

- Amoniaco.

Gas incoloro de olor desagradable, compuesto de hidrógeno y nitrógeno y muy soluble en agua, que sirve de base para la formación de distintas sales; se emplea en la fabricación de abonos y productos de limpieza o de refrigeración.

- Alcalino.

El adjetivo alcalino se emplea para calificar a aquello que dispone de álcali. Un álcali, por otra parte, es un hidróxido de tipo metálico que actúa como **base** fuerte y que presenta una gran solubilidad al estar en el agua.

- Alimento balanceado.

Desde el punto de vista técnico, es aquella mezcla de ingredientes cuya composición nutricional permite aportar la cantidad de nutrientes biodisponibles necesarios para cubrir el requerimiento del metabolismo de un animal, en función de su etapa metabólica, edad y peso.

- Densidad.

Relación entre la masa y el volumen de una sustancia, o entre la masa de una sustancia y la masa de un volumen igual de otra sustancia tomada como patrón.

- Calidad del agua.

Atributos que presenta el agua, de manera tal, que reúna criterios de aceptabilidad para diversos usos. En términos de acuicultura, cualquier

característica que afecte la supervivencia, reproducción, crecimiento o manejo de especies acuáticas, es una variable de calidad del agua.

- Contaminación.

La contaminación es la introducción de sustancias en un medio que provocan que este sea inseguro o no apto para su uso. El medio puede ser un ecosistema, un medio físico o un ser vivo. El contaminante puede ser una sustancia química, energía (como sonido, calor, luz o radiactividad).

- Desvalvado.

Proceso mediante el cual se separa el tallo y coral de las conchas, que consiste en sumergir los moluscos en diferentes temperaturas al fin de facilitar la extracción.

- Estándar de Calidad Ambiental (ECA)

Es la medida de la concentración o del grado de elementos físicos, químicos y biológicos, en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente

- Evaporación.

Proceso físico que consiste en el paso lento y gradual de un estado líquido hacia un estado gaseoso, tras haber adquirido suficiente energía para vencer la tensión superficial.

- Excreción.

Proceso fisiológico, que le permite al organismo eliminar sustancias de desecho y tóxicas para el cuerpo, manteniendo así en equilibrio la composición de la sangre y otros fluidos corporales.

- Exoftalmia.

También llamada protopsis, protrusio bulbi u oftalmoptosis, es la propulsión notable del globo ocular de la cavidad orbitaria que lo contiene.

- Extruzado.

Es un proceso utilizado para crear objetos con sección transversal definida y fija. El material se empuja o se extrae a través de un troquel de una sección transversal deseada.

- Fertilización.

La fecundación, el proceso por el cual dos gametos (masculino y femenino) se fusionan para crear un nuevo individuo con un genoma derivado de ambos progenitores. El proceso para aumentar la fertilidad (la capacidad de un animal, planta o terreno de producir o sustentar una progenie numerosa).

- Hábitat.

En el ecosistema, hábitat es el ambiente que ocupa una población biológica. Es el espacio que reúne las condiciones adecuadas para que la especie pueda residir y reproducirse, perpetuando su presencia. Así, un hábitat queda descrito por los rasgos que lo definen ecológicamente, distinguiéndolo de otros hábitats en los que las mismas especies no podrían encontrar acomodo.

- Humedad.

Se denomina humedad al agua que impregna un cuerpo o al vapor presente en la atmósfera. El agua está presente en todos los cuerpos vivos, ya sean animales o vegetales, y esa presencia es de gran importancia para la vida.

- Huella ecológica.

Indicador del impacto ambiental, generado por la demanda humana que se hace de los recursos existentes en los ecosistemas del planeta relacionándola con la capacidad ecológica de la Tierra de regenerar sus recursos. Representa el área de tierra o agua ecológicamente productivos (cultivos, pastos, bosques o ecosistemas acuáticos) e idealmente también el volumen de aire, necesarios para generar recursos y además para asimilar los residuos producidos por cada población determinada de acuerdo a su modo de vida, de forma indefinida. La medida puede realizarse a diferentes escalas: individuo (la huella ecológica de una persona), poblaciones (la huella ecológica de una ciudad, de una región, de un país), comunidades (la huella ecológica de las sociedades agrícolas, de las sociedades industrializadas, etc.).

- Hatchery.

El término "Hatchery" o "Eclosería" (laboratorio de producción de larvas) es muy empleado actualmente entre los sectores que se dedican a la acuicultura, a pesar de ser un término que a menudo no figura en los diccionarios clásicos.

Existe una especie de prestigio en el hecho de realizar cultivos completos desde huevo a adulto, lo cual permite independizarse de los factores aleatorios que rigen la captación natural. El Hatchery o criadero es la estructura diseñada para el mantenimiento de los reproductores, estimulación y control de la puesta y cultivo de especímenes en sus primeros estadios (larvas y post larvas).

- Ionizado.

Fenómeno químico o físico mediante el cual se producen iones, estos son átomos o moléculas cargadas eléctricamente debido al exceso o falta de electrones respecto a un átomo o molécula neutra. A la especie química con más electrones que el átomo o molécula neutros se le llama anión, y posee una carga neta negativa, y a la que tiene menos electrones catión, teniendo una carga neta positiva. Hay varias maneras por las que se pueden formar iones de átomos o moléculas.

- Larvas.

Las larvas son las fases juveniles de los animales con desarrollo indirecto (con metamorfosis) y que tienen una anatomía, fisiología y ecología diferente del adulto. El adjetivo que se hace derivar de larva es larvario.

- Lignina.

La lignina es un polímero presente en las paredes celulares de organismos del reino Plantea y también en las Dinophytas del reino Chromalveolata. La palabra lignina proviene del término latino lignum, que significa 'madera'; así, a las plantas que contienen gran cantidad de lignina se las denomina leñosas. La lignina se encarga de engrosar el tallo.

- Mono sexo.

El término monosexualidad es un neologismo que surge de colocar en la misma categoría a la homosexualidad y la heterosexualidad, debido a que ambas solo pueden relacionarse erótica y amorosamente con un solo género.

- Monocultivo.

Sistema de producción agrícola que consiste en dedicar toda la tierra disponible al cultivo de una sola especie vegetal.

- pH.

Coeficiente que indica el grado de acidez o basicidad de una solución acuosa. "el pH neutro es 7: si el número es mayor, la solución, es básica, y si es menor, es ácida".

- Patología.

Rama de la medicina encargada del estudio de las enfermedades en los humanos. De forma más específica, esta disciplina se encarga del estudio de los cambios estructurales bioquímicos y funcionales que subyacen a la enfermedad en células, tejidos y órganos. La patología utiliza herramientas moleculares, microbiológicas, inmunológicas y morfológicas para tratar de explicar la etiología y manifestaciones clínicas (signo y síntoma) que presentan los pacientes, al tiempo que propone bases racionales para el tratamiento y profilaxis. Suele considerarse como el enlace entre las ciencias básicas y las ciencias clínicas.

- Peletizado.

Del inglés pellet en forma de píldora o bolita. Alimento preparado con estas características, usado para aves, ganado, peces, etc. También se le llama alimento balanceado.

- Policultivo.

Sistema de cultivo agrícola que consiste en producir simultáneamente cultivos diferentes en una misma explotación.

- Protozo.

Grupo de animales eucariotas formados por una sola célula, o por una colonia de células iguales entre sí, sin diferenciación de tejidos y que vive en medios acuosos o en líquidos internos de organismos superiores.

- Predación.

En ecología la depredación es un tipo de interacción biológica en la que un individuo de una especie animal caza a otro individuo para subsistir. Un mismo individuo puede ser depredador de algunos animales y a su vez presa de otros, aunque en todos los casos el predador es carnívoro.

- Pudrición.

Descomposición de las proteínas de una sustancia orgánica, efectuada por bacterias y hongos, cuyo resultado incluye la producción de aminas malolientes.

- Trópicos.

En el ámbito de la astronomía, los trópicos son dos círculos que se ubican de manera paralela respecto al ecuador (el círculo más grande que puede trazarse en la esfera terrestre y que es perpendicular a su eje) y que se cortan con la eclíptica (el círculo que se crea a partir de la intersección de la esfera celeste).

- Sexado.

El sexado es un método para determinar el sexo de un animal. Puede realizarse por análisis de ADN, por comportamiento o por caracteres morfológicos.

CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO

3.1. Sistema de hipótesis.

Hi: Los parámetros de calidad del agua que se usa en la crianza de “**Tilapia**” *Oreochromis niloticus*, se alteran negativamente durante el proceso de cultivo, sobrepasando los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, para ríos de la selva – D.S. N° 015-2015-MINAM y parámetros ideales para el cultivo de peces en ambientes tropicales.

H0: Los parámetros de calidad del agua que se usa en la crianza de “**Tilapia**” *Oreochromis niloticus*, no presenta variación durante el proceso de cultivo, manteniéndose por debajo de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, para Ríos de la Selva – D.S. N° 015-2015-MINAM y parámetros ideales para el cultivo de peces en ambientes tropicales.

3.2. Sistema de variables.

3.2.1. Variable independiente.

- Incidencia de la crianza de peces en ambientes controlados.

3.2.2. Variable dependiente.

- Calidad del agua.

3.3. Tipo y nivel de investigación.

3.3.1. De acuerdo a la orientación.

- Aplicada:

Denominada práctica o empírica, guarda íntima relación con la investigación básica, porque depende de los descubrimientos y avances de esta última, enriqueciéndose de los mismos, con utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos. La investigación aplicada busca el conocer, para hacer, para actuar, para construir y para modificar.

3.3.2. De acuerdo a la técnica de contrastación.

- Descriptiva.

Consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos,

procesos y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables.

3.4. Diseño de Investigación.

No experimental: Por lo que se aplicó los siguientes pasos:

- La elección de técnicas de recolección de datos: Que básicamente se refiere a las técnicas y herramientas de las que hizo uso al momento de llevar a cabo el trabajo de campo en la investigación, y con esos datos se llegó a las conclusiones sobre nuestra hipótesis planteada.
- Selección de estrategias: Que se refiere al modo como se llevó a cabo la investigación, y que en este punto se decidió que la investigación es no experimental, además del tipo de investigación.
- Diseño de la muestra: Que se refiere a la manera en cómo se determinó la muestra estadística representativa de la población que es objeto de estudio, es decir las granjas acuícolas continentales del distrito de Moyobamba.

3.5. Población y muestra.

3.5.1. Población.

Conformada por 10 granjas acuícolas en producción de tilapia del distrito de Moyobamba autorizados como Micro y Pequeña Empresa –AMYPE.

3.5.2. Muestra.

El tamaño de la muestra se calculó en base a la siguiente fórmula.

$$ni = \frac{Z^2 pqN}{E^2 (N - 1) + Z^2 pq}$$

Dónde:

- ni = Tamaño de la Muestra inicial
- Z = nivel de confianza de la muestra
- N = universo
- p = probabilidad de éxito
- q = probabilidad de fracaso
- E = error (0.05%)

$$= \frac{(1.96)^2 (0.5) (0.5) (10)}{(0.05)^2 (10-1) + (1.96)^2 (0.5) (0.5)}$$

$$= \frac{(3.8416) (0.5) (0.5) (10)}{(0.0025) (9) + (3.8416) (0.5) (0.5)}$$

$$= \frac{4.802}{(0.0225) + (0.9604)}$$

$$= \frac{9.604}{(0.9829)} = 9.70 \text{ Granjas Acuícolas.}$$

Muestra ajustada:

$$n = \frac{ni}{1 + \frac{ni}{N-1}}$$

Dónde:

–n = Tamaño de la Muestra final.

–ni = tamaño de muestra inicial.

–N = universo.

$$= \frac{9.70}{1 + \frac{9.70}{10-1}}$$

$$= \frac{9.70}{1 + 1.07}$$

$$= \frac{9.70}{2.107} = 4.60 = \mathbf{05} \text{ granjas acuícolas en producción.}$$

Calzada, (1985) y Hernández, (2006) refieren que cuando se trata de poblaciones menores que 200 la muestra inicial calculado es muy cercano a la población, en esos casos se recomienda realizar un ajuste de

muestra. Con lo cual nuestra muestra estadística queda reducida a 5 granjas las cuales describimos en la tabla 1.

Tabla 1
Muestra estadística evaluada

Nº	PERSONA NATURAL Y/O JURIDICA	ESPECIES AUTORIZADAS	NIVEL	UBICACIÓN (Sector)
1	Cristóbal Ramírez Mendoza	Tilapia, Gamitana , Paco, Camarón, etc.	AMYPE	Puerto de Tahuishco
2	Cristir del Águila Cruz	Tilapia, Gamitana, Paco, etc.	AMYPE	Puerto Motilonos
3	Empresa Nutriquat S.A.C	Tilapia, Gamitana, Paco, Paiche, etc.	AMYPE	Baños Sulfurosos
4	Estación Pesquera Marona	Tilapia, Carachama, Gamitana , Paiche, etc.	AMYPE	Sector Marona
5	Marcelino Méndez Rengifo	Tilapia, Paco, Gamitana, etc.	AMYPE	Sector Marona

Fuente: Dirección Regional de Producción de San Martín 2015.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Para la recolección de datos se utilizarán las siguientes técnicas:

3.6.1. De fuentes primarias.

La información de fuentes primarias estuvo basada principalmente en los resultados de la evaluación de campo del agua de las granjas monitoreados.

Metodología utilizada:

- **Determinación de los puntos de muestreo.**

Las unidades de evaluación estuvieron ubicadas en 05 granjas acuícolas en producción, en la cual se estableció 02 puntos de medición (01 al ingreso del agua y 01 en punto de descarga de los estanques en evaluación - granja acuícola).

- **Frecuencia de monitoreo.**

Se realizaron 04 mediciones por campaña de producción y análisis, equivalentes a 04 meses consecutivos con intervalos de 30 días entre mediciones, equivalente a 01 campaña de producción. El registro de los parámetros se realizó haciendo uso de equipos multiparámetro y observación en campo. El monitoreo se realizó en 02 campañas de producción consecutiva en las granjas elegidas una del 22/01/16 al 22/04/16 correspondiente a la primera campaña y 09/06/16 al 09/09/16 correspondiente a la segunda campaña.

- **Fase de análisis.**

Para la determinación de la variabilidad de los parámetros físicos químicos evaluados se tuvo en cuenta los datos obtenidos en la estación de monitoreo de ingreso del agua y punto de descarga por etapa de producción. Además, se establecieron comparación entre las dos campañas y su evaluación con respecto a los estándares de calidad del agua para ríos establecidos mediante Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, y requerimientos mínimos de calidad del agua para el cultivo de peces en ambientes controlados.

3.6.2. De fuentes secundarias.

La información de fuentes secundarias estuvo basada en información adicional que ayuden a evaluar los resultados obtenidos del campo; ello ayudará a complementar la información primaria; las fuentes que se tomaran en cuenta son publicaciones, libros, folletos, revistas, periódicos, registros de instituciones, aportes de especialistas y pobladores de la zona.

Los materiales y equipos utilizados fueron:

▪ **Materiales.**

- Pilas doble “A”.
- Tablero de madera.
- Papel bond.
- Lapicero.

▪ **Equipos.**

- Equipo Hach de calidad del agua.
- Cámara fotográfica marca Sony.
- Equipo de posicionamiento global (GPS) marca Garmin.
- Calculadora científica marca Casio.

▪ **Equipos de Protección Personal (EPP).**

- Botas de jebe.
- Capota.
- Guantes.
- Lentes.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Fueron no informáticos, estuvo basado en la comparación de los resultados obtenidos en laboratorio con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua – ríos de la selva, proyecciones de cuadros y gráficos de los resultados obtenidos de campo y gabinete.

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1. Resultado de la evaluación de las características físicas químicas del agua en las granjas acuícolas con cultivo de “Tilapia” *Oreochromis niloticus* a nivel semiintensivo en 02 campañas de producción consecutivas.

a) Resultados de Monitoreo de afluentes campaña 1 y 2.

Tabla 2

Resultados de monitoreo de calidad de agua afluyente estación N°01: Cristóbal Ramírez Mendoza – Campaña 1.

PARAMETRO	Unid.	Fechas de monitoreo de afluyente				Promedio
		22/01/2016	22/02/2016	21/03/2016	22/04/2016	
Físicos						
Temperatura	°C	25	26	25	25	25.3
Transparencia	cm	28	27	27	28	27.5
Químicos						
pH	....	6.1	6.1	6.1	6.2	6.1
Oxígeno disuelto	mg/l	5.5	5.6	5.6	5.6	5.6
Alcalinidad	mg/l	74	74	75	75	74.5
Nitratos	mg/l	0.06	0.07	0.08	0.08	0.07
Nitritos	mg/l	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03
Dureza	mg/l	42	40	41	41	41.0
Amoniaco	mg/l	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03

Fuente: Resultados de monitoreo de campo 2016.

Tabla 3

Resultados de monitoreo de calidad de agua afluyente estación N°01: Cristóbal Ramírez Mendoza – Campaña 2

PARAMETRO	Unid.	Fechas de monitoreo de afluyente				Promedio
		09/06/2016	08/07/2016	09/08/2016	09/09/2016	
Físicos						
Temperatura	°C	26	27	26	26	26.3
Transparencia	cm	33	32	32	33	32.5
Químicos						
pH	....	6.1	6.2	6.2	6.2	6.2
Oxígeno disuelto	mg/l	5.6	5.6	5.5	5.6	5.6
Alcalinidad	mg/l	76	76	76	75	75.8
Nitratos	mg/l	0.07	0.07	0.07	0.08	0.073
Nitritos	mg/l	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03
Dureza	mg/l	40	40	40	41	40.3
Amoniaco	mg/l	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03

Fuente: Resultados de monitoreo de campo 2016.

Tabla 4

Resultados de monitoreo de calidad de agua afluente estación N°02: Cristir del Águila Cruz – Campaña 1.

PARAMETRO	Unid.	Fechas de monitoreo de afluentes				Promedio
		22/01/2016	22/02/2016	21/03/2016	22/04/2016	
Físicos						
Temperatura	°C	26	25	25	26	25.5
Transparencia	cm	28	28	25	25	26.5
Químicos						
pH	....	7	7.1	7.1	7	7.1
Oxígeno disuelto	mg/l	5.1	5.1	5.1	5.2	5.1
Alcalinidad	mg/l	40	40	38	40	39.5
Nitratos	mg/l	0.014	0.015	0.019	0.019	0.017
Nitritos	mg/l	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02
Dureza	mg/l	32	32	32	30	31.5
Amoniaco	mg/l	0	0	0	0	0

Fuente: Resultados de monitoreo de campo 2016.

Tabla 5

Resultados de monitoreo de calidad de agua afluente estación N°02: Cristir del Águila Cruz – Campaña 2.

PARAMETRO	Unid.	Fechas de monitoreo de afluentes				Promedio
		09/06/2016	08/07/2016	09/08/2016	09/09/2016	
Físicos						
Temperatura	°C	26	25	25	26	25.5
Transparencia	cm	30	30	30	30	30.0
Químicos						
pH	....	7.1	7.2	7.1	7.2	7.2
Oxígeno disuelto	mg/l	5.2	5.2	5.3	5.3	5.3
Alcalinidad	mg/l	38	38	38	40	38.5
Nitratos	mg/l	0.018	0.018	0.017	0.019	0.018
Nitritos	mg/l	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Dureza	mg/l	30	30	30	30	30.0
Amoniaco	mg/l	0	0	0	0	0

Fuente: Resultados de monitoreo de campo 2016.

Tabla 6

Resultados de monitoreo de calidad de agua afluente estación N°03: Empresa Nutriquat S.A.C. – Campaña 1.

PARAMETRO	Unid.	Fechas de monitoreo de afluentes				Promedio
		22/01/2016	22/02/2016	21/03/2016	22/04/2016	
Físicos						
Temperatura	°C	24	24	25	24	24.3
Transparencia	cm	27	27	28	28	27.5
Químicos						
pH	....	7.1	7.1	7.1	7	7.1
Oxígeno disuelto	mg/l	6.5	6.4	6.5	6.5	6.5
Alcalinidad	mg/l	87	89	90	89	88.8
Nitratos	mg/l	0.05	0.05	0.056	0.056	0.053
Nitritos	mg/l	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02
Dureza	mg/l	85	85	85	84	84.8
Amoniaco	mg/l	0	0	0	0	0

Fuente: Resultados de monitoreo de campo 2016.

Tabla 7

Resultados de monitoreo de calidad de agua afluente estación N°03: Empresa Nutriquat S.A.C. – Campaña 2.

PARAMETRO	Unid.	Fechas de monitoreo de afluentes				Promedio
		09/06/2016	08/07/2016	09/08/2016	09/09/2016	
Físicos						
Temperatura	°C	25	25	25	26	25.3
Transparencia	cm	30	30	30	30	30.0
Químicos						
pH	....	7.1	7.2	7.1	7.1	7.1
Oxígeno disuelto	mg/l	6.5	6.4	6.5	6.5	6.5
Alcalinidad	mg/l	87	89	90	89	88.8
Nitratos	mg/l	0.058	0.058	0.057	0.057	0.058
Nitritos	mg/l	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
Dureza	mg/l	83	85	84	84	84.0
Amoniaco	mg/l	0	0	0	0	0

Fuente: Resultados de monitoreo de campo 2016.

Tabla 8

Resultados de monitoreo de calidad de agua afluente estación N°04: Estación Pesquera Marona. – Campaña 1.

PARAMETRO	Unid.	Fechas de monitoreo de afluentes				Promedio
		22/01/2016	22/02/2016	21/03/2016	22/04/2016	
Físicos						
Temperatura	°C	24	25	25	25	24.8
Transparencia	cm	8	8	11	11	9.5
Químicos						
pH	....	6.9	7.1	7.2	7.2	7.1
Oxígeno disuelto	mg/l	6.4	6.4	6.5	6.4	6.4
Alcalinidad	mg/l	218	222	225	222	221.8
Nitratos	mg/l	0.825	0.828	0.825	0.828	0.827
Nitritos	mg/l	0.35	0.33	0.33	0.33	0.34
Dureza	mg/l	108	108	105	105	106.5
Amoniaco	mg/l	0.9	0.8	0.8	0.9	0.85

Fuente: Resultados de monitoreo de campo 2016.

Tabla 9

Resultados de monitoreo de calidad de agua afluente estación N°04: Estación Pesquera Marona. – Campaña 2.

PARAMETRO	Unid.	Fechas de monitoreo de afluentes				Promedio
		09/06/2016	08/07/2016	09/08/2016	09/09/2016	
Físicos						
Temperatura	°C	24	24	25	24	24.3
Transparencia	cm	10	10	10	10	10.0
Químicos						
pH	....	7.1	7.2	7.2	7.1	7.2
Oxígeno disuelto	mg/l	6.5	6.4	6.5	6.5	6.5
Alcalinidad	mg/l	218	218	220	220	219.0
Nitratos	mg/l	0.822	0.825	0.825	0.824	0.824
Nitritos	mg/l	0.31	0.33	0.33	0.32	0.32
Dureza	mg/l	105	105	100	100	102.5
Amoniaco	mg/l	0.8	0.7	0.7	0.8	0.75

Fuente: Resultados de monitoreo de campo 2016.

Tabla 10

Resultados de monitoreo de calidad de agua afluente estación N°05: Marcelino Méndez Alfaro – Campaña 1.

PARAMETRO	Unid.	Fechas de monitoreo de afluentes				Promedio
		22/01/2016	22/02/2016	21/03/2016	22/04/2016	
Físicos						
Temperatura	°C	24	25	25	25	24.8
Transparencia	cm	8	9	11	11	9.8
Químicos						
pH	....	7.2	7.1	7.2	7.1	7.2
Oxígeno disuelto	mg/l	6.4	6.4	6.4	6.5	6.4
Alcalinidad	mg/l	59	59	58	60	59.0
Nitratos	mg/l	0.828	0.828	0.826	0.828	0.828
Nitritos	mg/l	0.22	0.21	0.21	0.21	0.21
Dureza	mg/l	35	35	33	35	34.5
Amoniaco	mg/l	0.9	0.8	0.8	0.9	0.85

Fuente: Resultados de monitoreo de campo 2016.

Tabla 11

Resultados de monitoreo de calidad de agua afluente estación N°05: Marcelino Méndez Alfaro – Campaña 2.

PARAMETRO	Unid.	Fechas de monitoreo de afluentes				Promedio
		09/06/2016	08/07/2016	09/08/2016	09/09/2016	
Físicos						
Temperatura	°C	25	25	26	26	25.5
Transparencia	cm	10	10	10	10	10.0
Químicos						
pH	....	7.2	7.2	7.1	7.1	7.2
Oxígeno disuelto	mg/l	6.4	6.4	6.4	6.5	6.4
Alcalinidad	mg/l	58	58	58	60	58.5
Nitratos	mg/l	0.824	0.826	0.825	0.824	0.825
Nitritos	mg/l	0.22	0.21	0.21	0.21	0.21
Dureza	mg/l	33	33	33	35	33.5
Amoniaco	mg/l	0.8	0.8	0.7	0.8	0.78

Fuente: Resultados de monitoreo de campo 2016.

b) Resultados de monitoreo de efluentes campañas 1 y 2.

Tabla 12

Resultados de monitoreo de calidad de agua efluente estación N°01: Cristóbal Ramírez Mendoza – Campaña 1.

PARAMETRO	Unid.	Fechas de monitoreo de efluentes				Promedio
		22/01/2016	22/02/2016	21/03/2016	22/04/2016	
Físicos						
Temperatura	°C	29	29	30	30	29.5
Transparencia	cm	26	26	23	22	24.3
Químicos						
pH	....	6.8	6.9	7.6	7.8	7.3
Oxígeno disuelto	mg/l	5.2	5.1	5.0	5.0	5.1
Alcalinidad	mg/l	160	160	160	158	159.5
Nitratos	mg/l	0.17	0.17	0.19	0.19	0.180
Nitritos	mg/l	0.04	0.06	0.08	0.08	0.07
Dureza	mg/l	56	56	55	56	55.8
Amoniaco	mg/l	0.1	0.2	0.2	0.2	0.19

Fuente: Resultados de monitoreo de campo 2016.

Tabla 13

Resultados de monitoreo de calidad de agua efluente estación N°01: Cristóbal Ramírez Mendoza – Campaña 2.

PARAMETRO	Unid.	Fechas de monitoreo de efluentes				Promedio
		09/06/2016	08/07/2016	09/08/2016	09/09/2016	
Físicos						
Temperatura	°C	31	30	30	31	30.5
Transparencia	cm	28	28	25	24	26.3
Químicos						
pH	....	6.5	6.8	7.3	7.8	7.1
Oxígeno disuelto	mg/l	5.4	5.3	5.2	5.0	5.2
Alcalinidad	mg/l	158	158	158	160	158.5
Nitratos	mg/l	0.15	0.16	0.18	0.19	0.170
Nitritos	mg/l	0.04	0.04	0.07	0.07	0.06
Dureza	mg/l	54	54	55	55	54.5
Amoniaco	mg/l	0.1	0.1	0.2	0.2	0.15

Fuente: Resultados de monitoreo de campo 2016.

Tabla 14

Resultados de monitoreo de calidad de agua efluente estación N°02: Cristir del Águila Cruz – Campaña 1.

PARAMETRO	Unid.	Fechas de monitoreo de efluentes				Promedio
		09/06/2016	08/07/2016	09/08/2016	09/09/2016	
Físicos						
Temperatura	°C	28	27	28	27	27.5
Transparencia	cm	24	24	22	22	23.0
Químicos						
pH	....	6.7	6.8	6.9	7.4	7.0
Oxígeno disuelto	mg/l	5.3	5.1	5.1	5.0	5.1
Alcalinidad	mg/l	90	90	88	88	89.0
Nitratos	mg/l	0.045	0.049	0.050	0.055	0.050
Nitritos	mg/l	0.070	0.075	0.076	0.079	0.08
Dureza	mg/l	60	59	59	60	59.5
Amoniaco	mg/l	0.06	0.06	0.06	0.08	0.07

Fuente: Resultados de monitoreo de campo 2016.

Tabla 15

Resultados de monitoreo de calidad de agua efluente estación N°02: Cristir del Águila Cruz – Campaña 2.

PARAMETRO	Unid.	Fechas de monitoreo de efluentes				Promedio
		09/06/2016	08/07/2016	09/08/2016	09/09/2016	
Físicos						
Temperatura	°C	27	28	28	28	27.8
Transparencia	cm	25	25	23	23	24.0
Químicos						
pH	....	6.5	6.5	6.8	7.1	6.7
Oxígeno disuelto	mg/l	5.8	5.3	5.2	5.2	5.4
Alcalinidad	mg/l	88	88	86	88	87.5
Nitratos	mg/l	0.043	0.045	0.049	0.051	0.047
Nitritos	mg/l	0.069	0.069	0.073	0.074	0.07
Dureza	mg/l	57	58	57	58	57.5
Amoniaco	mg/l	0.05	0.05	0.06	0.07	0.06

Fuente: Resultados de monitoreo de campo 2016.

Tabla 16

Resultados de monitoreo de calidad de agua efluente estación N°03: Empresa Nutriquat S.A.C. – Campaña 1.

PARAMETRO	Unid.	Fechas de monitoreo de efluentes				Promedio
		09/06/2016	08/07/2016	09/08/2016	09/09/2016	
Físicos						
Temperatura	°C	27	27	28	28	27.5
Transparencia	cm	21	21	18	18	19.5
Químicos						
pH	....	6.3	6.5	6.7	7.0	6.6
Oxígeno disuelto	mg/l	6.1	6.0	5.7	5.8	5.9
Alcalinidad	mg/l	110	109	110	110	109.8
Nitratos	mg/l	0.055	0.059	0.064	0.064	0.061
Nitritos	mg/l	0.031	0.035	0.048	0.057	0.04
Dureza	mg/l	93	93	92	93	92.8
Amoniaco	mg/l	0.01	0.01	0.04	0.05	0.03

Fuente: Resultados de monitoreo de campo 2016.

Tabla 17

Resultados de monitoreo de calidad de agua efluente estación N°03: Empresa Nutriquat S.A.C. – Campaña 2.

PARAMETRO	Unid.	Fechas de monitoreo de efluentes				Promedio
		09/06/2016	08/07/2016	09/08/2016	09/09/2016	
Físicos						
Temperatura	°C	28	28	28	29	28.3
Transparencia	cm	22	21	20	18	20.3
Químicos						
pH	....	6.4	6.8	6.9	7.1	6.8
Oxígeno disuelto	mg/l	6.2	6.1	5.8	5.8	5.98
Alcalinidad	mg/l	108	108	110	110	109.0
Nitratos	mg/l	0.053	0.058	0.062	0.063	0.059
Nitritos	mg/l	0.029	0.033	0.045	0.055	0.04
Dureza	mg/l	90	92	92	90	91.0
Amoniaco	mg/l	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02

Fuente: Resultados de monitoreo de campo 2016.

Tabla 18

Resultados de monitoreo de calidad de agua efluente estación N°04: Estación Pesquera Marona. – Campaña 1.

PARAMETRO	Unid.	Fechas de monitoreo de efluentes				Promedio
		09/06/2016	08/07/2016	09/08/2016	09/09/2016	
Físicos						
Temperatura	°C	26	27	28	27	27.0
Transparencia	cm	21	19	16	16	18.0
Químicos						
pH	....	6.5	6.6	7.3	7.4	7.0
Oxígeno disuelto	mg/l	6.20	6.10	6.00	6.00	6.1
Alcalinidad	mg/l	260	253	253	253	254.8
Nitratos	mg/l	0.098	0.098	0.098	0.104	0.100
Nitritos	mg/l	0.039	0.046	0.048	0.047	0.05
Dureza	mg/l	162	158	159	160	159.8
Amoniaco	mg/l	0.08	0.08	0.1	0.1	0.09

Fuente: Resultados de monitoreo de campo 2016.

Tabla 19

Resultados de monitoreo de calidad de agua efluente estación N°04: Estación Pesquera Marona. – Campaña 2.

PARAMETRO	Unid.	Fechas de monitoreo de efluentes				Promedio
		09/06/2016	08/07/2016	09/08/2016	09/09/2016	
Físicos						
Temperatura	°C	27	28	28	29	28.0
Transparencia	cm	20	20	18	18	19.0
Químicos						
pH	....	6.7	6.8	7.2	7.4	7.0
Oxígeno disuelto	mg/l	6.50	6.30	6.30	6.00	6.3
Alcalinidad	mg/l	255	260	255	255	256.3
Nitratos	mg/l	0.095	0.098	0.098	0.102	0.098
Nitritos	mg/l	0.032	0.038	0.042	0.045	0.04
Dureza	mg/l	160	155	158	160	158.3
Amoniaco	mg/l	0.07	0.07	0.08	0.09	0.08

Fuente: Resultados de monitoreo de campo 2016.

Tabla 20

Resultados de monitoreo de calidad de agua efluente estación N°05: Marcelino Méndez Alfaro – Campaña 1.

PARAMETRO	Unid.	Fechas de monitoreo de efluentes				Promedio
		09/06/2016	08/07/2016	09/08/2016	09/09/2016	
Físicos						
Temperatura	°C	26	26	27	27	26.5
Transparencia	cm	23	23	21	21	22.0
Químicos						
pH	....	6.4	6.4	6.9	7.1	6.70
Oxígeno disuelto	mg/l	6.2	6.2	5.9	5.9	6.05
Alcalinidad	mg/l	85	85	85	84	84.8
Nitratos	mg/l	0.035	0.039	0.046	0.049	0.042
Nitritos	mg/l	0.028	0.032	0.035	0.045	0.04
Dureza	mg/l	69	68	68	70	68.8
Amoniaco	mg/l	0.07	0.09	0.09	0.10	0.09

Fuente: Resultados de monitoreo de campo 2016.

Tabla 21

Resultados de monitoreo de calidad de agua efluente estación N°05: Marcelino Méndez Alfaro – Campaña 2.

PARAMETRO	Unid.	Fechas de monitoreo de efluentes				Promedio
		09/06/2016	08/07/2016	09/08/2016	09/09/2016	
Físicos						
Temperatura	°C	27	26	28	28	27.25
Transparencia	cm	25	25	23	21	23.50
Químicos						
pH	....	6.80	6.80	7.00	7.20	6.95
Oxígeno disuelto	mg/l	6.60	6.40	6.30	6.10	6.35
Alcalinidad	mg/l	83	85	84	84	84.0
Nitratos	mg/l	0.033	0.035	0.041	0.048	0.039
Nitritos	mg/l	0.023	0.028	0.033	0.038	0.03
Dureza	mg/l	68	67	67	68	67.50
Amoniaco	mg/l	0.06	0.07	0.07	0.08	0.07

Fuente: Resultados de monitoreo de campo 2016.

c) **Resultados promedios de afluentes y efluentes, campaña 1 y 2.**

Tabla 22

Resultados promedio de monitoreo de afluentes de las campañas 1 y 2.

PARAMETRO	Unid.	Promedio de monitoreo de afluentes, campaña 1 y 2		
		Campaña 1	Campaña 2	Promedio Final
Físicos				
Temperatura	°C	24.9	25.4	25.15
Transparencia	cm	20.2	22.7	21.45
Químicos				
pH	....	6.9	7.0	7.0
Oxígeno disuelto	mg/l	6	6.1	6.05
Alcalinidad	mg/l	96.7	96.1	96.4
Nitratos	mg/l	0.36	0.360	0.360
Nitritos	mg/l	0.12	0.12	0.12
Dureza	mg/l	59.7	58.1	58.9
Amoniaco	mg/l	0.35	0.31	0.33

Fuente: Resultados de monitoreo de campo 2016.

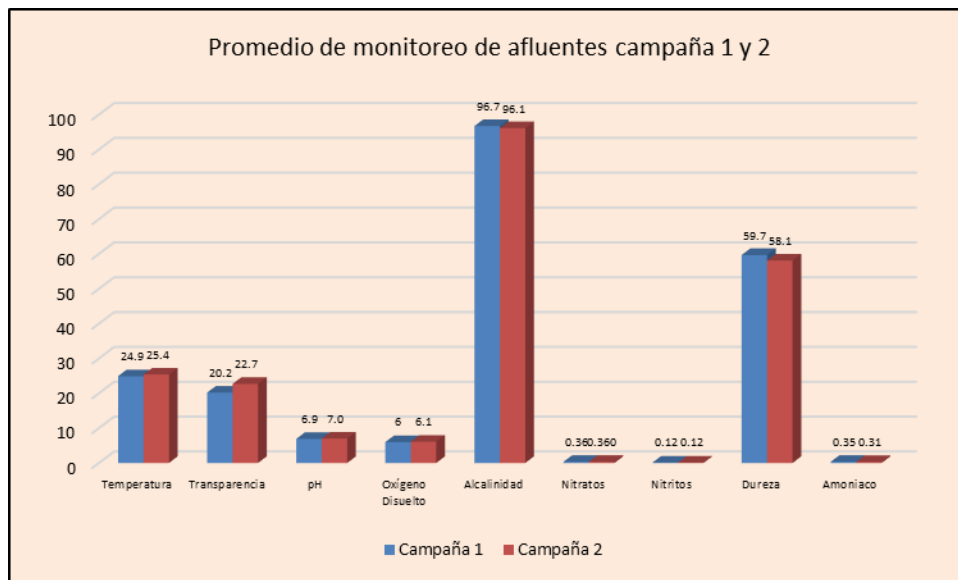


Figura 1. Resultados promedio de monitoreo de afluentes de las campañas 1 y 2.

Fuente: Resultados de monitoreo de campo 2016.

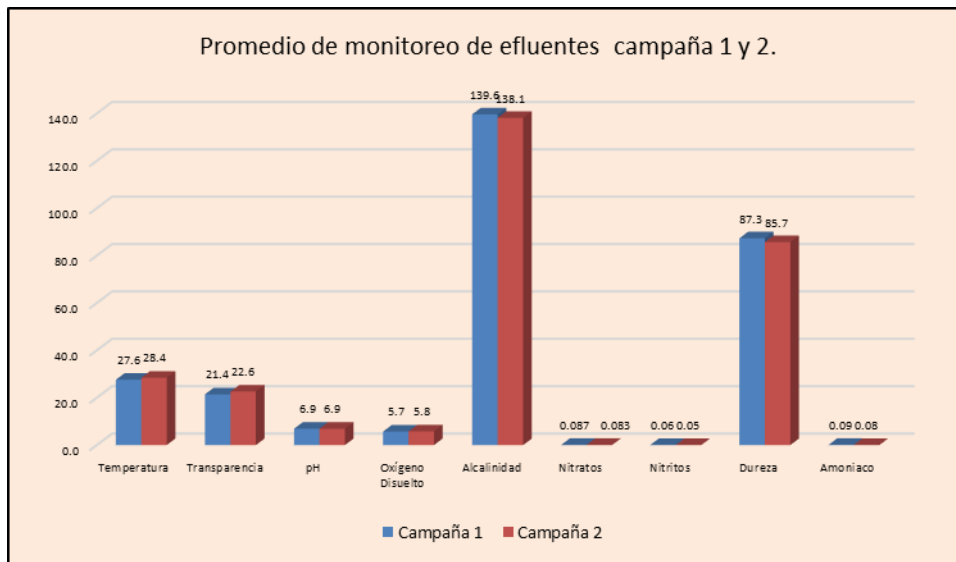
Interpretación:

La figura nos muestra que los resultados comparativos obtenidos entre la campaña 1 y 2 de afluentes existe un ligero incremento en la campaña 2 con respecto a la campaña 1 en los parámetros de temperatura, transparencia, pH, oxígeno disuelto; en lo que respecta a los nitratos y nitritos mantienen sus niveles en ambas campañas, pero el amoniaco tiende a descender en 0.04 mg/l; todo ello se debe que durante la Campaña 1 el clima se encontraba enmarcada dentro de época húmeda.

Tabla 23*Resultados promedio de monitoreo de efluentes de las campañas 1 y 2.*

PARAMETRO	Unid.	Promedio de monitoreo de efluentes campaña 1 y 2.		
		Campaña 1	Campaña 2	Promedio Final
Físicos				
Temperatura	°C	27.6	28.4	28.00
Transparencia	cm	21.4	22.6	22.0
Químicos				
pH	....	6.9	6.9	6.9
Oxígeno Disuelto	mg/l	5.7	5.8	5.8
Alcalinidad	mg/l	139.6	138.1	138.9
Nitratos	mg/l	0.087	0.083	0.085
Nitritos	mg/l	0.06	0.05	0.06
Dureza	mg/l	87.3	85.7	86.5
Amoniaco	mg/l	0.09	0.08	0.09

Fuente: Resultados de monitoreo de campo 2016.

**Figura 2.** Resultados promedio de monitoreo de efluentes de las campañas 1 y 2.

Fuente: Resultados de monitoreo de campo 2016.

Interpretación:

La figura nos muestra que los resultados comparativos obtenidos entre la campaña 1 y 2 de efluentes existe un ligero incremento en la campaña 2 con respecto a la campaña 1 en los parámetros de temperatura, transparencia, oxígeno disuelto; en lo que respecta a los nitritos, nitratos, amoniaco tiende a descender en la campaña 2; todo ello se debe que durante la campaña 2 el clima se encontraba enmarcada dentro de época seca.

d) Resultados comparativos de promedios de monitoreo de afluentes y efluentes.

Tabla 24

Resultados comparativos de promedios de monitoreo de afluentes y efluentes.

Resultado comparativo promedio de monitoreo de afluente y efluente				
PARAMETRO	Unid.	Efluentes	Afluentes	Variación
Físicos				
Temperatura	°C	28	25.2	- 2.8
Transparencia	cm	22	21.5	- 0.5
Químicos				
pH	....	6.9	7.0	+ 0.1
Oxígeno disuelto	mg/l	5.8	6.1	+ 0.3
Alcalinidad	mg/l	138.9	96.4	- 42.5
Nitratos	mg/l	0.085	0.36	+ 0.275
Nitritos	mg/l	0.06	0.12	+ 0.06
Dureza	mg/l	86.5	58.9	- 27.6
Amoniaco	mg/l	0.09	0.33	+ 0.24

Fuente: Resultados de monitoreo de campo 2016.

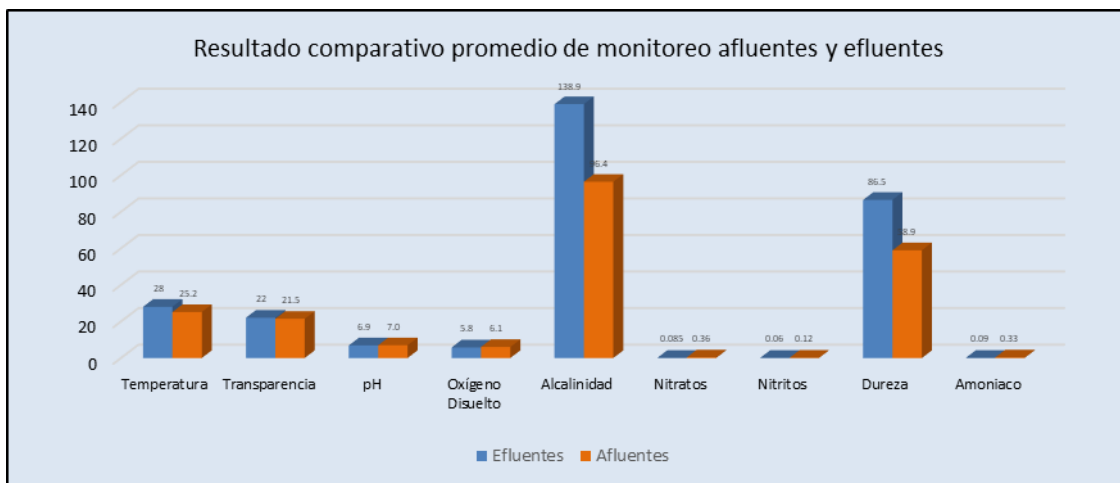


Figura 3. Resultados comparativos de promedios de monitoreo de afluentes y efluentes.

Fuente: Resultados de monitoreo de campo 2016.

Interpretación:

La figura nos muestra que existe diferencia comparativa entre los resultados promedios obtenidos de los efluentes con los afluentes de las granjas acuícolas la temperatura, transparencia, pH, oxígeno disuelto, alcalinidad, nitratos, nitritos, dureza y amoniaco; mayores valores se obtuvieron en los monitoreos realizados en los afluentes que representan el ingreso de agua utilizada en las granjas acuícolas en mayor proporción en amoniaco, nitratos y nitritos, debido a que algunas granjas acuícolas utilizan agua que pasa por centros poblados las mismas que en el trayecto son afectadas por diferentes agentes contaminantes.

4.2. Resultado del análisis comparativo de la calidad del agua con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y/o parámetros óptimos para crianza de peces tropicales.

a) Resultados comparativos de promedios del monitoreo con los estándares de calidad ambiental – Efluentes.

Tabla 25

Comparativos de promedios del monitoreo con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) – Efluentes.

Comparativo de promedio de monitoreo de efluentes				
PARAMETRO	Unid.	Efluentes	ECAS	Sobre pasa
Físicos				
Temperatura	°C	28	35.0	No
Transparencia	cm	22	30.0	No
Químicos				
pH	....	6.9	8.5	No
Oxígeno disuelto	mg/l	5.8	5.0	No
Alcalinidad	mg/l	138.9	200	No
Nitratos	mg/l	0.085	10	No
Nitritos	mg/l	0.06	0.1	No
Dureza	mg/l	86.5	300	No
Amoniaco	mg/l	0.09	0.1	No

Fuente: Resultados de monitoreo de campo 2016.

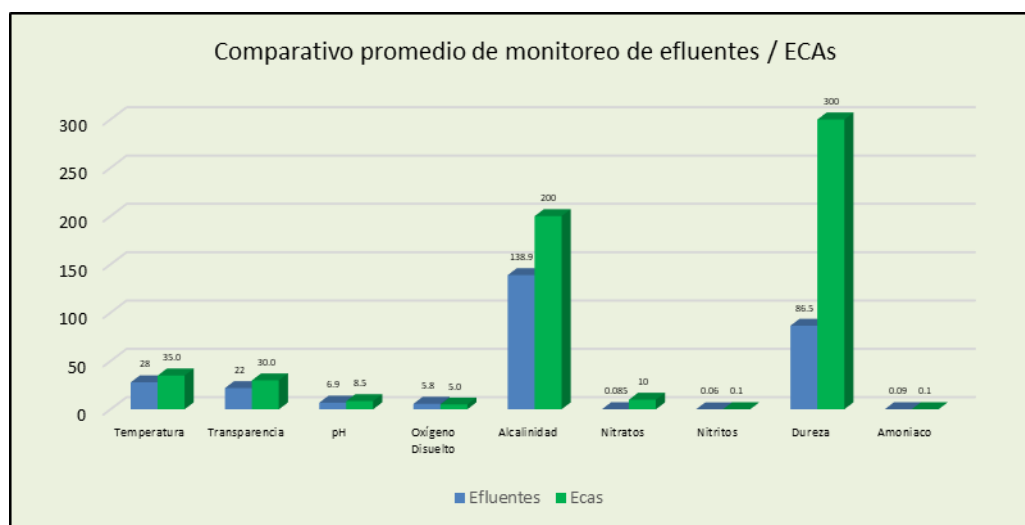


Figura 4. Comparativos de promedios del monitoreo con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) – Efluentes.

Fuente: Resultados de monitoreo de campo 2016.

Interpretación:

La figura nos muestra que los resultados de los monitoreos de los parámetros de calidad de agua evaluados en el efluente (salida del agua a las granjas acuícolas), no sobre pasan los estándares de calidad de agua establecidos por Decreto

Supremo N° 015-2015-MINAM: Estándares nacionales de calidad ambiental para agua y parámetros óptimos para la crianza de peces en ambientes tropicales.

b) Resultados comparativos de promedios del monitoreo con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA)– Afluentes.

Tabla 26

Comparativo de promedios del monitoreo con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) – Afluentes.

Comparativo de promedio de monitoreo de afluentes				
PARAMETRO	Unid.	Afluentes	ECAS	Sobre Pasa
Físicos				
Temperatura	°C	25.2	35.0	No
Transparencia	cm	21.5	30.0	No
Químicos				
pH	....	7.0	8.5	No
Oxígeno Disuelto	mg/l	6.1	5.0	No
Alcalinidad	mg/l	96.4	200	No
Nitratos	mg/l	0.36	10	No
Nitritos	mg/l	0.12	0.1	Si
Dureza	mg/l	58.9	300	No
Amoniaco	mg/l	0.33	0.1	Si

Fuente: Resultados de monitoreo de campo 2016.

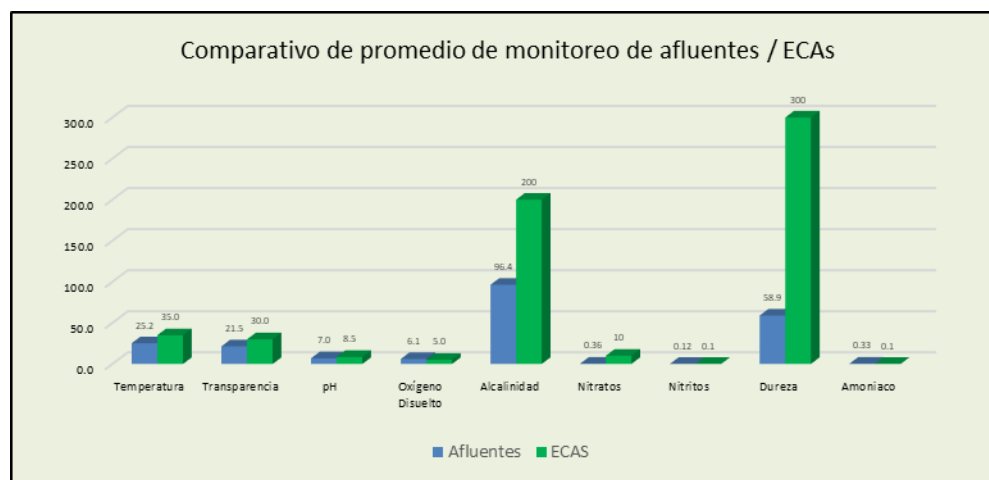


Figura 5. Comparativo de promedios del monitoreo con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA)– Afluentes.

Fuente: Resultados de monitoreo de campo 2016.

Interpretación:

La figura nos muestra que los resultados de los monitoreos de los parámetros de calidad del agua evaluados en el afluente (Ingreso del agua de las granjas acuícolas), no sobre pasan los estándares de calidad de agua establecidos por Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM: Estándares nacionales de calidad ambiental para agua y parámetros óptimos para la crianza de peces en

ambientes tropicales, en los parámetros de nitritos y amoniaco si sobre pasan los estándares de calidad del agua, el incremento de ambos parámetros con respecto a los ECAs obedece principalmente a la carga orgánica del agua al ingreso, debido a que algunas granjas acuícolas utilizan agua que pasa por centros poblados las mismas que en el trayecto son afectadas por diferentes agentes contaminantes.

4.3. Resultado del análisis matricial para determinar los impactos ambientales en el recurso agua y entorno.

Para la evaluación cuantitativa de impactos ambientales potenciales se consideró la acción y su potencial de impacto sobre cada elemento ambiental. Posterior a ello se procedió a evaluar en términos de **magnitud e importancia**. La **MAGNITUD** de la acción es su extensión o escala asignada del 1 al 10, donde 10 Representa una gran magnitud y 1 una pequeña magnitud, los valores próximos a 5 en la escala representan impactos de extensión intermedia; el valor de la magnitud está precedida de signo (+) o (-), según sea la naturaleza del impacto negativo o positivo. (Collazos, 2005)

En tanto la **IMPORTANCIA** se relacionó con el grado de alteración; para ello se le asignó la escala del 1 al 10, en la que 10 representa la alteración muy importante y 1 una alteración relativa o de poca importancia. (Collazos, 2005)

Tabla 27

Evaluación Matricial de impactos ambientales potenciales que genera la actividad de acuicultura.

Matriz Modificada de Leopold (Magnitud/Importancia)			TITULO DE INVESTIGACION: Determinación de la incidencia de la crianza de "Tilapia" Oreochromis niloticus en la calidad del Agua y su impacto ambiental, en el distrito Moyobamba -2015.																					
			FASES DE EJECUCION DEL PROYECTO																					
			CONSTRUCCION			OPERACIÓN						MANTENIMIENTO y CIERRE												
			Demanda Ambiental			Preparación de estanques y Sistemas de captación de agua		Preparación de estanques		Alimentación de peces.		Muestras biométricos		Seguridad y Salud Ocupacional		Mantenimiento de vías de acceso			Gestión de residuos sólidos			Mantenimiento canales de evacuación de aguas		Cierre de Actividad
Oferta Ambiental			Impactos Potenciales			M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I			
AMBIENTALES	ABOTICO	AGUA	Incrmento de Escorrentía Superficial	-3	3	-4	4	-4	4	-4	4													
		AIRE	Generación de Material Particulado (Polvo)	-3	3	-4	4	-6	6	-4	4			-3	3									
			Generación de Ruido	-3	3	-3	3	-4	4	-4	4			-3	3									
			Generación de Gases	-3	3	-3	3	-6	6	-4	4			-3	3					-2	2			
		SUELO	Aumento de Erosión del Suelo	-3	3	-5	5	-6	6															
	Cambio en el Uso del Suelo		-3	3	-5	5	-6	6																
	Cambio en la Morfología del Terreno		-3	3	-5	5	-6	6																
	COMPLEMENTOS	BOTICO	FLORA	Alteración de Vegetación Superficial	-5	5	-3	3	-6	6					-2	2								
			FAUNA	Especies Introducidas de Flora	-2	2	-3	3	-2	2														
				Modificación del Paisaje	-3	3	-5	5	-3	3														
SOCION.		SALUD	Riesgos de Ocupacionales	-3	3	-3	3	-6	6	-3	3	7	5	-3	3	5	5	-3	3	6	7			
		ECONOMIA	Generación de Empleo	5	5	5	5	7	7	6	6	5	5	4	4	4	5	4	4	7	5			
		Social	Capitalización de Predios del Entorno	5	5	7	7	5	5															
EFECTIVIDAD DE ACCIONES PREVENTIVAS Y DE CONTROL			SUMATORIA			-47	57	-45	3	-63	87	-19	31	12	10	-21	29	16	17	-3	13	13	12	
			PROMEDIOS			-3.1	3.4	-2.6	3.0	-3.7	5.1	-2.4	3.9	6.0	5.0	-2.1	2.9	5.3	5.7	-0.8	3.3	6.5	6.0	

Fuente: Collazos Cerrón. (2005). Manual de Evaluación Ambiental de Proyectos. Perú.

- Como resultado de la aplicación de la matriz de Leopold Modificado como parte de la evaluación cuantitativa de los impactos ambientales potenciales, se establece que mayores impactos ambientales potenciales negativos generará la etapa de operación; elementos componentes ambientales como el **agua, suelo, aire, flora, fauna**, alcanzando valores máximos de -3.7 de magnitud y 5.1 de importancia en las actividades de alimentación, así como por la etapa de construcción -3.1 de magnitud y 3.4 de importancia.

4.4. Discusión de resultados.

- Se evaluaron 05 granjas acuícolas de Micro y Pequeña Empresa AMYPE, en 02 producciones consecutivas de 04 meses c/u con la especie “Tilapia” *Oreochromis niloticus* entre los meses de enero a setiembre del 2016 en parámetros de Temperatura (°C), transparencia, pH, nitritos, nitratos, amoníaco, alcalinidad, dureza, oxígeno disuelto; evidenciando el incremento entre las granjas evaluadas principalmente por el tipo de fuente de agua que utilizan como es el caso de la Estación Pesquera Marona, Marcelino Méndez Rengifo ubicados en el Sector Marona que utilizan agua de la Quebrada Huamachuco que cruza el poblado de Marona y Cristóbal Ramírez Mendoza que utilizan agua de quebradas del Sector Tahuishco que pasan por poblados, los mismos que son afectados por diferentes agentes contaminantes y a ello obedece la presencia de niveles de amoníaco en los ingresos a las granjas acuícolas. De la evaluación comparativa entre ambas campañas se evidencia que en la campaña 2 se registraran mayores niveles en los parámetros temperatura, transparencia, pH, oxígeno disuelto principalmente por tratarse de temporada seca con respecto a la campaña 1 el cual fue monitoreado en temporada húmeda; así mismo la variación de los promedios finales comparativos entre los salida del agua de los estanques (efluente) y el ingreso a la granja acuícola (afluentes) existe variación significativa resaltando dentro de ellos en mayor proporción el Amoníaco con 0.33 mg/l, Nitratos 0.36 mg/l y Nitritos 0.12 mg/l.
- De la evaluación comparativa de los resultados promedios obtenidos con los estándares de calidad de agua establecidos por Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM: Estándares

Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y parámetros óptimos para la crianza de peces en ambientes tropicales, indicamos los parámetros evaluados en el efluente (salida de agua a las granjas acuícolas), no sobre pasan los estándares de calidad, mientras en los afluentes (Ingreso del agua de los estanques) los parámetros de nitritos y amoníaco si sobre pasan con valores de 0.36 mg/l y 0.12 mg/l de 0.1 mg/l respectivamente, el incremento de ambos parámetros con respecto a los ECAs obedece principalmente al arrastre de compuestos en las fuentes de agua producto de la escorrentía superficial. Así lo demuestra en su investigación, **García (2014)**; la presencia de sólidos entre otros compuestos en los ingresos a las granjas acuícolas, producto de la escorrentía superficial.

- Usamos la matriz de evaluación de impactos potenciales generados por la actividad de acuicultura con la interacción de 02 tipologías de impactos de magnitud e importancia, que según **Collazos, (2005)**, nos facilitó la evaluación debido que se asignaron escalas del 1 al 10, donde 10 que representa una gran magnitud y 1 una pequeña magnitud, los valores próximos a 5 en la escala representan Impactos de Extensión Intermedia; el Valor de la Magnitud está precedida de Signo (+) ó (-), según sea la naturaleza del impacto negativo o positivo; en caso de la importancia se relacionó con el grado de alteración; para ello se le asignó la escala del 1 al 10, en la que 10 representa la alteración muy importante y 1 una alteración relativa o de poca importancia; esta evaluación se consideró aplicarla por tratase de una actividad que cuyo proceso productivo se desarrolla en un 90 % en medio acuático como medio de vida no consuntivo pero por acciones culturales se ve alterada más aún cuando la actividad se desarrolla sin tener en cuenta las técnicas respectivas de acuerdo a la especie, producción, diseño de estanques y temporada húmeda o seca. De lo evaluado se registraron mayores niveles de impacto en la *etapa de operación* en la actividad de alimentación cuyos errores de suministro de dietas obedece a la precipitación del alimento no consumido al fondo del estanque, iniciando su proceso de desintegración reflejándose en un incremento de nitritos para luego entrar en descomposición total liberando gases como el Amoníaco principalmente que también registra niveles por encima de los estándares establecidos.

CONCLUSIONES

- Se evaluaron un total de 05 granjas acuícolas en 02 campañas consecutivas en temporada húmeda y seca, en el afluente (ingreso del agua) existe un ligero incremento en la campaña 2 con respecto a la campaña 1 en los parámetros de temperatura, transparencia, pH, oxígeno disuelto; en lo que respecta a los nitratos y nitritos mantienen sus niveles en ambas campañas, pero el amoníaco tiende a descender en 0.04 mg/l; en los efluentes (salida del agua) existe un ligero incremento en la campaña 2 con respecto a la campaña 1 en los parámetros de temperatura, transparencia, oxígeno disuelto; en lo que respecta a los nitratos, nitritos y amoníaco tiende a descender en la campaña 2; todo ello se debe que durante la campaña 2 se encontraba enmarcada dentro de época seca.
- Existe diferencia comparativa entre los resultados promedios obtenidos de los afluentes con los efluentes de las granjas acuícolas como la temperatura, transparencia, pH, oxígeno disuelto, alcalinidad, nitratos, nitritos, dureza y amoníaco; mayores valores se obtuvieron en los monitoreos realizados en los afluentes que representan el ingreso de agua utilizada de las granjas acuícolas en mayor proporción en amoníaco, nitratos, nitritos.
- En los parámetros de calidad de agua evaluados el efluente (salida del agua a las granjas acuícolas), no sobre pasan los estándares de calidad de agua establecidos por Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y parámetros óptimos para la crianza de peces en ambientes tropicales; mientras en los afluentes (ingreso del agua a los estanques) los parámetros de nitritos y amoníaco si sobre pasan con valores de 0.36 mg/l y 0.12 mg/l de 0.1 mg/l respectivamente.
- De la evaluación matricial como parte de la evaluación cuantitativa de los impactos ambientales potenciales, se obtuvieron mayores impactos ambientales potenciales negativos generará la etapa de **operación y construcción**; elementos componentes ambientales como el agua, suelo, aire, flora, fauna, alcanzando valores máximos de -3.7 de **magnitud** y 5.1 de **importancia** en las actividades de alimentación, así como por la etapa de construcción -3.1 de **magnitud** y 3.4 de **importancia**.

RECOMENDACIONES.

- Implementar un protocolo de crianza de peces por cada unidad productiva, para garantizar el óptimo suministro de alimento balanceado previo cálculo y orientación técnica de profesionales en la materia para adaptar mecanismos de alimentación con resultados óptimos.
- Los diseños de las granjas acuícolas deben realizarse teniendo en cuenta la fuente de agua, la misma que no debe estar interceptada por poblaciones cercanas para evitar las presencias de agentes contaminantes y alteración de calidad.
- Considerar como parte del diseño de las granjas acuícolas un reservorio colector final, como parte del tratamiento previo para la disposición final de las aguas en la que se pueda aplicar los métodos profilácticos de ser el caso antes de su vertido al medio natural.
- Implementar actividades de monitoreo constante del agua al ingreso y salida de manera periódica a fin de prevenir condiciones no favorables para el crecimiento de las especies cultivadas.
- Solicitar a las entidades competentes asesoramiento en manejo de especie tilapia en ambientes controlados, teniendo en cuenta los últimos avances tecnológicos y normatividades vigentes.
- Como parte de los diseños de los estanques deberá ser considerado un sistema de desarenador, para minimizar el contenido de sólidos totales suspendidos el cual debe ser revisado permanentemente para la extracción de los sólidos sedimentados y/o un estanque colector inicial que además cumpla la función de reservorio para la temporada seca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Alceste, C. (2000) Estado de la Acuicultura de la Tilapia. Acuicultura del Ecuador. Ecuador. 25-29.
- Alicorp – Perú. (2012). *Manual de Crianza de Tilapia*. Nicovita. Carmen de la legua, Callao. Perú.
- Arredondo, F. (1983). *Especies animales acuáticas de importancia nutricional introducidas en México*. México. *Biótica*.8 (2): 175-199 p.
- Arredondo, F. y. Lozano S. (1996). El cultivo de la tilapia en México, en *Primer Curso Internacional de Producción de Tilapia*. UNAM, SEMARNAP, UAMI y Fac. Med. Vet. y Zoot. México.
- Bautista J. y Ruiz J. (2011). Calidad de agua para el cultivo de Tilapia en tanques de geomembrana. *Revista Fuente*, 5 p.
- Calderón, V. (1993). El estado actual de la acuicultura en Ecuador 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, México.
- Calzada, B. (1985). *Métodos Estadísticos aplicados a la Investigación Científica*. Perú. Edit. San Marcos.
- Castillo, L. (2001). Tilapia Roja 2001: Una evolución de 20 años de la incertidumbre al éxito doce años después. *Arizona Aquaculture*. Recuperado de https://ag.arizona.edu/azaqua/ista/Colombia/TILAPIA_ROJA.doc
- Castillo, L. (2004). Tilapia Roja 2004, una evolución de 23 años, de la incertidumbre al éxito. *Arizona Aquaculture*. Recuperado de <http://ag.arizona.edu/azaqua/ista/Colombia/Castillo2004.doc>
- Castillo, L. (2011). Tilapia roja 2011: Una evolución de 29 años, de la incertidumbre al éxito. *Arizona Aquaculture*. Recuperado de <http://studylib.es/doc/394608/tilapia-roja-2010---university-of-arizona>

- Collazos J. (2005). *Manual de evaluación ambiental de proyectos*. Perú. Editorial San Marcos.
- Comisión de Pesca Continental para América Latina – COPESCAL. (2003). *Acerca del cultivo de tilapia nilótica y tilapia roja*. Estados Americanos.
- Delfini, A. (2011). *Cultivo de Tilapia en Estanques de Tierra*. Ecuador. Edit. Aquamar S.A
- Durán, E. (1995). *Situación del cultivo de tilapia en Costa Rica. Memorias del I Simposium Centroamericano sobre cultivo de tilapia*. Costa Rica. Ed. PRADEPESCA INCOPECA ACUACORPORACION y Universidad Nacional Heredia.
- García, F. (2014). *Determinación de la Contaminación del agua por sólidos suspendidos, generado por el uso de alimento balanceado en la piscicultura – Moyobamba* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto. Perú.
- Hernández, S. (2006). *Metodología de la Investigación Científica*. México. Edit. Mc Graw Hill.
- Hernández, J. (2016). “*Caracterización de la calidad de agua en un sistema intensivo de cultivo de Camarón Blanco *Litopenaeus vannamei*, en condiciones de alta salinidad con recambio de agua limitado*” (tesis de maestría). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Bolivia.
- Klinge L; Lich,C. & Loza, A. (2000) *Estudio de Prefactibilidad para la instalación de un centro de producción de tilapia roja (*Oreochromis spp*) y procesamiento como filete fresco con fines de exportación*.(tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Macedo, R. (2014), *Efecto de la densidad de nutrientes en la dieta y la temperatura del agua sobre el comportamiento productivo de tilapia *oreochromis niloticus* en la costa de la Región La Libertad*. (tesis de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú

- Manchay, M. (2015). *"Rendimiento del alimento balanceado purina colombiana s.a. comparado con alimento doméstico en peso y talla de la tilapia (**Oreochromis spp**) criada al norte de Amazonas"*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Amazonas, Perú.
- Mayer, E. (2012, 17 de mayo). Monitoreo de la Calidad del Agua del Estanque para Mejorar la Producción de Camarones y Peces. *Aquafeed*. Recuperado de <http://www.aquafeed.co>
- Mendoza B. (2014). *Evaluación de la contaminación del agua por hongos saprófitos, generada por la crianza de "Tilapia" **Oreochromis niloticus** en ambientes controlados, Distrito de Moyobamba* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto. Perú.
- Meyer D. (2004). *Introducción a la acuicultura*. Honduras. Edit. Zamorano.
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM*. Perú.
- Ministerio de la Producción. (2015). *Ley General de la Acuicultura N°1195*. Perú.
- Ministerio de la Producción. (2016). *Reglamento de la Ley General de la Acuicultura D.S. N° 003-2016-PRODUCE*. Perú.
- Morales, D. (1974). *El cultivo de la tilapia en México*. México. Datos Biológicos. Inst. Nac. Pesc. INP. 24:24.
- Morales, G & Pino, L. (1987). *Parasitología cuantitativa*. Caracas, Venezuela. Editorial Acta Científica Venezolana.
- Navarro, A. (2002). *Ensayo de dos modelos de policultivo empleando bagre (**Ictalurus punctatus**) tilapia híbrida (**Oreochromis niloticus** vs. **Oreochromis mossambicus**) y langostino (**Macrobrachium tenellum**), en estanques semi rústicos caso Jocotepec, Jalisco*. (tesis de maestría). Universidad de Colima. México.
- Poot, G., Gasca, E., y Olvera, M. (2012). Producción de tilapia nilótica (**Oreochromis niloticus L.**) utilizando hojas de chaya (**Cnidoscolus chayamansa** McVaugh)

como sustituto parcial del alimento balanceado. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40 (4), 835-846.

Ramos, R. y Gálvez, M. (2000). Impacto ambiental de la introducción de “Tilapias” en la cuenca del Río Piura. *Universalía: Revista Científica de la Universidad Nacional de Piura*. Volumen 5(1): 80-97.

Saavedra, M. (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. 1ra Edición. Editorial USAID.

Vega, M. (2013), “*Producción, comercialización y rentabilidad de la tilapia roja Oreocromis sp en la Parroquia Guasaganda y su relación con la economía del Cantón la Maná provincia de Cotopaxi*” (tesis de pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador.

Vinatea, J. (1995). *Piscicultura Tropical: Peces Nativos y Exóticos*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 1ra Edición. Editorial San Marcos. Perú.

ANEXOS

Anexos 1. Ficha de registro de datos de monitoreo de granjas de crianza de tilapia.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE ECOLOGIA
E.A.P. INGENIERIA AMBIENTAL



PROYECTO DE INVESTIGACION:

“Incidencia de la crianza de “Tilapia” *Oreochromis niloticus* en la calidad del Agua y su impacto ambiental, en el distrito Moyobamba -2015”.

Fecha

PARAMETRO	Unid.	Estación 1		Estación 2		Estación 3		Estación 4		Estación 5	
		Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente
FISICOS											
Temperatura	°C										
Traspacidad	cm										
QUIMICOS											
pH	....									
Oxígeno Disuelto	mg/l										
Alcalinidad	mg/l										
Nitratos	mg/l										
Nitritos	mg/l										
Dureza	mg/l										
Amoniaco	mg/l										

Anexos 2. Características Técnicas de Equipo Utilizado.



Y S I Environmental

FOTÓMETROS FLEXIBLES PARA CAMPO O LABORATORIO

La nueva línea de fotómetros de YSI incluye el modelo 9300 y el 9500. Elimine la necesidad de conservar la muestra llevando su instrumento portátil y resistente al agua al campo para realizar el análisis in situ. Todos los reactivos son seguros y fáciles de usar.



El YSI 9500.

La selección del test a analizar nunca ha sido tan fácil. Simplemente navegue por la lista de los tests disponibles en la pantalla del instrumento para seleccionar su test y diga "OK". El instrumento entonces le guiará por los diferentes pasos para completar el test. Sencillo. Conveniente. Preciso.

Características (Modelo 9300 y 9500):

- Lectura directa de concentraciones con configuración automática
- Resistente al agua IP-67 (flotan)
- Pantalla grande gráfica retroiluminada
- Un solo receptáculo de cubetas sirve para varios diámetros
- Instrucciones en pantalla
- Múltiples idiomas (Inglés, Francés, Alemán, Español, Italiano)
- Más de 100 test disponibles en la pantalla del fotómetro

Características adicionales (sólo Modelo 9500):

- Conexión USB resistente al agua
- Energizable via puerto USB
- Memoria interna- 500 datos de muestras)
- Opciones seleccionables por el usuario: unidades test, número de muestra, factores de dilución

Aplicaciones idóneas:

- Acuicultura
- Gestión de Acuarios
- Aguas Superficiales
- Educativas
- Aguas Residuales
- Gestión de Marismas y Acuíferos

El avanzado software integrado en el 9500 recuerda los test más usados recientemente, siendo más rápido el uso la vez siguiente. Hasta 500 resultados de tests son guardados en la memoria del 9500 junto con su sello de fecha y hora. Simplemente conéctalo al PC via USB y arrastra los ficheros al PC. La actualización de software puede ser también completada via USB. Adicionalmente, el 9500 permite 30 métodos propios del usuario proporcionando flexibilidad total en rangos y tests.

Especificaciones

Exactitud	±0.5% a 4% transmitancia; ±0.005 a 0.3 AU
Resolución	0.001 AU
Longitudes de Onda operativas	450, 500, 550, 575, 600 y 650 nm
Pantalla	Gráfica, retroiluminada LCD con instrucciones en pantalla
Energía	3 x AA pilas, el 9500 también via USB
Tamaño (Ancho, Largo, Alto)	146 x 275 x 75 mm (5.8 x 10.8 x 3 pulgadas)
Peso	975 g (2 lbs)
Test en cubetas	Ajuste automático de 12-20 mm diámetro

www.YSI.com

PODER EJECUTIVO**AMBIENTE****Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación**

**DECRETO SUPREMO
N° 015-2015-MINAM**

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el numeral 22 del artículo 2° de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;

Que, según el artículo I del Título Preliminar de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como a sus componentes asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país;

Que, el artículo 3° de la Ley N° 28611, referido al rol de Estado en materia ambiental, dispone que éste a través de sus entidades y órganos correspondientes diseña y aplica, entre otros, las normas que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en dicha Ley;

Que, el artículo 31° de la Ley N° 28611, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente;

Que, el numeral 33.4 del artículo 33 de la citada ley, dispone que en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplica el principio de gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;

Que, de conformidad con el literal d) del artículo 7° del Decreto Legislativo N° 1013, que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, este Ministerio tiene como función específica elaborar los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP), debiendo ser aprobados o modificados mediante Decreto Supremo;

Que, mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM se aprobaron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y, mediante Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, se aprobaron las disposiciones para la implementación de dichos estándares;

Que, las referencias nacionales e internacionales de toxicidad consideradas en la aprobación los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua han sido modificadas, tal como lo acreditan los estudios de investigación y guías internacionales de la Organización Mundial de la Salud (OMS), de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica, de la Comunidad Europea, entre otros;

Que, asimismo, el Ministerio del Ambiente ha recibido diversas propuestas de instituciones públicas y privadas, con la finalidad de que se revisen las subcategorías, valores y parámetros de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua vigentes, por lo que, resulta necesario modificar los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, aprobados por Decreto Supremo N°

002-2008-MINAM y precisar determinadas disposiciones contenidas en el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM;

Que, en el marco de lo dispuesto en el Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM, la presente propuesta ha sido sometida a consulta y participación ciudadana, en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios;

De conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, el Decreto Legislativo N° 1013, que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente y el artículo 118° de la Constitución Política del Perú.

DECRETA:

Artículo 1.- Modificación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, aprobados por Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM.

Modifíquese los parámetros y valores de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, aprobados por Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, detallados en el Anexo de la presente norma.

Artículo 2.- ECA para Agua y políticas públicas

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua son de cumplimiento obligatorio en la determinación de los usos de los cuerpos de agua, atendiendo a sus condiciones naturales o niveles de fondo, y en el diseño de normas legales y políticas públicas, de conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente.

Artículo 3.- ECA para Agua e instrumentos de gestión ambiental.

3.1. Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua son referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental

3.2. Los titulares de la actividad extractiva, productiva y de servicios deben prevenir y/o controlar los impactos que sus operaciones pueden generar en los parámetros y concentraciones aplicables a los cuerpos de agua dentro del área de influencia de sus operaciones, advirtiendo entre otras variables, las condiciones particulares de sus operaciones y los insumos empleados en el tratamiento de sus efluentes; dichas consideraciones deben ser incluidas como parte de los compromisos asumidos en su instrumento de gestión ambiental, siendo materia de fiscalización por parte de la autoridad competente

Artículo 4.- Excepción de aplicación de los ECA para Agua.

4.1. Las excepciones para la aplicación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua previstas en el Artículo 7° de las disposiciones para su implementación aprobadas por Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM se aplican de forma independiente.

4.2. El supuesto previsto en el literal b) del citado Artículo 7° constituye una excepción de carácter temporal que es aplicable para efectos del monitoreo de calidad ambiental y en el seguimiento de las obligaciones asumidas por el titular de la actividad.

Artículo 5.- Revisión de los ECA para Agua.

5.1. Conjuntamente con los límites máximos permisibles aplicables a una actividad, las entidades de fiscalización ambiental verifican la eficiencia del tratamiento de efluentes y las características ambientales particulares advertidas en los estudios de línea de base, o los niveles de fondo que caracterizan los cuerpos de agua dentro del área de influencia de la actividad sujeta a control.

5.2. Dicha información se sistematiza y remite al Ministerio del Ambiente, de conformidad con el artículo 9 de las disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, aprobadas por Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, para efectos de la revisión periódica del ECA para Agua.

Artículo 6.- Actualización del Plan de Manejo Ambiental de las Actividades en Curso

Para la actualización del Plan de Manejo Ambiental de las Actividades en Curso se observa los siguientes procedimientos:

6.1. El Titular de la actividad extractiva, productiva y de servicios en curso evalúa si las obligaciones ambientales contenidas en su instrumento de gestión ambiental vigente requieren ser modificadas en virtud a los ECA para Agua establecidos en la presente norma, de modo que su actividad no afecte los cuerpos de agua existentes en el área de influencia de sus operaciones.

6.2. El Titular tiene un plazo de seis (6) meses, contado a partir de la entrada en vigencia de la presente norma, para comunicar a la autoridad ambiental competente si los valores de los ECA para Agua ameritan la modificación de su instrumento de gestión ambiental vigente.

A partir de la fecha de la comunicación formulada a la Autoridad Ambiental Competente, el Titular tiene un plazo de doce (12) meses adicionales para presentar la modificación del mencionado instrumento de gestión ambiental.

6.3. La Autoridad Ambiental Competente tiene un plazo máximo de noventa (90) días calendario para evaluar y aprobar el Plan de Manejo Ambiental presentado. En el marco del plazo descrito, la Autoridad Ambiental Competente tiene un plazo máximo de cuarenta y cinco (45) días calendario para revisar y remitir las observaciones al Titular respecto al Plan de Manejo Ambiental presentado, en caso corresponda. El Titular tiene un plazo máximo de treinta (30) días calendario para la presentación del levantamiento de las observaciones que haya efectuado la Autoridad Ambiental Competente al Plan de Manejo Ambiental presentado.

6.4. El plazo máximo para la implementación de las medidas de adecuación, contenidas en la modificación del instrumento de gestión ambiental, es de tres (03) años, contado a partir de la aprobación por parte de la Autoridad Ambiental Competente.

6.5. Si el titular no formula comunicación ni presenta la modificación de su instrumento de gestión ambiental dentro de los plazos descritos en el presente artículo, son de referencia automática los ECA para Agua aprobados en el artículo 1 del presente decreto supremo.

La solicitud de modificación no suspende la ejecución de las obligaciones ambientales establecidas en instrumentos de gestión ambiental previamente aprobados por la Autoridad Ambiental Competente, ni el cumplimiento de la normativa ambiental vigente, según corresponda.

Artículo 7.- Refrendo

El presente Decreto Supremo es refrendado por el Ministro de Agricultura y Riego, la Ministra de Energía y Minas, el Ministro de Salud y el Ministro del Ambiente.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES

Primera.- Para efectuar los monitoreos en aplicación de la presente norma, la autoridad ambiental competente debe considerar los parámetros asociados prioritariamente a la actividad extractiva, productiva o de servicios y a aquellos que permitan caracterizar las condiciones naturales de la zona de estudio o el efecto de otras descargas en la zona.

Segunda.- La entidad de fiscalización ambiental supervisa, una vez concluido el plazo para la implementación del instrumento de gestión ambiental correspondiente, que las actividades extractivas, productivas y de servicios realicen sus operaciones considerando los valores y parámetros establecidos en la presente norma.

Tercera.- El Titular de la actividad minera que se encuentre implementando su instrumento de gestión ambiental de acuerdo al Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM o el Plan Integral, aprobado por el Ministerio de Energía y Minas, en concordancia con lo establecido en el Decreto Supremo N° 010-2011-MINAM, tiene un plazo de sesenta (60) días calendario para evaluar e informar a dicha autoridad si el plan aprobado requiere ser modificado, a fin de guardar relación con los ECA para Agua aprobados en el artículo 1 de la presente norma.

A partir de la fecha de la comunicación a la Autoridad Ambiental Competente, el Titular tiene un plazo de doce (12) meses adicionales para presentar la modificación de su Plan Integral o el instrumento de gestión ambiental que corresponda.

El proceso de evaluación y aprobación del Plan Integral presentado por parte de la Autoridad Ambiental Competente, se rige por lo dispuesto en el artículo 6° de la presente norma.

El plazo máximo para el cumplimiento del proceso de adecuación es de tres (03) años, contado a partir de la aprobación de la modificación del Plan Integrado por parte de la Autoridad Ambiental Competente.

La solicitud de modificación no suspende la obligación de cumplir, como mínima exigencia, con los valores de Límites Máximos Permisibles (LMP) anteriormente aprobados contenidos en su instrumento de gestión ambiental vigente, hasta la conclusión del proceso de adecuación.

En caso el Titular minero no cumpla con informar a la Autoridad Ambiental Competente la necesidad de la modificación o no presente la modificación de su Plan Integral o el instrumento de gestión ambiental correspondiente en los plazos establecidos en la presente disposición, se le aplican los compromisos asumidos y el cronograma de ejecución consignado en el Plan Integral aprobado.

Cuarta.- El Titular de la actividad minera que haya cumplido con presentar un Plan Integral, en concordancia con lo establecido en el Decreto Supremo N° 010-2011-MINAM; pero que a la fecha de la publicación de la presente norma no cuente con la aprobación por parte del Ministerio de Energía y Minas, tiene un plazo de sesenta (60) días calendario para evaluar e informar a dicha Autoridad Ambiental si el Plan Integral presentado requiere una actualización a los valores de los ECA para Agua aprobados en el artículo 1 de la presente norma.

Efectuada dicha comunicación, la Autoridad Ambiental Competente devuelve el expediente respectivo al Titular minero en el plazo máximo de diez (10) días calendario. A partir de la fecha de la referida devolución el Titular minero tiene un plazo de doce (12) meses para presentar una actualización del Plan Integral inicialmente presentado.

El proceso de evaluación y aprobación de la actualización del Plan Integral por parte de la Autoridad Ambiental Competente, se rige por lo dispuesto en el artículo 6° de la presente norma.

El plazo máximo para el cumplimiento del proceso de adecuación es de tres (03) años, contado a partir de la aprobación del Plan Integral por parte de la Autoridad Ambiental Competente.

Si el Titular minero no comunica al Ministerio de Energía y Minas la necesidad de actualizar el Plan Integral que fuera presentado, se entiende que no requiere modificar dicho proyecto de instrumento de gestión ambiental, reanudándose su evaluación.

En caso que el Titular minero, habiendo notificado a la DGAAM del Ministerio de Energía y Minas su disposición a actualizar el Plan Integral presentado no presente dicha actualización en los plazos señalados, puede ser pasible de las sanciones que correspondan por la afectación de la eficacia de la fiscalización ambiental.

Quinta.- En un plazo no mayor a seis (6) meses mediante Resolución Ministerial el Ministerio del Ambiente establece las condiciones sobre los métodos de ensayo aplicables a la medición de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua aprobados por la presente norma.

DISPOSICION COMPLEMENTARIA MODIFICATORIA

Única.- Modificación del artículo 2 de las Disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua

Modifíquese el artículo 2 de las disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, aprobadas por Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, de acuerdo a lo siguiente:

“Artículo 2.- Precisiones de las Categorías de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.

Para la implementación del Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM y de la presente norma, se tiene en consideración las siguientes precisiones de las Categorías de los ECA para Agua:

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

Sub Categoría A. Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

Entiéndase como aquellas aguas, que por sus características de calidad reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

(...)

Sub Categoría B. Aguas superficiales destinadas para recreación

Son las aguas superficiales destinadas al uso recreativo, que en la zona costera marina comprende la franja del mar entre el límite de la tierra hasta los 500 m de la línea paralela de baja marea y que en las aguas continentales su amplitud es definida por la autoridad competente

(...)

Categoría 2: Actividades de Extracción y Cultivo Marino Costeras y Continentales

Sub Categoría C1. Extracción y cultivo de moluscos bivalvos en aguas marino costeras

(...)

Sub Categoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras

(...)

Sub Categoría C3. Otras Actividades en aguas marino costeras

Entiéndase a las aguas destinadas para actividades diferentes a las precisadas en las subcategorías C1 y C2, tales como infraestructura marina portuaria, de actividades industriales y de servicios de saneamiento.

Sub Categoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas

Entiéndase a los cuerpos de agua destinadas a la extracción o cultivo de especies hidrobiológicas para consumo humano.

Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales

Subcategoría D1: Vegetales de Tallo Bajo y Alto.

Entiéndase como aguas utilizadas para el riego de plantas, frecuentemente de porte herbáceo y de poca longitud de tallo (tallos bajo), tales como plantas de ajo, lechuga, fresa, col, repollo, apio, arvejas y similares) y de plantas de porte arbustivo o arbóreo (tallos alto), tales como árboles forestales, frutales, entre otros.

Sub Categoría D2: Bebida de Animales.

(...)

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático
Están referidos a aquellos cuerpos de agua superficiales que forman parte de ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas y/o zonas de amortiguamiento y que cuyas características requieren ser protegidas.

(...)

Sub Categoría E1: Lagunas y Lagos

Comprenden todas las aguas que no presentan corriente continua, de origen y estado natural y léntico incluyendo humedales.

Sub Categoría E2: Ríos

(...)

Sub Categoría E3: Ecosistemas Marino Costeros

(...)

Marino.- Entiéndase como zona del mar comprendida desde la línea paralela de baja marea hasta el límite marítimo nacional."

(...)

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los diecinueve días del mes de diciembre del año dos mil quince.

OLLANTA HUMALA TASSO
Presidente de la República

JUAN MANUEL BENITES RAMOS
Ministro de Agricultura y Riego

MANUEL PULGAR-VIDAL OTALORA
Ministro del Ambiente

ROSA MARÍA ORTIZ RÍOS
Ministra de Energía y Minas

ANÍBAL VELÁSQUEZ VALDIVIA
Ministro de Salud

TABLA N° 01.- PARÁMETROS Y VALORES CONSOLIDADOS.

CATEGORÍA 1 - A

PARÁMETRO	UND	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		
		A1	A2	A3
		Aguas que Pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser Potabilizadas con Tratamiento Avanzado

FÍSICOS - QUÍMICOS

Aceites y grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Unidad de Color verdadero escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(uS/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de origen antropogénico.		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de Material Flotante de origen antrópico	Ausencia de Material Flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂ ⁻)	mg/L	3	3	**
Amoniaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (Valor Mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 - 8,5	5,5 - 9,0	5,5 - 9,0

PARÁMETRO	UND	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		
		A1	A2	A3
		Aguas que Pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser Potabilizadas con Tratamiento Avanzado
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
ORGÁNICOS				
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
Hidrocarburos de petróleo emulsionado o disuelto (C10 - C28 y mayores a C28)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos (c)		1,0	1,0	1,0
Bromoformo	mg/L	0,1	**	**
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodichlorometano	mg/L	0,06	**	**
Compuestos Orgánicos Volátiles				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2 Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2 Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**

PARÁMETRO	UND	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		
		A1	A2	A3
		Aguas que Pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser Potabilizadas con Tratamiento Avanzado
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
BTEX				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
Organofosforados:				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
Organoclorados				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
DDT	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	Retirado
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
Carbamatos:				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
Policloruros Bifenilos Totales				
PCB's	mg/L	0,0005	0,0005	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales (35-37°C)	NMP/100 ml	50	5 000	50 000
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	**	**
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
Vibrio cholerae	Presencia/100ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos, en todos sus estadios evolutivos) (d)	N° Organismo/L	0	<5x10 ⁶	<5x10 ⁶

- (a) 100 (Para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural)
- (b) Después de la filtración simple
- (c) Para el cálculo de los Trihalometanos, se obtiene a partir de la suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Bromoformo, Cloroformo, Dibromoclorometano y Bromodichlorometano), con respecto a sus estándares de calidad ambiental; que no deberán exceder el valor de 1 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{C_{\text{Cloroformo}}}{E_{CA\text{Cloroformo}}} + \frac{C_{\text{Dibromoclorometano}}}{E_{CA\text{Dibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromodichlorometano}}}{E_{CA\text{Bromodichlorometano}}} + \frac{C_{\text{Cromoformo}}}{E_{CA\text{Cromoformo}}} \leq 1$$

Dónde:

C = Concentración en mg/L y

ECA: Estándar de Calidad Ambiental en mg/L (Se mantiene las concentraciones del Bromoformo, Cloroformo, Dibromoclorometano y Bromodichlorometano)

(d) Aquellos organismos microscópicos que se presentan en forma unicelular, en colonias, en filamentos o pluricelulares.

- **: No presenta valor en ese parámetro para la sub categoría.

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales salvo que se indique lo contrario.

- Δ 3: variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada

CATEGORÍA 1 - B

PARÁMETRO	UND	Aguas superficiales destinadas para recreación	
		B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
FÍSICOS - QUÍMICOS			
Aceites y grasas	mg/L	Ausencia de película visible	**
Cianuro Libre	mg/L	0,022	0,022
Cianuro Wad	mg/L	0,08	**
Color	Color verdadero escala Pt/Co	Sin cambio normal	Sin cambio normal
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	30	50
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,5	Ausencia de espuma persistente
Materiales Flotantes de origen antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/L	10	**
Nitritos (NO ₂ ⁻)	mg/L	1	**
Olor	Factor de dilución a 25° C	Aceptable	**
Oxígeno Disuelto (Valor Mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,0 a 9,0	**
Sulfuros	mg/L	0,05	**
Turbiedad	UNT	100	**
INORGÁNICOS			
Aluminio	mg/L	0,2	**
Antimonio	mg/L	0,006	**
Arsénico	mg/L	0,01	**
Bario	mg/L	0,7	**
Berilio	mg/L	0,04	**
Boro	mg/L	0,5	**
Cadmio	mg/L	0,01	**
Cobre	mg/L	2	**
Cromo Total	mg/L	0,05	**
Cromo VI	mg/L	0,05	**
Hierro	mg/L	0,3	**
Manganeso	mg/L	0,1	**
Mercurio	mg/L	0,001	**
Níquel	mg/L	0,02	**

PARÁMETRO	UND	Aguas superficiales destinadas para recreación	
		B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
Plata	mg/L	0,01	0,05
Plomo	mg/L	0,01	**
Selenio	mg/L	0,01	**
Uranio	mg/L	0,02	0,02
Vanadio	mg/L	0,1	0,1
Zinc	mg/L	3	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO			
Coliformes Totales (35-37°C)	NMP/100 ml	1000	4 000
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100 ml	200	1 000
Escherichia coli	E.coli /100 ml	Ausencia	Ausencia
Formas parasitarias	N° Organismo/L	0	**
Giardia duodenalis	N° Organismo/L	Ausencia	Ausencia
Enterococos intestinales	NMP/100 ml	200	**
Salmonella sp	Presencia/100 ml	0	0
Vibrio cholerae	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia

- UNT : Unidad Nefelométrica de Turbiedad

- NMP/100 ml : Número más probable en 100 ml

- **: No presenta valor en ese parámetro para la sub categoría.

CATEGORÍA 2

PARÁMETRO	UNIDAD	CATEGORÍA 2			
		AGUA DE MAR			AGUA CONTINENTAL
		Sub Categoría 1 (C1)	Sub Categoría 2 (C2)	Sub Categoría 3 (C3)	Sub Categoría 4 (C4)
		Extracción y Cultivo de Moluscos	Extracción y cultivo De otras Especies hidrobiológicas	Otras Actividades	Extracción y cultivo De otras Especies hidrobiológicas
FÍSICOS - QUÍMICOS					
Aceites y grasas	mg/L	1,0	1,0	2,0	1,0
Cianuro Wad	mg/L	0,004	0,004	**	0,0052
Color (después de filtración simple) (b)	Unidad de Color verdadero escala Pt/Co	100 (a)	100 (a)	**	100 (a)
Materiales Flotantes de origen antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de Material Flotante	Ausencia de Material Flotante	Ausencia de Material Flotante
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	**	10	10	10
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,062	**	0,025
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/L	16	16	**	13
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥4	≥3	≥2,5	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7 - 8,5	6,8 - 8,5	6,8 - 8,5	6,0-9,0
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	80	60	70	**

PARÁMETRO	UNIDAD	CATEGORÍA 2			
		AGUA DE MAR			AGUA CONTINENTAL
		Sub Categoría 1 (C1)	Sub Categoría 2 (C2)	Sub Categoría 3 (C3)	Sub Categoría 4 (C4)
		Extracción y Cultivo de Moluscos	Extracción y cultivo De otras Especies hidrobiológicas	Otras Actividades	Extracción y cultivo De otras Especies hidrobiológicas
Sulfuros	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3
INORGÁNICOS					
Amoniaco	mg/L	**	**	**	(1)
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**
Arsénico	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,1
Boro	mg/L	5	5	**	0,75
Cadmio	mg/L	0,01	0,01	**	0,01
Cobre	mg/L	0,0031	0,05	0,05	0,2
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,10
Mercurio	mg/L	0,00094	0,0001	0,0018	0,00077
Níquel	mg/L	0,0062	0,1	0,074	0,052
Plomo	mg/L	0,0061	0,0061	0,03	0,0025
Selenio	mg/L	0,071	0,071	**	0,005
Talio	mg/L	**	**	**	0,0008
Zinc	mg/L	0,061	0,061	0,12	1,0
ORGÁNICO					
Hidrocarburos de Petróleo Totales (fracción aromática)	mg/L	0,007	0,007	0,01	**
ORGANOLÉPTICO					
Hidrocarburos de petróleo	mg/L	No visible	No visible	No visible	**
POLICLORUROS BIFENILOS TOTALES					
(PCB's)	mg/L	0,00003	0,00003	0,00003	0,000014
MICROBIOLÓGICO					
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100 ml	≤14 (área Aprobada)(c)	≤30	1 000	200
	NMP/100 mL	≤88 (área restringida)(c)			

(a) 100 (Para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de la filtración simple.

(c) **Área Aprobada:** Áreas de donde se extraen o cultivan moluscos bivalvos seguros para el comercio directo y consumo, libres de contaminación fecal humana o animal, de organismos patógenos o cualquier sustancia deletérea o venenosa y potencialmente peligrosa.

Área Restringida: Áreas acuáticas impactadas por un grado de contaminación donde se extraen moluscos bivalvos seguros para consumo humano, luego de ser depurados.

- **: No presenta valor en ese parámetro para la sub categoría.

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales salvo que se indique lo contrario.

- Δ 3: variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

(1) Nitrógeno Amoniacal para Aguas Dulce :

Estándar de calidad de concentración del nitrógeno amoniacal en diferente pH y temperatura para la protección de la vida acuática (mg/L de NH₃)

		pH							
		6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	10.0
Temp (°C)	0	231	73.0	23.1	7.32	2.33	0.749	0.25	0.042
	5	153	48.3	15.3	4.84	1.54	0.502	0.172	0.034
	10	102	32.4	10.3	3.26	1.04	0.343	0.121	0.029
	15	69.7	22.0	6.98	2.22	0.715	0.239	0.089	0.026
	20	48.0	15.2	4.82	1.54	0.499	0.171	0.067	0.024
	25	33.5	10.6	3.37	1.08	0.354	0.125	0.053	0.022
30	23.7	7.50	2.39	0.767	0.256	0.094	0.043	0.021	

Nota: Las mediciones de amoniaco total en el medio ambiente acuático a menudo se expresan en mg / L de amoniaco total -N. Los actuales valores de referencia (mg / L de NH₃) se pueden convertir a mg/L de amoniaco total -N multiplicando el valor de referencia correspondiente por 0.8224. No recomendado pauta para las aguas marinas

CATEGORÍA 3

CATEGORIAS		ECA AGUA: CATEGORIA 3	
PARÁMETRO	UNIDAD	PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES	PARÁMETROS PARA BEBIDAS DE ANIMALES
		D1: RIEGO DE CULTIVOS DE TALLO ALTO Y BAJO	D2: BEBIDA DE ANIMALES
FÍSICOS - QUÍMICOS			
Aceites y grasas	mg/L	5	10
Bicarbonatos	mg/L	518	**
Cianuro Wad	mg/L	0,1	0,1
Cloruros	mg/L	500	**
Color (b)	Color verdadero escala Pt/Co	100 (a)	100 (a)
Conductividad	(uS/cm)	2 500	5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₂)	mg/l	15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	40	40
Detergentes (SAAM)	mg/l	0,2	0,5
Fenoles	mg/l	0,002	0,01
Fluoruros	mg/l	1	**
Nitratos (NO ₃ -N) + Nitritos (NO ₂ -N)	mg/l	100	100
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/l	10	10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	(valor mg/L)	4	5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L	1000	1000
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3
INORGÁNICOS			
Aluminio	mg/L	5	5
Arsénico	mg/L	0,1	0,2
Bario	mg/L	0,7	**
Berilio	mg/L	0,1	0,1
Boro	mg/L	1	5
Cadmio	mg/L	0,01	0,05
Cobre	mg/l	0,2	0,5
Cobalto	mg/l	0,05	1
Cromo Total	mg/l	0,1	1
Hierro	mg/l	5	**
Litio	mg/l	2,5	2,5
Magnesio	mg/l	**	250
Manganeso	mg/l	0,2	0,2
Mercurio	mg/l	0,001	0,01
Níquel	mg/l	0,2	1
Plomo	mg/l	0,05	0,05
Selenio	mg/l	0,02	0,05

CATEGORIAS		ECA AGUA: CATEGORIA 3	
PARÁMETRO	UNIDAD	PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES	PARÁMETROS PARA BEBIDAS DE ANIMALES
		D1: RIEGO DE CULTIVOS DE TALLO ALTO Y BAJO	D2: BEBIDA DE ANIMALES
Zinc	mg/l	2	24
PLAGUICIDAS			
Parathión	ug/l	35	35
Organoclorados			
Aldrin	ug/l	0,004	0,7
Clordano	ug/l	0,006	7
DDT	ug/l	0,001	30
Dieldrin	ug/l	0,5	0,5
Endosulfan	ug/l	0,01	0,01
Endrin	ug/l	0,004	0,2
Heptacloro y heptacloro epóxido	ug/l	0,01	0,03
Lindano	ug/l	4	4
CARBAMATO:			
Aldicarb	ug/l	1	11
POLICLORUROS BIFENILOS TOTALES			
Policloruros Bifenilos Totales (PCB's)	ug/l	0,04	0,045
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS			
Coliformes Totales (35-37°C)	NMP/100 ml	1 000	5 000
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100 ml	1 000	1 000
Enterococos intestinales	NMP/100 ml	20	20
Escherichia coli	NMP/100 ml	100	100
Huevos y larvas de helmintos	Huevos/L	<1	<1

(a) para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural)
(b) Después de Filtración Simple.

- **: No presenta valor en ese parámetro para la sub categoría.

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales salvo que se indique lo contrario.

- Δ 3: variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multiannual del área evaluada.

CATEGORIA 4

		CATEGORIA 4				
PARÁMETRO	UNIDAD	E1: LAGUNAS Y LAGOS	E2: RÍOS		E3: ECOSISTEMAS MARINO COSTERAS	
			COSTA Y SIERRA	SELVA	ESTUARIOS	MARINOS
FÍSICOS - QUÍMICOS						
Aceites y grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Total	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	(uS/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo Total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO ₃)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoníaco	mg/L	1,9	1,9	1,9	0,4	0,55
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥5	≥5	≥5	≥4	≥4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 - 8,5	6,8 - 8,5
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	30

		CATEGORIA 4				
PARÁMETRO	UNIDAD	E1: LAGUNAS Y LAGOS	E2: RÍOS		E3: ECOSISTEMAS MARINO COSTERAS	
			COSTA Y SIERRA	SELVA	ESTUARIOS	MARINOS
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	*C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2
INORGÁNICOS						
Antimonio	mg/L	0,61	1,6	0,61	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,036	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	**
Cadmio	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088	0,0088
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,05	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,0082	0,0082
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0081	0,0081
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008	**	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,081	0,081
ORGÁNICOS						
I. Compuestos Orgánicos Volátiles						
Hidrocarburos totales de petróleo HTTP	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
BTEX						
Benceno	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Hidrocarburos Aromáticos						
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Antraceno	mg/L	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
Fluorenteno	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
PLAGUICIDAS						
Organofosforados:						
Melation	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Parathión	mg/L	0,000013	0,000013	0,000013	**	**
ORGANOCORADOS						
Aldrin	mg/L	0,000004	0,000004	0,000004	**	**
Clordano	mg/L	0,0000043	0,0000043	0,0000043	0,000004	0,000004
DDT (Suma de 4,4'-DDT y 4,4'-DDF)	mg/L	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
Dieldrin	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000019	0,0000019
Endosulfan	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000087	0,0000087
Endrin	mg/L	0,000036	0,000036	0,000036	0,0000023	0,0000023
Heptacloro	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000036	0,0000036
Heptacloro epóxido	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000036	0,0000036
Lindano	mg/L	0,00095	0,00095	0,00095	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
CARBAMATO:						
Aldicarb	mg/L	0,001	0,001	0,00015	0,00015	0,00015
POLICLORUROS BIFENILOS TOTALES (PCB's)						
(PCB's)	mg/L	0,000014	0,000014	0,000014	0,00003	0,00003
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100 mL	1 000	2 000	2 000	1 000	2 000

(a) 100 (Para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural)

(b) Después de la filtración simple

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales salvo que se indique lo contrario.

- **: No presenta valor en ese parámetro para la sub categoría.

NOTA GENERAL:

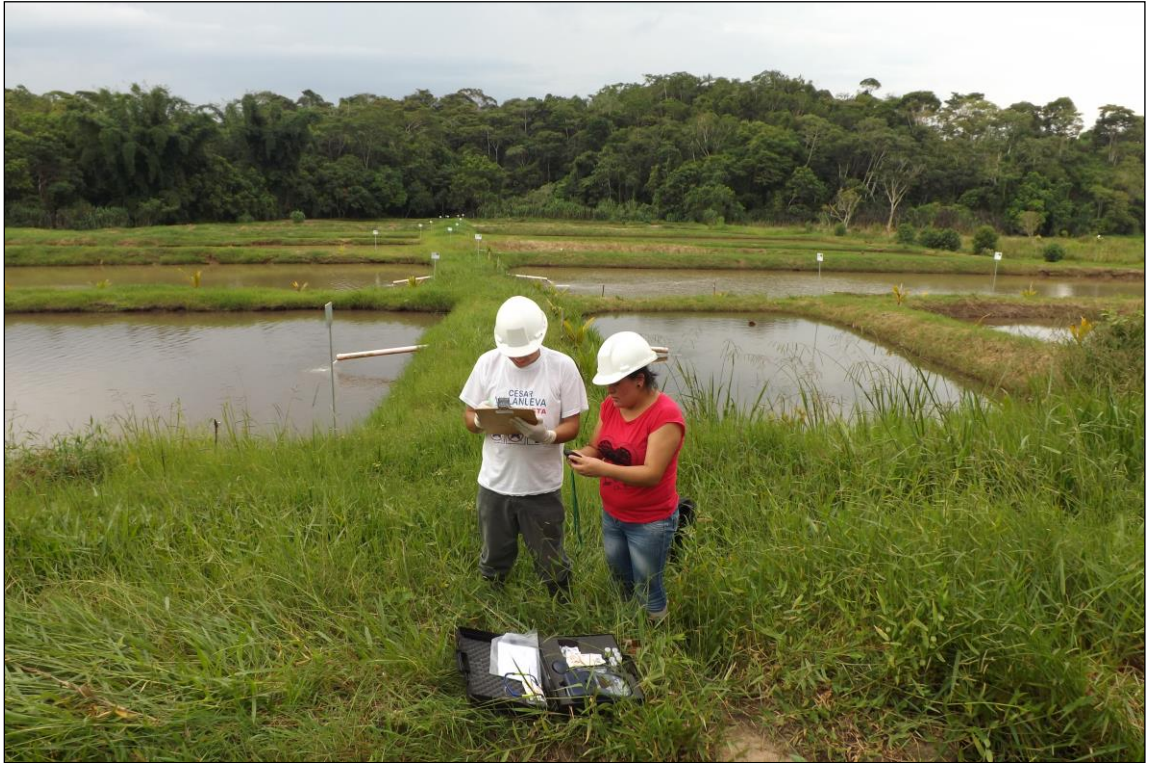
- Todos los parámetros que se norman para las diferentes categorías se encuentran en concentraciones totales, salvo se indique lo contrario

- Para el parámetro de Temperatura el símbolo Δ significa variación y se determinará considerando la media histórica de la información disponible en los últimos 05 años como máximo y de 01 año como mínimo, considerando la estacionalidad.

- Los reportes de laboratorio deberán contemplar como parte de sus informes de Ensayo los Límites de Cuantificación y el Límite de Detección.

1325630-1

Anexos 4. Imágenes de Trabajo de Campo Realizado.
1. Tesistas Georeferenciando las Granjas Acuícolas.



2. Tesistas Realizando el Muestreo de Agua.



3. Tesistas Realizando el Análisis de Agua.







Anexos 5. Mapa de ubicación de granjas de crianza de “Tilapia” *Oreochromis niloticus* evaluadas.

