



Esta obra está bajo una [Licencia
Creative Commons Atribución-
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú.](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/)

Vea una copia de esta licencia en
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN -TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**Determinación de los niveles de contaminación del agua por agrotóxicos de la
dinámica agrícola arrocera, distrito de Soritor, provincia Moyobamba, 2019**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Ebelin Camila Santa Cruz Dávila

ASESOR:

Blgo. M. Sc. Alfredo Ibán Díaz Visitación

Código N° 6051319

Moyobamba – Perú

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN -TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



Determinación de los niveles de contaminación del agua por agrotóxicos de la dinámica agrícola arrocera, distrito de Soritor, provincia Moyobamba, 2019

AUTOR:

Ebelin Camila Santa Cruz Dávila

Sustentada y aprobada el 24 de marzo del 2021, por los siguientes jurados

.....
Ing. M. Sc. Gerardo Cáceres Bardález

Presidente

.....
Ing. M. Sc. Marcos Aquiles Ayala Díaz

Secretario

.....
Blgo. M. Sc. Luis Eduardo Rodríguez Pérez

Miembro

.....
Blgo. M. Sc. Alfredo Ibán Díaz Visitación

Asesor

Declaratoria de autenticidad

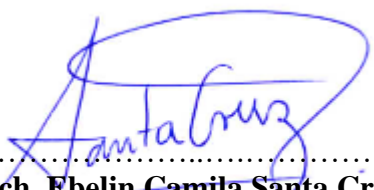

Ebelin Camila Santa Cruz Dávila, con DNI N° 71066780, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ecología de la de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, autor de la tesis titulada: **Determinación de los niveles de contaminación del agua por agrotóxicos de la dinámica agrícola arrocerá, distrito de Soritor, provincia Moyobamba, 2019.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Moyobamba, 24 de marzo del 2021.



.....
Bach. Ebelin Camila Santa Cruz Dávila

DNI N° 71066780

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	SANTA CRUZ DAVILA EBELIN CAMILA		
Código de alumno :	115145	Teléfono:	918 492897
Correo electrónico :	camilex.09@gmail.com DNI: 71066780		

(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

Titulo :	DETERMINACIÓN DE NIVELES DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR AGROTOXICOS EN LA DINAMICA AGRÍCOLA LA ARROCERA, DISTRITO DE SORITOR, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, 2019
Año de publicación:	2021

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.

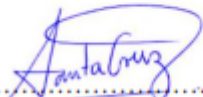

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

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 y huella del Autor

8. Para ser llenado en el Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento.

16 / 08 / 2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - T.
Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e
Innovación de Acceso Abierto - UNSM-T.


Ing. M. Sc. Alfredo Ramos Perea
Responsable

***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 mis padres, quienes me dieron educación, apoyo incondicional. A mis hermanos por ser mis héroes. A mis maestros y amigos, quienes sin su ayuda nunca hubiera podido hacer esta tesis. A todos ellos, gracias.

Agradecimiento

- ❖ Dios por bendecirnos la vida, por guiarme a lo largo de la vida, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

- ❖ Agradezco a mis padres: Mirelly Dávila y Pastor Santa Cruz por ser los principales promotores para cumplir mis metas y sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que han inculcado a nuestra familia.

Índice

Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento	vii
Índice general	viii
Índice de tablas	x
Índice de figuras	xi
Resumen..	xii
Abstract.....	xiii
Introducción.....	1
CAPÍTULO I.....	3
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
1.1. Antecedentes de la investigación.....	3
1.1.1 A nivel internacional	3
1.1.2 A nivel nacional.....	4
1.1.3 A nivel regional y local	5
1.2. Bases teóricas	6
1.2.1. Generalidades del cultivo del Arroz	6
1.2.2. Estado natural del agua.....	9
1.2.3. Contaminación del agua	10
1.2.3. Definición de calidad del agua	11
1.2.4. La actividad agrícola y su impacto en los recursos hídricos	16
1.2.5. Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para agua.....	18
1.2.6. Agrotóxicos.....	20
1.2.7. Nitratos y sus efectos nocivos	23
1.2.8. Fósforo y sus efectos nocivos.....	24
1.3. Definición de términos básicos.....	25
CAPÍTULO II.....	27
MATERIAL Y MÉTODOS	27
2.1 Materiales	27
2.2 Métodos.....	27

2.2.1 Descripción del área de estudio	27
2.2.2 Metodología para medición de parámetros	28
2.2.3 Metodología de análisis	30
CAPÍTULO III	31
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
3.1. Resultados.....	31
3.2. Discusiones generales.....	47
CONCLUSIONES.....	49
RECOMENDACIONES	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXOS.....	53
Anexos 1. Países dependientes del agua de regadío.....	54
Anexos 2. Cadena de custodia de las muestras tomadas a 10 días del trasplante de arroz	55
Anexos 3. Cadena de custodia de las muestras tomadas a 3 meses del trasplante de arroz	56
Anexos 4. Cadena de custodia de las muestras tomadas a 5 meses del trasplante de arroz	57
Anexos 5. Imágenes de la toma, preservación y transporte de las muestras	58
Anexos 6. Imágenes de los análisis realizados en laboratorio.....	59
Anexos 7. Mapa de la zona de muestro	61
Anexos 8. Resultados de laboratorio a 10 días de la plantación.....	62
Anexos 9. Resultados de laboratorio a 3 meses de la plantación	64
Anexos 10. Resultados de laboratorio a 5 meses de la plantación	66

Índice de tablas

Tabla 1. Categoría 4. Conservación del ambiente acuático	19
Tabla 2. Colección y preservación de muestras de agua superficial	29
Tabla 3. La tabla detalla los métodos analíticos utilizados por el laboratorio para los ensayos respectivos	30
Tabla 4. Valores de nitratos obtenidos en laboratorio, a 10 días de haberse trasplantado el arroz	31
Tabla 5. Valores de nitratos obtenidos en laboratorio, a 3 meses de haberse trasplantado el arroz	31
Tabla 6. Valores de nitratos obtenidos en laboratorio, a 5 meses de haberse trasplantado el arroz	32
Tabla 7. Mediciones de fósforo total y nitrato (mg/l) a 10 días de haberse trasplantado el arroz	32
Tabla 8. Mediciones de fósforo total y nitrato (mg/l) a 3 meses de haberse trasplantado el arroz	33
Tabla 9. Mediciones de fósforo total y nitrato (mg/l) a 5 meses de haberse trasplantado el arroz	33
Tabla 10. Resultados de las mediciones de los carbamatos, compuestos organofosforados y organoclorados en la etapa 1 del proceso	34
Tabla 11. Resultados de las mediciones de los carbamatos, compuestos organofosforados y organoclorados en la etapa 2 del proceso	35
Tabla 12. Resultados de las mediciones de los carbamatos, compuestos organofosforados y organoclorados en la etapa 3 del proceso	36

Índice de figuras

Figura 1. Contribución, según el punto de muestreo, en la concentración de fósforo (%) .	37
Figura 2. Concentración promedio de fósforo que ingreso al río en cada etapa del proceso	38
Figura 3. Comparación de las concentraciones de fósforo obtenidas, con respecto al valor de los ECA´s, para el punto 1 de muestreo.....	40
Figura 4. Comparación de las concentraciones de fósforo obtenidas, con respecto al valor de los eca´s, para el punto 2 de muestreo.	41
Figura 5. Comparación de las concentraciones de fósforo obtenidas, con respecto al valor de los eca´s, para el punto 3 de muestreo	41
Figura 6. Aporte a la concentración de nitratos, en porcentaje, que tuvo cada punto de muestreo.....	42
Figura 7. Concentración promedio de nitratos que ingreso al río en cada etapa del proceso	43
Figura 8. Concentraciones de nitratos obtenidas, con respecto al valor de los ECA´s, para el punto 1 de muestreo	45
Figura 9. Comparación de las concentraciones de nitratos obtenidas, con respecto al valor de los eca´s, para el punto 2 de muestreo	46
Figura 10. Comparación de las concentraciones de nitratos obtenidas, con respecto al valor de los eca´s, para el punto 3 de muestreo.	46

Resumen

Ante el creciente uso de fertilizantes y agrotóxicos por parte de la dinámica agrícola arrocerera del sector de Shica, distrito de Soritor, provincia de Moyobamba, en esta investigación se buscó comprobar los niveles de contaminación, generados por los compuestos derivados de los agrotóxicos y fertilizantes, en las aguas del río Tonchima. Para ello, identificamos el área afectada por la dinámica agrícola arrocerera y la nombramos como “zona de influencia”, una vez identificada el área, se seleccionaron los puntos de muestro y las fechas en las cuales se realizarían los mismos, posteriormente se identificaron los parámetros a medir, que en nuestro caso fueron los compuestos derivados de los fertilizantes (nitratos y fósforo) y los compuestos derivados de los agrotóxicos (Carbofurano, paratión, malatión, lindano y aldrín). Se seleccionaron 3 puntos de muestro, los cuales estuvieron ubicados antes, dentro y pasada la zona de influencia que se había seleccionado, las muestras fueron tomadas en 3 procesos del cultivo de arroz, los cuales fueron a 10 días, 3 meses y 5 meses posteriores a la siembra del mismo, ya que en estos procesos es donde se agrega la mayor cantidad de agrotóxicos y fertilizantes. Las muestras tomadas fueron enviadas a un laboratorio químico para su respectivo análisis, teniendo en consideración la preservación y transporte para no contaminar las muestras. Los resultados obtenidos se compararon con los estándares de calidad del agua (ECA's) dispuestos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM - Categoría 4. Conservación del ambiente acuático, con el cual se verificó que en algunos de los parámetros seleccionados (nitratos y fósforo) no se estaban cumpliendo con lo estipulado en los ECA's. Finalmente mediante el uso de algunas pruebas estadísticas, se obtuvo datos relevantes como la etapa que generó la mayor contaminación, el punto de muestreo con valores más elevados de concentración de contaminantes, se comprobó que la contaminación es generada dentro de la zona de influencia y no que proviene de actividades que se encuentran ajenas a ella. Con toda la información recolectada se llegó a la conclusión de que la dinámica agrícola arrocerera del sector de Shica, distrito de Soritor, tiene un impacto directo en los niveles de contaminación por agrotóxicos de las aguas del río Tonchima y se culminó dando las recomendaciones correspondientes a las autoridades encargadas.

Palabras clave: Agrotóxicos, fertilizantes, plaguicidas, recursos hídricos, monitoreo e impacto ambiental.

Abstract

Given the increasing use of fertilizers and pesticides by the rice farming dynamics of the Shica sector, Soritor district, Moyobamba province, this research sought to verify the levels of contamination generated by compounds derived from pesticides and fertilizers in the waters of the Tonchima River. To do this, we identified the area affected by the rice farming dynamics and named it "zone of influence". Once the area was identified, we selected the sampling points and the dates on which the sampling would be carried out, then we identified the parameters to be measured, which in our case were the compounds derived from fertilizers (nitrates and phosphorus) and the compounds derived from pesticides (Carbofuran, parathion, malathion, lindane and aldrin). Three sampling points were selected, which were located before, within and after the zone of influence that had been selected. The samples were taken in three rice cultivation processes, which were 10 days, 3 months and 5 months after planting, since it is in these processes where the greatest amount of pesticides and fertilizers are added. The samples taken were sent to a chemical laboratory for their respective analysis, taking into consideration preservation and transportation so as not to contaminate the samples. The results obtained were compared with the water quality standards (ECA's) provided in Supreme Decree N° 004-2017-MINAM - Category 4. Conservation of the aquatic environment, with which it was verified that in some of the selected parameters (nitrates and phosphorus) were not complying with the stipulated in the ECA's. Finally, through the use of some statistical tests, relevant data was obtained, such as the stage that generated the greatest contamination, the sampling point with the highest concentration of contaminants, and it was verified that the contamination is generated within the area of influence and not from activities outside it. With all the information collected, it was concluded that the rice farming dynamics of the Shica sector, Soritor district, has a direct impact on the levels of contamination by pesticides in the waters of the Tonchima River and the corresponding recommendations were made to the authorities in charge.

Key words: Agrotoxics, fertilizers, pesticides, water resources, monitoring and environmental impact.



Introducción

El deterioro de la calidad del agua se ha convertido en motivo de preocupación a nivel mundial con el crecimiento de la población humana, la expansión de la actividad industrial y agrícola y la amenaza del cambio climático como causa de importantes alteraciones en el ciclo hidrológico.

En las últimas décadas, la modernización de la agricultura y el incremento de las producciones, tanto en extensión cultivada como en volumen, han ido acompañadas de un incremento en el uso de plaguicidas y fertilizantes los cuales traen consigo niveles elevados de contaminación del suelo, agua y aire, así como una elevada tasa de morbilidad y mortalidad por su toxicidad y por los efectos que han ocasionado en la salud humana.

Aunque el agua superficial disponible en el Perú es relativamente abundante, su calidad es crítica en algunas Regiones Hidrográficas. Este deterioro de la calidad del agua es uno de los problemas más graves que sufre el País, ya que es un impedimento para lograr el uso eficiente del recurso, lo que compromete el abastecimiento, tanto en calidad como en cantidad, y por ende la salud de las personas, las actividades pecuarias, agrícolas y la conservación del medio ambiente.

En nuestro País a pesar del excesivo uso de los agrotóxicos en la dinámica agrícola arrocerá tenemos cuestiones omisivas por parte del estado peruano, como la falta de control y de reglamentación adecuada que exija el cumplimiento de normas ambientales específicas respecto al cumplimiento de los estándares de calidad ambiental (ECA), toda vez que el uso de los agroquímicos a lo largo de varios años ha traído consecuencias sociales y ha cambiado el modo de producción. Además del tema de los efectos en la salud humana por el uso de estas sustancias.

La producción nacional de arroz en el periodo enero-mayo de 2018 creció en 4,83% y durante los últimos doce meses, junio 2017-mayo 2018, alcanzó un crecimiento de 3,55%. Entre los productos agrícolas que más incidieron al alza fueron: arroz cáscara 95,24% (INEI, 2018). Frente a ello la región San Martín se encuentra con las mismas tendencias donde la problemática de calidad de agua es similar a otras Regiones donde un buen porcentaje de la población dedicada a la agricultura se encuentra expuesta a potenciales peligros de contaminación, no solamente por la dinámica de producción donde se utilizan grandes

cantidades de agrotóxicos que causan efectos adversos a la calidad de las aguas y al ecosistema, y a la salud humana, sabemos que de la cantidad de agrotóxicos aplicados un gran porcentaje no llega a los organismos blanco y es depositado en agua o el suelo, impactando negativamente al medio ambiente.

Uno de los principales productores de arroz en el Perú es la región de San Martín, más específicamente la provincia Moyobamba, en el distrito de Soritor, el sector de Shica ha tenido un aumento considerable en su dinámica agrícola arrocería durante el año 2019, generando con ello el aumento del uso de agrotóxicos y fertilizantes, que están contaminando las aguas del río Tonchima.

En base a ello en esta investigación nos planteamos la siguiente problemática:

¿Cuáles son los niveles de contaminación del agua por agrotóxicos de la dinámica agrícola arrocería, distrito de Soritor, provincia Moyobamba, 2019?

Teniendo identificada nuestra problemática nos planteamos como objetivo lograr identificar los niveles de contaminación en las aguas del río Tonchima, generados por los compuestos derivados de los agrotóxicos utilizados en la dinámica agrícola arrocería del distrito de Soritor y comparar los resultados obtenidos con los valores establecidos en los Estándares de Calidad del DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Antecedentes de la investigación

1.1.1 A nivel internacional

PÁEZ (2005), en su tesis titulada *“Uso de agroquímicos en el cultivo de tabaco, su impacto socio-ambiental en la zona centro de la provincia de misiones, Argentina”* concluye que: Las personas no toman las precauciones necesarias con respecto al uso y tratamiento de los agrotóxicos. Los mismo trabajan con lo agroquímicos como si estuvieran llevando adelante cualquier otro tipo de actividad, sin tomar conciencia de las consecuencias nefastas que esto puede acarrear en la salud, como así también para las generaciones futuras. Es importante que la sociedad toda comprenda que, a esta altura del desarrollo científico, tecnológico y demográfico, el interés por la preservación de la salud y el ambiente no es una moda más, sino una imperiosa necesidad.

OCAMPO (2013), en su estudio realizado en Armenia, Colombia; denominado *“Evaluación del estado actual de la calidad del agua de la quebrada la Jaramilla, municipio de la Tebaida, departamento del Quindío”*, menciona que es importante determinar el grado de contaminación existente, identificar su origen, evaluar su procedencia y así mismo caracterizar que tipo de contaminantes y tecnologías están causando este fenómeno, para así satisfacer las necesidades y requerimientos de la población, mejorando sus condiciones de vida y salud, impulsando de esa forma el desarrollo de la región. El estado actual de las fuentes nos ayuda a concebir ideas correctivas eficaces para el cuidado del recurso y medidas urgentes desde el estado para divulgar de manera puntual que ha pasado en el transcurso de los años, con el aumento de la población.

Así mismo determinó que la quebrada la Jaramilla, municipio de la Tebaida posee una composición típica de las Aguas Residuales Domésticas (ARD), las cuales le aportan gran cantidad de sólidos de tipo orgánico principalmente, produciendo un impacto ambiental negativo de tipo sinérgico a la quebrada dado por la acumulación de vertimientos en la zona urbana, generando contaminación hídrica.

FAO (2013), en el informe llamado: *“Reutilización del agua en la agricultura: ¿Beneficios para todos?”* afirma que el estrés hídrico también se produce por las aguas

residuales y la escorrentía de las ciudades (gran parte de estas aguas sólo se trata parcialmente), por los excesos de fertilizantes agrícolas y por otras causas de contaminación hídrica. Esta contaminación produce, entre otras cosas, la eutrofización de las aguas superficiales trayendo consigo la proliferación de algas. Además, la contaminación del agua empeora la escasez al reducir la cantidad de agua segura para el consumo humano. Los mismos factores provocan hipoxia (agotamiento del oxígeno) en los estuarios y aguas costeras, lo que afecta a la pesca y al resto de vida acuática e impactan de manera negativa en la integridad del ecosistema. Éste es un problema tanto para el medioambiente como para las economías locales que dependen del turismo y de la pesca.

1.1.2 A nivel nacional

ARMAS (2010), en su investigación *“Caracterización física, química y biológica de las aguas de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi en el ámbito correspondiente a la ciudad de Yurimaguas, Loreto”* concluye que la concentración de Coliformes Fecales, Coliformes Totales, Fierro (Fe), Oxígeno Disuelto (OD) y Aceites y Grasas (A y G), en las aguas de los principales colectores de la ciudad de Yurimaguas, superan los límites máximos permisibles establecidos en la R.J. N° 291-2009-ANA y en la Norma, en todas las estaciones de muestreo; además de ello, la concentración de Manganeso (Mn) e Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) en las quebradas Atun y Zamora y, de Plomo (Pb) en las quebradas Zamora y Mishuyacu, superan los límites máximos permisibles establecidos en la Norma, ECAS y la R.J. N° 291-2009-ANA, para aguas de Clase II y VI. También menciona que los parámetros Temperatura, pH, Turbidez, Manganeso, Fierro y Coliformes Fecales presentaron concentraciones con tendencia a la variación entre estaciones y épocas del año.

GUERRERO & CHICO (2011) en su tesis titulada *“Uso de pesticidas en el Valle Santa Catalina, La Libertad (Perú)”* concluye que: el pesticida que más demanda tiene por los agricultores de la Campiña de Moche son los organofosforados con un 60% y los Carbamatos con 30% de preferencia, debido a que el tomaron, insecticida agrícola, perteneciente al grupo de los organofosforados sistémicos, tiene un precio accesible para los agricultores.

TRAMA (2014), en su tesis titulada *“Efecto de los plaguicidas utilizados en los cultivos de arroz, sobre las comunidades de macroinvertebrados bentónicos y la calidad de las aguas en la cuenca baja del río Piura, Perú”* concluye que Los plaguicidas (Carbofuran,

Carbosulfan, Etoprofos y Fenvalerato), y los nutrientes (Potasio, Fósforo y fuentes nitrogenadas) utilizados en el sistema de riego-drenaje en el sector Muñuela Margen Derecha afectaron negativamente a las comunidades de macroinvertebrados en el punto P2 (drenaje principal) en comparación con P1 (control) como se predijo en la hipótesis de investigación general. El punto control tuvo siempre mayores valores de riqueza de familias y taxa, tanto total como media y los puntos de drenaje y el canal que va al manglar (P3) perdieron biodiversidad.

Además, el punto control presentó siempre una abundancia de más del doble para la mayoría de los órdenes y específicamente para los insectos, en comparación con el drenaje general, coincidiendo con lo predicho en la primera hipótesis de investigación.

1.1.3 A nivel regional y local

VÁZQUEZ (2010), en su tesis titulada “*Evaluación del índice de calidad del agua en el área de influencia del botadero municipal de Tarapoto sector Yacucatina – San Martín – Perú*” obtuvo los siguientes resultados y conclusiones:

El primer punto de muestreo, pozo de Yacucatina tiene contaminación microbiana mayor que lo establecido por los ECA para aguas de consumo humano, sin embargo, la población utiliza como fuente de uso doméstico, poniendo en riesgo su salud.

El primer punto de muestreo “pozo de Yacucatina”, no está contaminado por metales pesados analizados, que indica la buena calidad del agua respecto a estos parámetros.

Todos los puntos muestreados tienen contaminación por coliformes totales y coliformes termotolerantes, superando los estándares de calidad para aguas.

Por lo tanto, si la población consume aguas provenientes de acuíferos contaminados sin que haya algún tratamiento previo del agua, existe el riesgo de que pueda contraer enfermedades infecciosas, afecciones a la piel y además su ganado puede enfermar al beber de estas aguas.

MENDOZA (2012), en su trabajo denominado “*Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en zonas rurales de la provincia de Moyobamba*” recomienda que el control de la calidad del agua debe permitir no sólo constatar la calidad, sino también suministrar la información necesaria para llevar a cabo las medidas correctivas inmediatas o a mediano plazo, para que la calidad sea mantenida o efectivamente lograda. Es recomendable que el control de calidad del agua tenga un responsable y que sea asumida y coordinada por todas las autoridades de la localidad.

REÁTEGUI (2017), en su tesis titulado “*Determinación de la calidad del agua de la Laguna Azul, influenciado por la actividad agrícola en la quebrada Pucayacu, distrito de Sauce, provincia San Martín, 2016*” concluye que: Los agroquímicos predominantes sé que utilizan en las actividades agrícolas fueron: Edonal, Bazuca, Cipermax (para insectos comunes en las plantaciones de arroz 1/4 L por hectárea, se mezcla con 200 L de agua), los abonos: Abono foliar 20-20 (se usan 2 kilos por hectárea cada kilo con 200 L de agua) y urea (3 sacos por hectárea), las cuales se vierten en la quebrada Pucayacu. La variación de las características físico-químicas y biológicas del agua, estudiadas (temperatura, pH, turbidez, Sólidos Totales disueltos, Nitratos, Fosfatos, Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Coliformes Totales, han demostrado están en función al área donde se encuentra ubicada, la actividad que se realiza, y la temporada estacionaria del tiempo y la cosecha de arroz. La relación que se establece entre la calidad del agua y la utilización de los agroquímicos, es fundamental y directamente proporcional a su utilización, pues los parámetros varían en función al punto central de utilización de los fertilizantes.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Generalidades del cultivo del Arroz

El cultivo de arroz es uno de los más dinámicos de la agricultura peruana y por ello uno de importancia nacional. Este es el cereal por excelencia, es sabroso y muy versátil debido a ello hay hogares donde se prepara todos los días y la familia nunca se cansa de comerlo, según estadísticas por lo menos un tercio de la población mundial come arroz como alimento principal en la dieta diaria. El arroz es vida para las mayores poblaciones del mundo y está profundamente relacionado con el patrimonio cultural de numerosas sociedades. Es el alimento básico de más de la mitad de la población mundial. En el Perú, el arroz se cultiva tanto en la costa como en la selva, los departamentos con mayor área de este cultivo son: Lambayeque y Piura; ambos ubicados en la costa peruana, y en la selva destacan los departamentos de San Martín y Loreto. Es por ello que se trata el tema de la producción de arroz por ser un producto de mucha importancia. A través de este informe se dará a conocer el origen, las variedades de arroz; así mismo la forma de cultivo y los precios a los que se venden (Rojas, 2015).

Orígenes del arroz

El cultivo del arroz cuyo nombre científico es *Oryza sativa* L. comenzó hace casi 100 años, en muchas regiones del Sudeste Asiático y China Continental, posiblemente sea la India el país donde se cultivó por primera vez debido a que en ella abundaban los arroces silvestres. En el pasado como en la actualidad, es enorme el trabajo que requiere la tierra para el cultivo del arroz **(Rojas, 2015)**.

Valor nutricional

Si tenemos en cuenta el conjunto de todos los países en vías de desarrollo, el arroz representa el 27% del consumo de energía y el 20% del consumo de proteínas alimenticias. **(Rojas, 2015)**.

El arroz en el mundo (Rojas, 2015), la producción está geográficamente concentrada y más del 85% proviene de Asia. Tan solo siete países asiáticos (China, India, Indonesia, Bangladesh, Vietnam, Myanmar y Tailandia) producen y consumen el 80% del arroz del mundo. Las variedades de arroz cultivadas han ido variando en los últimos años, mediante una gradual renovación de las más antiguas, en función de las mejores características; provocando la desaparición de determinadas variedades, pues las nuevas ofrecen mejores rendimientos, una mayor resistencia a enfermedades, altura más baja, mejor calidad de grano o una mayor producción. Los programas de mejoramiento genético se basan en la producción de plantas de arroz dihaploides, mediante el cultivo de anteras de plantas obtenidas a partir de cruzamientos previos.

Debido a las características del mercado mundial del arroz, éste contribuye a la volatilidad de los precios. Por tanto, se consideran los siguientes aspectos relevantes en el mercado internacional del arroz: destacan las pequeñas cantidades comercializadas respecto a las cantidades producidas o consumidas; por ello, pequeños cambios en la producción o en el consumo de alguno de los principales productores/consumidores o países compradores o vendedores, pueden dar lugar a un gran impacto sobre el volumen puesto en el mercado y, por tanto, sobre los precios internacionales **(Rojas, 2015)**.

El arroz en el Perú

Fue introducido al Perú por los españoles en la segunda mitad del siglo XVI, localizándose en los valles costeros del sur del país. Actualmente ocupa importantes

extensiones de los valles del Norte y de la Ceja de Selva y Selva. Socialmente ocupa 28 millones de jornales desde la siembra hasta la cosecha y constituye el 10% del Valor Bruto de la Producción Agropecuaria. Es un cereal de gran importancia en la alimentación diaria del poblador peruano por ser un producto de alto contenido en calorías y proteínas (**Rojas, 2015**).

Departamentos productores de arroz

La Costa Sur presenta los mayores rendimientos por el nivel tecnológico del cultivo en estas zonas, le sigue la Costa Norte y los menores rendimientos se obtienen en la Selva. Los bajos rendimientos se explican por la insuficiente disponibilidad de semilla certificada y la falta de investigación y transferencia de tecnología arrocera. Pero cabe resaltar que 9 desde el año 2004 San Martín ocupa el primer lugar en áreas sembradas y en la producción de arroz a nivel nacional. En esta zona, este cultivo alcanza un rendimiento promedio de 6.9 t/ha. y además tiene ventajas comparativas respecto a la costa, debido a que cuenta con agua durante todo el año (Rojas, 2015). En los departamentos de San Martín, Piura y Lambayeque el arroz es el principal cultivo, lo cual muestra la dependencia de la agricultura de estas regiones hacia el cultivo de arroz (Rojas, 2015).

Aspectos básicos de los productores de arroz

Hasta hoy, los estudios sobre comercialización de arroz en el Perú han privilegiado los aspectos macroeconómicos del problema, dejando de lado el análisis de las estrategias a nivel del productor individual. Ello ha sido pese a la importancia del enfoque microeconómico para el diseño de alternativas eficientes de comercialización que no estén basadas en el tutelaje del Estado. Conviene por ello detenerse un poco a revisar los rasgos básicos de los productores. Un rasgo que vale la pena resaltar es que los productores de arroz han tendido a concentrar su fuente de ingresos en ese único cultivo. Esto ha sido particularmente cierto para el productor de la Costa-Norte, quien, a diferencia del productor de la Sierra o de la Selva, no han mantenido una cartera diversificada de cultivos o crianzas (**Rojas, 2015**).

Cadena productiva del cultivo del arroz

Es un sistema que agrupa a los agentes económicos interrelacionados por el mercado y que participan articuladamente en un mismo proceso, desde la provisión de insumos,

producción, transformación, industrialización, comercialización hasta el consumo final, de 10 un producto agrícola o pecuario, en forma sostenida y rentable, basados en principios de confianza y equidad.

Producción en el Perú

La producción de arroz cáscara registró un incremento de 6.9% en comparación al obtenido durante los últimos 10 años, según el Informe elaborado por el INEI. El departamento de Amazonas registró en 74.1% a la producción obtenida en enero de 2014; debido a las mayores siembras realizadas, por mayor disponibilidad del recurso hídrico, además, de mejor acceso a insumos agrícolas. Mientras que en Lambayeque se redujo en 52.3%; en Madre de Dios cayó 41.0%; en Pasco descendió 29.6%; en San Martín retrocedió 24.7%, entre otros. Durante los últimos 20 años registrados por el Ministerio de Agricultura del año 1989 al año 2008, han existido incrementos y decrementos en la producción, lo cual ha ido cambiando hasta la actualidad, donde las regiones también han experimentado 11 incrementos sustanciales en sus producciones, tanto en extensión como en la cosecha. (Rojas, 2015).

1.2.2. Estado natural del agua

Según ARMAS & ROMERO (2011) menciona que “La Tierra es un planeta oceánico con el 75% de su superficie de agua y donde vive la mayor parte de los seres” (p.67).

Además, ANA. (2014) indica que “El agua es el recurso más valioso que dispone el hombre, es un compuesto omnipresente, llena los mares y océanos, flota en forma de nubes en el cielo y algunas veces es violentamente expulsada de varias partes bajo la superficie de la tierra” (p.23).

En el informe de la AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA (ANA). (2014) menciona los siguientes acontecimientos referidos al agua:

El agua constituye el 75 % del peso total de los organismos vivos y sin ella la vida sería completamente imposible. Los técnicos e ingenieros emplean el agua como intermediario para la transmisión de energía del combustible a las partes móviles de las máquinas de vapor, y las amas de casa la utilizan para transportar el calor de la estufa de la cocina a los vegetales que han de cocerse. Los químicos la usan en la gran

mayoría de las reacciones químicas realizadas en medio acuoso, en fin, es parte integrante de muchos procesos tecnológicos de gran y pequeña escala. (p.37)

Por otra parte, Tecnología Ambiental según ARMAS & ROMERO (2011) ratifico que “El agua existió en el material cósmico desde que la Tierra se pudo haber formado hace millones de años. Mediante la erosión y acción glacial el agua ha tenido una función importante en la conformación de las características físicas del planeta Tierra” (p.158). Además:

Las fotografías tomadas desde la nave espacial Apolo, han enfatizado la belleza y la turbulencia de las nubes siempre cambiantes que cubren el globo terrestre. Se considera también que el agua de los mares primitivos fue el lugar de génesis de las primeras formas de vida, por el papel dominante que desempeñan los microorganismos, el 80 % de la historia de la vida y los cambios biológicos se deben a ellos. Ahora todas las formas de vida dependen del recurso agua. La masa del cuerpo humano tiene promedio de 65 % en agua y constituye el primero de los alimentos después del aire. Así mismo el agua es asimilada por el sistema de raíces de las plantas cuyo exceso es posteriormente transpirado por la superficie foliar.

El agua se asocia a muchos minerales y rocas en forma encerrada o constitutiva para formar su geometría molecular.

En fin, el agua tiene una importancia gigantesca gracias a su estructura que permite tener propiedades físicas y químicas peculiares muy útiles para la naturaleza viva o muerta y para el desarrollo tecnológico de la humanidad (p. 159).

1.2.3. Contaminación del agua

Según ARMAS (2010) menciona que “La mayoría de las corrientes pluviales se recuperan rápidamente a partir de algunas formas de contaminación especialmente el exceso de calor y los desechos degradables que requieren oxígeno” (p.87). Esto funciona mientras no estén sobrecargadas de contaminantes degradables o con calor y su flujo no sea reducido por sequía, represado o desviado para la agricultura y las industrias. Los contaminantes lentamente degradables y los no degradables no son eliminados por estos procesos naturales de dilución y degradación.

A si mismo APHA-AWWA-WEF. (2005) lo define como “El tiempo y distancia que toma una corriente en recuperarse, depende del volumen de la misma, de la velocidad de flujo, temperatura, pH y volumen de los desechos degradables que ingresan” (p.34). A lo largo de muchas corrientes, el agua para beber es retirada corriente arriba de la ciudad y los desechos industriales y aguas negras de la ciudad son descargadas corriente abajo. Si este proceso se repite a lo largo de la corriente conforme fluye al mar, se sobrecarga de contaminantes.

En los lagos, rebalses, estuarios y mares, según ARMAS & DIAZ (1996) “Con frecuencia la dilución es menos efectiva, debido a que estos cuerpos contienen frecuentemente capas estratificadas que tienen poco mezclado vertical y fluyen en forma muy reducida” (p.732). Por lo tanto, los lagos son más vulnerables a la contaminación por nutrientes vegetales, petróleo, pesticidas y sustancias tóxicas que pueden destruir la vida del fondo y matar los peces.

La precipitación atmosférica y el escurrimiento ácido hacia los lagos es un problema en las masas de agua lacustre, vulnerable a la disposición ácida. Compuestos orgánicos sintéticos y metales tóxicos como Pb y Hg que son degradables. La eutrofización deriva de los cultivos agrícolas por la adición de fosfatos y nitratos es un problema grave para los lagos y rebalses (p.736).

1.2.3. Definición de calidad del agua

Mientras SIERRA (2011) define la calidad de un ambiente acuático como:

- i) Una lista de concentraciones, especificaciones y aspectos físicos de sustancias orgánicas e inorgánicas, y
- ii) La composición y el estado de la biota acuática presente en el cuerpo de agua. La calidad presenta variaciones espaciales y temporales debido a factores externos e internos al cuerpo de agua.

Por su parte BARRENECHEA (2004) menciona que “El término calidad del agua es relativo y solo tiene importancia universal si está relacionado con el uso del recurso (p.55). Esto quiere decir que una fuente de agua suficientemente limpia que permita la vida de los peces puede no ser apta para la natación y un agua útil para el consumo humano puede

resultar inadecuada para la industria. Para decidir si un agua califica para un propósito particular, su calidad debe especificarse en función del uso que se le va a dar.

Características físico-químicas del agua.

Mientras tanto ARMAS & ROMERO (2011) se refiere a “Las aguas naturales, al estar en contacto con diferentes agentes (aire, suelo, vegetación, subsuelo, etc.), incorporan parte de los mismos por disolución o arrastre, o incluso, en el caso de ciertos gases, por intercambio” (p.66). A esto es preciso unir la existencia de un gran número de seres vivos en el medio acuático que interrelacionan con el mismo mediante diferentes procesos biológicos en los que se consumen y desprenden distintas sustancias.

Pero BARRENECHEA. (2004) menciona que “Esto hace que las aguas dulces pueden presentar un elevado número de sustancias en su composición química natural, dependiendo de diversos factores tales como las características de los terrenos atravesados, las concentraciones de gases disueltos, etc.” (p.88). Entre los compuestos más comunes que se pueden encontrar en las aguas dulces están: como constituyentes mayoritarios los carbonatos, bicarbonatos, sulfatos, cloruros y nitratos. Como constituyentes minoritarios los fosfatos y silicatos, metales como elementos traza y gases disueltos como oxígeno, nitrógeno y dióxido de carbono.

Mientras tanto BUSTOS (2012) se refiere a la composición química natural de las aguas puede verse alterada por actividades humanas:

Agrícolas, ganaderas e industriales, principalmente. La consecuencia es la incorporación de sustancias de diferente naturaleza a través de vertidos de aguas residuales o debido al paso de las aguas por terrenos tratados con productos agroquímicos o contaminados. La composición específica de un agua determinada influye en propiedades físicas tales como densidad, tensión de vapor, viscosidad, conductividad, etc. (p.102).

Los parámetros de control, de acuerdo a ROMERO (2009) se pueden agrupar primeramente de los parámetros físicos de la siguiente manera:

Color. - Es el resultado de la presencia de materiales de origen vegetal tales como ácidos húmicos, turba, plancton, y de ciertos metales como hierro, manganeso, cobre y cromo, disueltos o en suspensión. Constituye un aspecto importante en términos de consideraciones estéticas. Los efectos del color en la vida acuática se centran principalmente en aquellos derivados de la disminución de la transparencia, es decir que, además de

entorpecer la visión de los peces, provoca un efecto barrero a la luz solar, traducido en la reducción de los procesos fotosintéticos en el fitoplancton, así como una restricción de la zona de crecimiento de las plantas acuáticas.

Olor. - Es debido a cloro, fenoles, ácido sulfhídrico, etc. La percepción del olor no constituye una medida, sino una apreciación, y ésta tiene, por lo tanto, un carácter subjetivo. El olor raramente es indicativo de la presencia de sustancias peligrosas en el agua, pero sí puede indicar la existencia de una elevada actividad biológica. Por ello, en el caso de aguas potable, no debería apreciarse olor alguno, no sólo en el momento de tomar la muestra sino a posteriori (10 días en recipiente cerrado y a 20°C)

Turbidez. - Es una medida de la dispersión de la luz por el agua como consecuencia de la presencia en la misma de materiales suspendidos coloidales y/o particulados. La presencia de materia suspendida en el agua puede indicar un cambio en su calidad (por ejemplo, contaminación por microorganismos) y/o la presencia de sustancias inorgánicas finamente divididas (arena, fango, arcilla) o de materiales orgánicos. La turbidez es un factor ambiental importante en las aguas naturales, y afecta al ecosistema ya que la actividad fotosintética depende en gran medida de la penetración de la luz.

Sólidos en suspensión. - Comprenden a todas aquellas sustancias que están suspendidas en el seno del agua y no decantan de forma natural.

Temperatura. - La temperatura es un parámetro físico que afecta mediciones de otros como pH, alcalinidad o conductividad. Las temperaturas elevadas resultantes de descargas de agua caliente, pueden tener un impacto ecológico significativo por lo que la medición de la temperatura del cuerpo receptor, resulta útil para evaluar los efectos sobre éste.

Sólidos disueltos totales. - Los sólidos disueltos totales, son las sustancias que permanecen después de filtrar y evaporar a sequedad una muestra bajo condiciones específicas. En los sólidos disueltos totales (SDT), se determina el incremento de peso que experimenta una cápsula tarada, tras la evaporación en ella de una alícuota de la muestra previamente filtrada y que posteriormente es secada a peso constante a 180°C, temperatura a la cual el agua de cristalización está prácticamente ausente. El contenido de sólidos disueltos puede estimarse por diferencia entre los sólidos totales y los sólidos suspendidos totales (p.89)

Los parámetros químicos, de acuerdo a Gil, et al., (2013) se pueden agrupar de la siguiente manera:

Carbono orgánico total (COT): Indica la cantidad total de carbono orgánico presente en una muestra, expresada en mg/L. “En la actualidad existen equipos comerciales que proporcionan simultáneamente y como valores independientes el contenido total de carbono orgánico, junto al inorgánico y CO₂ disuelto” (Gil, et al., 2013, p.39).

Dureza: Es otra forma de indicar el contenido iónico de un agua, refiriéndolo a la concentración total de iones calcio, magnesio, estroncio y bario, aunque se debe fundamentalmente a los dos primeros. La presencia de este tipo de iones en el agua suele ser de origen natural, y raramente antrópica (Gil, et al., 2013, p.39).

Nitratos: Los nitratos son medidos por ultravioleta a una longitud de onda de 220 nm, pero a esta misma longitud de onda, la materia orgánica presente en las muestras, también puede absorber, por lo que se mide a una longitud de onda de 275 nm para corregir el valor de nitrato. Sin embargo, esta corrección es empírica, dado que las concentraciones de materia orgánica pueden variar de un agua a otra (APHA-AWWA-WEF, 2005, p.47).

Cuando existen actividades antrópicas, las aguas superficiales pueden tener concentraciones hasta de 5 mg NO₃/L, pero normalmente menores de 1 mg NO₃/L. Concentraciones por encima de los 5 mg NO₃/L usualmente indican contaminación, ya sea por desechos domésticos, de animales o la escorrentía. “En lagos y embalses concentraciones de nitratos por encima de 0,2 mg NO₃/L ya empiezan a generar problemas de eutroficación en el agua. En las aguas subterráneas se puede llegar a concentraciones de nitratos hasta de 500 mg NO₃/L, especialmente en zonas agrícolas debido a la utilización de fertilizantes” (Sierra, 2011, p.67).

Fosfatos: En las aguas naturales y residuales, el fósforo se presenta mayoritariamente en forma de fosfatos. Estos son clasificados en ortofosfatos, fosfatos condensados (piro, meta y otras polifosfatos) y fosfatos enlazados orgánicamente. Se encuentran en solución, en partículas o detritus o en cuerpos de organismos acuáticos y pueden provenir de diversas fuentes (APHA-AWWA-WEF, 2005, p.49).

Acides pH: Se define como el logaritmo de la inversa de la concentración de protones: La medida del pH tiene amplia aplicación en el campo de las aguas naturales y residuales. Es una propiedad básica e importante que afecta a muchas reacciones químicas y biológicas. Valores extremos de pH pueden originar la muerte de peces, drásticas alteraciones en la flora y fauna, reacciones secundarias dañinas (por ejemplo, cambios en la solubilidad de los nutrientes, formación de precipitados, etc.). El pH es un factor muy importante en los sistemas químicos y biológicos de las aguas naturales (Gil, et al., 2013, p. 50).

La materia orgánica: Existente en el agua, tanto la que se encuentra disuelta como en forma de partículas, se valora mediante el parámetro carbono orgánico total (TOC, total organic carbon). Los compuestos orgánicos existentes en el medio acuático se pueden clasificar en dos grandes grupos atendiendo a su biodegradabilidad, es decir, a la posibilidad de ser utilizados por microorganismos como fuente de alimentación y para su medida se utilizan los parámetros denominados DQO (Demanda Química de Oxígeno) y DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno (Gil, et al., 2013, p. 50).

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅): La DBO₅ se define como la cantidad de oxígeno requerida por las bacterias para estabilizar, por descomposición, la materia orgánica presente en condiciones aeróbicas. La DBO₅ se utiliza ampliamente para determinar el grado de contaminación de aguas residuales industriales y/o domésticas en términos del oxígeno que ellas requieren si son descargadas en las corrientes o cursos de agua naturales en las cuales existen condiciones aeróbicas. La prueba de DBO más conocida es la DBO₅. Esta prueba se realiza incubando la muestra de agua en el laboratorio y al cabo de cinco días se mide el consumo de oxígeno por parte de los microorganismos, y los resultados se reportan en mg/L de oxígeno consumido (Ruiz, 1998, p.77).

Demanda Química de Oxígeno (DQO): La DQO es una prueba ampliamente utilizada para determinar el contenido de materia orgánica de una muestra de agua. A diferencia de la DBO, en esta prueba la materia orgánica es oxidada utilizando una sustancia química y no microorganismos. El dicromato de potasio constituye actualmente el mejor agente oxidante para la determinación de la DQO. Este compuesto tiene la capacidad de oxidar la gran mayoría de sustancias orgánicas, además, es fácil de determinar su concentración antes y después de la prueba lo cual hace que se pueda calcular el oxígeno consumido (p.74).

Características biológicas de las aguas superficiales

Las características biológicas de las aguas superficiales de acuerdo a Coria (2014) se pueden agrupar primeramente de los parámetros físicos de la siguiente manera:

En las aguas superficiales se encuentra una amplia gama de organismos no perceptibles a simple vista. En condiciones normales, estos organismos permiten el desarrollo de los ciclos biológicos y químicos en el cuerpo de agua y no son necesariamente nocivos para la salud o para el tratamiento del agua. Los organismos propios de las aguas superficiales están en permanente actividad y ninguno vive aislado. Su existencia depende del medio que los rodea. Se entiende por medio tanto el ambiente físico como los organismos con los cuales se convive. Todos forman parte de un ecosistema. Un ecosistema es una unidad ecológica cuyos componentes básicos, fisicoquímicos y biológicos, operan juntos para producir una estabilidad funcional. La supervivencia de los microorganismos propios de las aguas superficiales está ligada a la presencia de ciertos factores tales como temperatura, horas luz e intensidad luz, gas carbónico, nutrientes, minerales, entre otros, y precisamente la contaminación del agua altera dichos factores debido a la introducción de sustancias extrañas al ecosistema (p.95).

1.2.4. La actividad agrícola y su impacto en los recursos hídricos

Las actividades agrícolas y su impacto en los recursos hídricos Requieren complejas negociaciones entre las demandas económicas, sociales y ambientales en una amplia gama de estructuras institucionales.

Los cultivos de riego constituyen una porción significativa y creciente de la producción agrícola y del empleo rural en algunos países de la ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y DESARROLLO ECONOMICO (OCDE); sin embargo, la sobreexplotación de los recursos hídricos, a menudo escasos, que acarrea preocupa cada vez más. La agricultura es una importante fuente de contaminación del agua, pero también contribuye a la formación de ecosistemas (por ejemplo, hábitats de ciertas especies salvajes) en determinadas regiones de algunos países de la OCDE. “La producción agrícola y los correspondientes subsidios, en especial para el agua y la energía, siguen propiciando la descoordinación de los incentivos para los agricultores y agravando la sobreexplotación y contaminación del agua en la mayoría de los países miembros. (Organización para la cooperación y el desarrollo económicos” (OCDE, 2006, p.23).

Uso agrícola del agua.

El agua que necesitan los cultivos varía entre 1 000 y 3 000 m³ por tonelada de cereal cosechada. Es decir, “Se requieren de 1 a 3 toneladas de agua para obtener 1 kg de arroz. Sin embargo, la cantidad de agua necesaria para producir una tonelada de cereal puede reducirse significativamente manejando bien las tierras, tanto en secano como en regadío” (FAO, 2002, p.43).

Según MINAGRI (2015) “El uso del agua puede ser “consuntivo”, es decir que se consume efectivamente durante alguna actividad, como la agrícola, poblacional, industrial, etc., o “no consuntivo” (p.64). Donde se utiliza el agua sin consumirse efectivamente, como en la actividad energética, donde luego del aprovechamiento por las hidroeléctricas, puede estar apta para otros fines, como los agrícolas, por ejemplo. Si bien el consumo del agua se divide por sectores económicos, constituye también una red de transporte principal en la selva.

Según la FAO (2015) en el Perú la mayor parte del agua extraída para riego es:

“El 65% se pierde debido a la dependencia de sistemas de riego ineficientes. Se estima que la eficiencia total del uso del agua en los sistemas de riego es aproximadamente del 35%, lo cual se considera como un mal rendimiento y se debe principalmente a los sistemas de distribución con fugas y al uso extensivo de métodos de riego por gravedad o inundación no mejorados, con una eficiencia total estimada del 50%. El manejo inadecuado del riego unido a sistemas ineficientes de riego conduce a agricultores que utilizan agua por encima de las necesidades de los cultivos y de la disponibilidad de agua (p.41).

La agricultura de regadío tiene un impacto significativo sobre el medio ambiente. Los productos químicos que se usan en el regadío contaminan a menudo la escorrentía superficial y el agua subterránea. “El potasio y el nitrógeno aplicados en los fertilizantes, tanto en regadío como en secano, pueden ser lixiviados hacia las aguas superficiales o subterráneas produciendo proliferaciones de algas y eutrofización” (FAO, 2002, p.45).

Estándar de calidad ambiental (ECA)

De acuerdo a lo establecido en el artículo 3 de la LEY N° 28611, LEY GENERAL DEL AMBIENTE, 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.

1.2.5. Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para agua

Según el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM para la aplicación de los ECA para agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:

Categoría 1: Poblacional y recreacional

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional

A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado

Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación

B1. Contacto primario

B2. Contacto secundario

Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales

Subcategoría C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras.

Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras.

Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras.

Subcategoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas.

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Subcategoría D1: Riego de vegetales

Subcategoría D2: Bebida de animales

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Subcategoría E2: Ríos

Subcategoría E1: Lagunas y lagos

Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos

Tabla 1*Categoría 4. Conservación del ambiente acuático.*

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
FÍSICOS- QUÍMICOS						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,00	0,001
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	*	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	*	**
Conductividad	(μ S/cm)	1 000	1 000	1 000	*	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	10	1	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,	5,8
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,12	0,062
Nitratos (NO ₃) (c)	mg/L	13	13	13	20	200
Amoniaco Total (NH ₃)	mg/L	(1)	(1)	(1)	((2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	*	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5	\geq	≥ 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	\leq	≤ 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,00	0,002
Temperatura	°C	$\Delta 3$	$\Delta 3$	$\Delta 3$	Δ	$\Delta 2$
INORGÁNICOS						
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	*	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,03	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,008	0,0088
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,0	0,05
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,0	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,000	0,0001
Niquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,008	0,0082
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,008	0,0081
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,07	0,071
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008	*	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,08	0,081
ORGÁNICOS						
Compuestos Orgánicos Volátiles						
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,	0,5
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	0,0006	0,000	0,0006
BTEX						
Benceno	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,0	0,05
Hidrocarburos Aromáticos						
Benzo(a)Pireno	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,000	0,0001
Antraceno	mg/L	0,0004	0,0004	0,0004	0,000	0,0004
Fluoranteno	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,00	0,001
Bifenilos Policlorados						
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,000014	0,000014	0,000014	0,0000	0,00003
PLAGUICIDAS						
Organofosforados						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,000	0,0001
Paratión	mg/L	0,000013	0,000013	0,000013	*	**
Organoclorados						
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'-DDD y 4,4'-DDE)	mg/L	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
Dieldrín	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000019	0,0000019
Endosulfán	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	0,000095	0,000095	0,000095	*	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,00	0,001
Carbamato						
Aldicarb	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,0001	0,00015
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	2 000	1	2 000

Fuente: Archivo recuperado, Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

1.2.6. Agrotóxicos

Concepto de agrotóxicos.

Según DOMÉNECH (2010) Se entiende por agrotóxico a aquella sustancia cuyas moléculas fueron:

Diseñadas para combatir y matar plagas, (que son seres vivos). Son moléculas que intervienen en alguna función vital de la plaga, función que, en muchos casos, también existe en el hombre o en otros seres vivos útiles al ecosistema; son tóxicos. Dentro del grupo de productos que se denominan Agrotóxicos se encuentran los insecticidas, fungicidas, herbicidas, nematocidas, acaricidas, bactericidas, rodenticidas entre otros. Los agrotóxicos son utilizados en gran parte de los agroecosistemas del mundo, siendo una herramienta de uso común en los sistemas de agricultura moderna, pero su uso genera impactos ambientales indeseables

Los principales agroquímicos que dañan el ambiente son los plaguicidas y por lo mismo los más estudiados. Las personas pueden quedar expuestas a los plaguicidas durante la fabricación, el embalaje, el transporte, la mezcla y la aplicación de estas sustancias, ya sea por derrames, por envenenamiento accidental o por trabajar en zonas recientemente fumigadas. La mayoría de los plaguicidas no se usan de manera directa sobre las plagas en cuestión, se les controla con mayor eficacia cuando se rocía la vegetación con una cubierta protectora, asegurándose así que los insectos quedarán expuestos al veneno (p.66).

Plaguicidas.

Para VÁSQUEZ (2010) Plaguicida “Es cualquier sustancia química orgánica o inorgánica, o sustancia natural o mezcla de ellas destinada a prevenir, destruir o controlar plagas, las especies no deseadas de plantas o animales que causan perjuicio o interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas y otros productos” (p.24).

Es común en el ámbito agrícola contrarrestar los problemas fitosanitarios con la aplicación de pesticidas, para proteger la inversión inicial en los cultivos y así lograr obtener mejores cosechas: A continuación, se presentan algunos aspectos relacionados con el uso de los plaguicidas que intervienen en los sistemas de producción agrícola nacional e internacional, Uno de las formas de clasificar los plaguicidas es de acuerdo a la familia química.

Fungicidas.

Los fungicidas según DOMÉNECH (2010) “Son sustancias tóxicas que se emplean para impedir el crecimiento o para matar los hongos y mohos perjudiciales para las plantas, los animales o el hombre” (p.45). Como todo producto químico, debe ser utilizado con precaución para evitar cualquier daño a la salud humana, de los animales y del medio ambiente. Se aplican mediante rociado, pulverizado, por revestimiento, o por fumigación de locales. Y para tratamientos de otros materiales como madera, papel, cuero...se aplican mediante impregnación o tinción. Otra forma de administrarse, es a modo de medicamentos (ingeridos o aplicados), en tratamiento de enfermedades humanas o animales.

Fertilizantes químicos.

Los fertilizantes son sustancias, generalmente mezclas químicas artificiales que se aplican al suelo o a las plantas para hacerlo más fértil. Estos aportan al suelo los nutrientes necesarios para proveer a la planta un desarrollo óptimo y por ende un alto rendimiento en la producción de las cosechas (VÁSQUEZ, 2010, P.30)

Impacto de los plaguicidas en la calidad del agua

Además, RAPAL (2010) afirma que “Con relación a la contaminación ambiental, el deterioro de la calidad del agua es uno de los mayores problemas asociados al uso de plaguicidas” (p.45). Éste puede ser debido a alguna de las siguientes causas: deriva de pulverizaciones, lixiviación y percolación hacia napas freáticas, lavado de equipos y elementos de aplicación en fuentes de agua, eliminación de desechos de plaguicidas y envases, rotura de envases y accidentes con vuelco de productos hacia fuentes de agua.

Contaminación del agua por plaguicidas.

Según DEL PUERTO (2014) los plaguicidas constituyen “Impurezas que pueden llegar al hombre directamente a través del agua potable y en forma indirecta a través de la cadena biológica de los alimentos” (p.55). Estas sustancias químicas pueden ser resistentes a la degradación, y, en consecuencia, persistir por largos períodos de tiempo en las aguas subterráneas y superficiales.

Los plaguicidas imparten al agua potable olores y sabores desagradables, aún a bajas concentraciones. Como generalmente el hombre rechaza el agua con sabor u olor extraños, bastan ínfimas cantidades para hacer que un agua sea impropia para el consumo desde el punto de vista organoléptico.

Los plaguicidas según Vásquez (2010) se incorporan a las aguas mediante diferentes mecanismos de contaminación, como son:

- Por aplicación directa a los cursos de agua, para el control de plantas acuáticas, insectos o peces indeseables.
- Por infiltración a los mantos de agua subterráneos o escurrimiento superficial a ríos, arroyos, lagos y embalses desde las zonas agrícolas vecinas.
- Por aplicación aérea sobre el terreno.
- Por descarga de aguas residuales de industrias productoras de plaguicidas.
- Por descargas provenientes del lavado de equipos empleados en la mezcla y aplicación de dichos productos, como puede ocurrir en los aeropuertos de fumigación aérea al regreso de los vuelos, en el proceso de descontaminación de los aviones y sus equipos de aplicación de plaguicidas.

En las aguas se encuentran seres vivos (ostiones, almejas, etc.), que se alimentan por "filtrado" del agua, de la que retienen las partículas orgánicas aprovechables. Si hay residuos de un plaguicida orgánico, como el DDT, esta capacidad de filtración hace que vayan acumulando el tóxico, llegando a concentraciones miles de veces mayores que las del agua; por lo que aparecerán residuos en estos seres vivos, aunque no sean detectables en el medio circundante. Cuando las ostras u otros organismos similares son presa de otros más voraces, se acumula en estos últimos más cantidad del plaguicida, y la escalada prosigue a través de seres inferiores, moluscos, peces, aves, etc., hasta alcanzar niveles peligrosos para ciertas especies.

Efectos de los plaguicidas sobre la salud.

DEL PUERTO (2014) afirma que "Los plaguicidas entran en contacto con el hombre a través de todas las vías de exposición posibles: respiratoria, digestiva y dérmica, pues estos pueden encontrarse en función de sus características, en el aire inhalado, en el agua y en los alimentos, entre otros medios ambientales" (p.42).

Los plaguicidas según Puerto (2014) "Tienen efectos agudos y crónicos en la salud; se entiende por agudos aquellas intoxicaciones vinculadas a una exposición de corto tiempo con efectos sistémicos o localizados, y por crónicos aquellas manifestaciones o patologías vinculadas a la exposición a bajas dosis por largo tiempo" (p.34).

Un plaguicida dado tendrá un efecto negativo sobre la salud humana cuando el grado de exposición supere los niveles considerados seguros. Puede darse una exposición directa a plaguicidas (en el caso de los trabajadores de la industria que fabrican plaguicidas y los operarios, en particular, agricultores, que los aplican), o una exposición indirecta (en el caso de consumidores, residentes y transeúntes), en particular durante o después de la aplicación de plaguicidas en agricultura, jardinería o terrenos deportivos, o por el mantenimiento de edificios públicos, la lucha contra las malas hierbas en los bordes de carreteras y vías férreas, y otras actividades.

La toxicidad de los plaguicidas según VÁSQUEZ (2010) se puede expresar en cuatro formas, a saber:

Toxicidad oral aguda: se refiere a la ingestión "de una sola vez" de un plaguicida, que causa efectos tóxicos en un ser vivo. Puede afectar tanto al manipulador como al resto de la población expuesta, aunque el riesgo de ingerir en una sola dosis la cantidad correspondiente a la DL 50 oral aguda sólo puede ocurrir por accidente, error, ignorancia o intento suicida.

Toxicidad dérmica: se refiere a los riesgos tóxicos debidos al contacto y absorción del plaguicida por la piel, aunque es menos evidente y sus dosis letales son siempre superiores a las orales, es por eso que presenta mayor riesgo para el manipulador que para el resto de la población.

Toxicidad por inhalación: se produce al respirar una atmósfera contaminada por el plaguicida, como ocurre con los fumigantes, o cuando un ser vivo está inmerso en una atmósfera cargada de un polvo insecticida o en pulverizaciones finas (nebulización, rociamiento o atomización).

Toxicidad crónica: se refiere a la utilización de dietas alimenticias preparadas con dosis variadas del producto tóxico, para investigar los niveles de riesgo del plaguicida, mediante su administración repetida a lo largo del tiempo. Las alteraciones más importantes a considerar son: problemas reproductivos, cáncer, trastornos del sistema neurológico, efectos sobre el sistema inmunológico, alteraciones del sistema endocrino y suicidio (p.34).

1.2.7. Nitratos y sus efectos nocivos

Los nitratos son iones formados por tres átomos de oxígeno, uno de nitrógeno y con una carga negativa (NO_3^-), no tienen color ni sabor y se encuentran en la naturaleza disueltos

en el agua. Su presencia natural en las aguas superficiales o subterráneas es consecuencia del ciclo natural del nitrógeno, sin embargo, en determinadas zonas ha habido una alteración de este ciclo en el sentido de que se ha producido un aumento en la concentración de nitratos, debido fundamentalmente a un excesivo uso de abonos nitrogenados y a su posterior arrastre por las aguas de lluvia o riegos.

Los efectos nocivos de los nitratos sobre la salud humana, aunque se conocen desde la mitad del siglo XX, no están totalmente claros. Así, en 1945 Comly relacionó la cianosis (falta de oxígeno en la sangre) de los niños, de 33 a 27 días de edad, con los nitratos del agua de un pozo, lo que dio pie a que se abriese una larga controversia sobre la toxicidad de los mismos en el organismo. De hecho, los nitratos como tales no son tóxicos, incluso a dosis considerables, ya que son eliminados por el riñón. El problema es que, en el organismo, especialmente en personas con problemas gástricos o en niños de menos de tres meses, el nitrato puede reducirse a nitrito, el cual se absorbe en los glóbulos rojos de la sangre, oxidando el hierro de la hemoglobina a metahemoglobina, disminuyendo la capacidad de los glóbulos rojos para transportar oxígeno. Asimismo, algún tipo de cáncer del tracto gastrointestinal ha sido atribuido a la acción de compuestos nitrosos, formados en el interior del organismo a partir de los nitritos, los que a su vez proceden de la reducción de los nitratos consumidos con el agua. Es por ello que para que un acuífero sirva de abastecimiento a una población es obligatorio que contenga menos de 50 mg/l de NO_3^- y si los contiene, éstos deben ser eliminados antes de que el agua llegue al consumidor.

1.2.8. Fósforo y sus efectos nocivos

El Fósforo puede ser encontrado en el ambiente más comúnmente como fosfato. Los fosfatos son sustancias importantes en el cuerpo de los humanos porque ellas son parte del material de ADN y tienen parte en la distribución de la energía. Los fosfatos pueden ser encontrados comúnmente en plantas. Los humanos han cambiado el suministro natural de fósforo radicalmente por la adición de estiércol ricos en fosfatos. El fosfato era también añadido a un número de alimentos, como quesos, salsas, jamón. Demasiado fosfato puede causar problemas de salud, como es daño a los riñones y osteoporosis. La disminución de fosfato también puede ocurrir. Estas son causadas por uso extensivo de medicinas.

Más nitrógeno y más fósforo significa menos oxígeno

Las aportaciones excesivas de nitrógeno y de fósforo favorecen un proceso que se conoce como ‘eutrofización’ del agua. Consiste en una fertilización que origina un crecimiento desmedido de algunas especies de algas en superficie que terminan por impedir el paso de la luz, de manera que las algas del fondo no pueden realizar la fotosíntesis y el agua acaba perdiendo casi todo el oxígeno. Además, esta contaminación de nitrógeno y fósforo afecta también a las plantas acuáticas que viven sumergidas o flotando en el agua.

1.3. Definición de términos básicos

Agua. – El agua es un recurso natural renovable, indispensable para la vida, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sustentan, y la seguridad de la Nación. (ANA, 2014, p.77)

Ambiente. – Es el conjunto de elementos físicos, químicos y biológicos, de origen natural o antropogénico, que rodean a los seres vivos y determinan sus condiciones de existencia. (ARMAS, 2010, P.44).

Calidad del agua. – El término calidad del agua es relativo y solo tiene importancia universal si está relacionado con el uso del recurso. Esto quiere decir que una fuente de agua suficientemente limpia que permita la vida. (Armas & Romero, 2011, p.55)

Contaminación agrotóxica. – se define como la acumulación de compuestos tóxicos persistentes, productos químicos, sales, materiales radiactivos o agentes patógenos, que tienen efectos adversos en los ecosistemas. (BARRENECHEA, 2004, P.33)

Contaminación ambiental. – Acción y estado que resulta de la introducción por el hombre de contaminantes al ambiente por encima de las cantidades y/o concentraciones máximas permitidas tomando en consideración el carácter acumulativo o sinérgico de los contaminantes en el ambiente. (Bustos, 2012, p.55)

Diversidad Biológica. – Las diferentes formas y variedades en que se manifiesta la vida en el planeta tierra, es decir desde organismos vivos hasta los ecosistemas; comprende la diversidad dentro de cada especie (diversidad genética), entre las especies (diversidad de especies) y de los ecosistemas (diversidad de ecosistemas). (ROMERO, 2009, P.44)

Ecosistema. – Es el complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional. (SIERRA, 2011, P.67).

Equilibrio Ecológico. – La relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos. (APHA-AWWA-WEF, 2005, p.49).

Ecotoxicología. – La ecotoxicología es una disciplina en rápido desarrollo de la ciencia ambiental, mejor definida como el estudio del destino y de los efectos de las sustancias tóxicas sobre un ecosistema. (RUIZ, 1998, P.77).

Estándar de Calidad Ambiental (ECA). – Estándar ambiental que regula el nivel de concentración o el 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. (GIL, ET AL., 2013, P. 50).

Impacto Ambiental. – Alteración, positiva o negativa, de uno o más de los componentes del ambiente, provocada por la acción de un proyecto. El “impacto” es la diferencia entre qué habría pasado con la acción y que habría pasado sin ésta. (PUERTO, 2014, P.55)

Monitoreo ambiental. – Comprende la recolección, el análisis, y la evaluación sistemática y comparable de muestras ambientales en un determinado espacio y tiempo; la misma que se realiza a efectos de medir la presencia y concentración de contaminantes en el ambiente. (VÁSQUEZ, 2010, P.30)

Plaguicida. – Es una palabra compuesta que comprende todos los productos químicos utilizados para destruir las plagas o controlarlas. (BUSTOS, 2012, P.55)

Toxico. – A la capacidad intrínseca de una sustancia de producir un daño le llamamos toxicidad. (BUSTOS, 2012, P.55).

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Materiales

- Frasco ámbar de 1000 ml.
- Botella de polietileno de 100ml.
- Jarra de 500 ml.
- Hice pack
- Hielo industrial
- -Cooler
- Gps
- Pizarra
- Plumón
- Guantes
- Mandil
- Termómetro

2.2 Métodos

2.2.1 Descripción del área de estudio

Población: Los recursos hídricos procedentes de fuentes superficiales y subterráneas que existe en la subcuenca del río Tonchima, en el sector de Shica, distrito de Soritor, Provincia de Moyobamba, Región de San Martín.

Muestra: Para seleccionar las muestras se tomó en cuenta el área de influencia de las parcelas de arroz, la cual comprende un radio de 1 kilómetro a la redonda del área de contacto entre las parcelas y el río. En base a ello se identificó 3 puntos de muestreo:

- Antes del área de influencia (aguas arriba)
- En el área de influencia
- Pasada el área de influencia (aguas abajo)

Además se identificaron 3 etapas críticas durante el proceso de sembrío del arroz:

- A 10 días de haberse trasplantado el arroz

- A 3 meses de haberse trasplantado el arroz
- A 5 meses de haberse trasplantado el arroz

Estos procesos son claves pues en ellos se agregan los pesticidas y funguicidas a las plantaciones de arroz. Teniendo en cuenta ello, las muestras se tomaron en los puntos indicados, luego de cada uno de los procesos descritos durante los 3 días siguientes a cada proceso.

2.2.2 Metodología para medición de parámetros

La metodología del muestreo se realizó teniendo como base el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (R.J. N° 010-2016-ANA), así como los procedimientos internos del laboratorio Servicios Analíticos Generales S.A.C. A continuación, se describe el procedimiento de toma de muestra (el procedimiento de toma de muestra es el mismo para las 3 estaciones de muestreo):

- Se realizó la toma de muestra en las respectivas parcelas en una zona no turbulenta y asegurando que no se tome la muestra en la orilla por posible estancamiento de aguas residuales.
- En el caso de la toma de muestra para el análisis de organofosforados y organoclorados, para este proceso, se tomó el frasco de vidrio ámbar de boca ancha (de 1 litro) sin destaparlo, en seguida se sumergió bajo la superficie del agua 10 cm, evitando remover sedimentos, se creando una corriente por arrastre de la botella en el interior del agua y se procedió a abrir el frasco y tomar la muestra, seguidamente se tapó el frasco antes de sacarlo del agua. Se conservó la muestra con hielo a $\leq 6^{\circ}\text{C}$ en un cooler para ser enviado al laboratorio.
- En el caso de la toma de muestra para el análisis de fertilizantes (N, P), se tomó la muestra con una jarra para posteriormente llenarla en una botella de polietileno hasta las tres cuartas partes de la de botella. En seguida se adicionó H_2SO_4 a $\text{pH}<2$. Se conservó con hielo a $\leq 6^{\circ}\text{C}$ para ser enviados al laboratorio.
- En seguida se hizo el llenado de la cadena de custodia ver anexo 03.

Tabla 2*Colección y preservación de muestras de agua superficial*

Agrotóxicos y fertilizantes	Parámetros	Recipiente	Volumen Mínimo	Preservación	Tiempo de conservación
Carbamatos	Carbofurano	Envase boca ancha ámbar	1000ml	Conservar \leq 6°C	14 días
Compuestos organofosforados	Malatión Paration	Envase boca ancha ámbar	1000ml	Conservar \leq 6°C	14 días
Compuestos organoclorados	Lindano Aldin	Envase boca ancha ámbar	1000ml	Conservar \leq 6°C	14 días
Fertilizantes	Nitratos	Envase de polietileno	1000ml	Se adicionó H ₂ SO ₄ a pH<2. Se conservó a \leq 6°C	48 horas
	Fósforo	Envase de polietileno	1000ml	Conservar \leq 6°C	48 horas

Fuente: Elaboración propia del autor, 2019.

Nota: En la tabla mostrada se detalla el tipo de recipiente, preservación y volúmenes mínimos de muestra que se utilizaron para el análisis de los parámetros de evaluación.

2.2.3 Metodología de análisis

En la siguiente tabla se detallan los métodos analíticos utilizados por el laboratorio Servicios Analíticos Generales S.A.C para los ensayos respectivos.

Tabla 3

La tabla detalla los métodos analíticos utilizados por el laboratorio para los ensayos respectivos.

Ensayo	Método	Límite de cuantificación	Unidades
Carbofurano	EPA Method 8270E, Rev 06. Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS). 2018	0.00005	mg/L
Malatión	EPA Method 8270E, Rev 06. Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS). 2018	0.00005	mg/L
Paration	EPA Method 8270E, Rev 06. Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS). 2018	0.00003	mg/L
Lindano	EPA Method 8270E, Rev 06. Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS). 2018	0.00006	mg/L
Aldrin	EPA Method 8270E, Rev 06. Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS). 2018	0.000007	mg/L
Nitratos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO ₃ -E, Cadmium Reduction Method.	0,113	mg /L
Fósforo	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part SM 4500 –P E. Phosphorus. Ascorbic acid method	0.013	mg /L

Fuente: Servicios Analíticos Generales S.A.C.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

En el caso de los nitratos se realizó una conversión, pues el método que se utilizó nos arrojó valores en N-NO₃ mg/L y para el análisis se necesitó valores en NO₃ mg/L, por ello en las siguientes tablas se muestra los valores obtenidos en laboratorio y su conversión:

Tabla 4

Valores de nitratos obtenidos en laboratorio, a 10 días de haberse trasplantado el arroz.

Punto De Muestreo	Replica	Día	Valor En N-No3 Mg/L	Valor En No3 Mg/L
A. Arriba	1	6/06/2019	0,914	4,05
A. Arriba	2	8/06/2019	0,921	4,08
A. Arriba	3	12/06/2019	0,928	4,11
Punto Medio	1	6/06/2019	4,020	17,81
Punto Medio	2	8/06/2019	5,219	23,12
Punto Medio	3	12/06/2019	4,517	20,01
A. Abajo	1	6/06/2019	3,476	15,4
A. Abajo	2	8/06/2019	4,589	20,33
A. Abajo	3	12/06/2019	5,194	23,01

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 5

Valores de nitratos obtenidos en laboratorio, a 3 meses de haberse trasplantado el arroz.

Punto De Muestreo	Replica	Día	Valor En N-No3 Mg/L	Valor En No3 Mg/L
A. Arriba	1	9/09/2019	1,605	7,11
A. Arriba	2	11/09/2019	1,621	7,18
A. Arriba	3	15/09/2019	1,655	7,33
Punto Medio	1	9/09/2019	4,318	19,13
Punto Medio	2	11/09/2019	5,217	23,11
Punto Medio	3	15/09/2019	4,542	20,12
A. Abajo	1	9/09/2019	3,476	15,4
A. Abajo	2	11/09/2019	4,540	20,11
A. Abajo	3	15/09/2019	4,533	20,08

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 6

Valores de nitratos obtenidos en laboratorio, a 5 meses de haberse trasplantado el arroz.

Punto De Muestreo	Replica	Día	Valor En N-No3 Mg/L	Valor En No3 Mg/L
A. Arriba	1	8/11/2019	0,702	3,11
A. Arriba	2	10/11/2019	0,860	3,81
A. Arriba	3	14/11/2019	0,790	3,5
Punto Medio	1	8/11/2019	4,090	18,12
Punto Medio	2	10/11/2019	4,540	20,11
Punto Medio	3	14/11/2019	4,081	18,08
A. Abajo	1	8/11/2019	2,982	13,21
A. Abajo	2	10/11/2019	3,178	14,08
A. Abajo	3	14/11/2019	2,734	12,11

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Nota: Teniendo ya la conversión pudimos agrupar los valores de fósforo y nitratos, en las unidades requeridas, según las etapas del proceso.

Tabla 7

Mediciones de fósforo total y nitrato (mg/l) a 10 días de haberse trasplantado el arroz.

Compuesto	Replica	Día	A. Arriba	Punto Medio	A. Abajo
Fósforo Total (Mg/L)	1	6/06/2019	0,04	0,16	0,12
	2	8/06/2019	0,04	0,14	0,12
	3	12/06/2019	0,05	0,14	0,13
Promedio (Mg/L)			0,04	0,15	0,12
Valor Del Eca (Mg/L)			0,05	0,05	0,05
Compuesto	Replica	Día	A. Arriba	Punto Medio	A. Abajo
Nitratos (Mg/L)	1	6/06/2019	4,05	17,81	15,4
	2	8/06/2019	4,08	23,12	20,33
	3	12/06/2019	4,11	20,01	23,01
Promedio (Mg/L)			4,08	20,31	19,58
Valor del Eca (Mg/L)			13	13	13

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 8

Mediciones de fósforo total y nitrato (mg/l) a 3 meses de haberse trasplantado el arroz.

Compuesto	Replica	Día	A. Arriba	Punto Medio	A. Abajo
Fósforo (Mg/L)	1	9/09/2019	0,03	0,15	0,13
	2	11/09/2019	0,03	0,18	0,12
	3	15/09/2019	0,04	0,16	0,15
Promedio (Mg/L)			0,03	0,16	0,13
Valor del Eca (Mg/L)			0,05	0,05	0,05

Compuesto	Replica	Día	A. Arriba	Punto Medio	A. Abajo
Nitratos (Mg/L)	1	9/09/2019	7,11	19,13	15,4
	2	11/09/2019	7,18	23,11	20,11
	3	15/09/2019	7,33	20,12	20,08
Promedio (Mg/L)			7,20	20,79	18,53
Valor del Eca (Mg/L)			13	13	13

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 9

Mediciones de fósforo total y nitrato (mg/l) a 5 meses de haberse trasplantado el arroz.

Compuesto	Replica	Día	A. Arriba	Punto Medio	A. Abajo
Fósforo (Mg/L)	1	8/11/2019	0,02	0,18	0,09
	2	10/11/2019	0,02	0,18	0,08
	3	14/11/2019	0,02	0,15	0,08
Promedio (Mg/L)			0,02	0,17	0,08
Valor del Eca (Mg/L)			0,05	0,05	0,05

Compuesto	Replica	Día	A. Arriba	Punto Medio	A. Abajo
Nitratos (Mg/L)	1	8/11/2019	3,11	18,12	13,21
	2	10/11/2019	3,81	20,11	14,08
	3	14/11/2019	3,5	18,08	12,11
PROMEDIO (mg/L)			3,0	18,77	13,13
Valor del Eca (Mg/L)			13	13	13

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 10

Resultados de las mediciones de los carbamatos, compuestos organofosforados y organoclorados en la etapa 1 del proceso.

Compuesto	Replica	Dia	A. arriba	Punto Medio	A. abajo
Carbofurano (mg/L)	1	6/06/2019	0,00	0,00	0,00
	2	8/06/2019	0,00	0,00	0,00
	3	12/06/2019	0,00	0,00	0,00
Malatión (mg/L)	1	6/06/2019	0,00	0,00	0,00
	2	8/06/2019	0,00	0,00	0,00
	3	12/06/2019	0,00	0,00	0,00
Paratión (mg/L)	1	6/06/2019	0,00	0,00	0,00
	2	8/06/2019	0,00	0,00	0,00
	3	12/06/2019	0,00	0,00	0,00
Lindano (mg/L)	1	6/06/2019	0,00	0,00	0,00
	2	8/06/2019	0,00	0,00	0,00
	3	12/06/2019	0,00	0,00	0,00
Aldrín (mg/L)	1	6/06/2019	0,00	0,00	0,00
	2	8/06/2019	0,00	0,00	0,00
	3	12/06/2019	0,00	0,00	0,00

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 11

Resultados de las mediciones de los carbamatos, compuestos organofosforados y organoclorados en la etapa 2 del proceso.

Compuesto	Replica	Dia	A. arriba	Punto Medio	A. abajo
Carbofurano (mg/L)	1	9/09/2019	0,00	0,00	0,00
	2	11/09/2019	0,00	0,00	0,00
	3	15/09/2019	0,00	0,00	0,00
Malatión (mg/L)	1	9/09/2019	0,00	0,00	0,00
	2	11/09/2019	0,00	0,00	0,00
	3	15/09/2019	0,00	0,00	0,00
Paratión (mg/L)	1	9/09/2019	0,00	0,00	0,00
	2	11/09/2019	0,00	0,00	0,00
	3	15/09/2019	0,00	0,00	0,00
Lindano (mg/L)	1	9/09/2019	0,00	0,00	0,00
	2	11/09/2019	0,00	0,00	0,00
	3	15/09/2019	0,00	0,00	0,00
Aldrín (mg/L)	1	9/09/2019	0,00	0,00	0,00
	2	11/09/2019	0,00	0,00	0,00
	3	15/09/2019	0,00	0,00	0,00
Carbofurano (mg/L)	3	15/09/2019	0,00	0,00	0,00

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 12

Resultados de las mediciones de los carbamatos, compuestos organofosforados y organoclorados en la etapa 3 del proceso.

Compuesto	Replica	Dia	A. arriba	Punto Medio	A. abajo
Carbofurano (mg/L)	1	8/11/2019	0,00	0,00	0,00
	2	10/11/2019	0,00	0,00	0,00
	3	14/11/2019	0,00	0,00	0,00
Malatión (mg/L)	1	8/11/2019	0,00	0,00	0,00
	2	10/11/2019	0,00	0,00	0,00
	3	14/11/2019	0,00	0,00	0,00
Paratión (mg/L)	1	8/11/2019	0,00	0,00	0,00
	2	10/11/2019	0,00	0,00	0,00
	3	14/11/2019	0,00	0,00	0,00
Lindano (mg/L)	1	8/11/2019	0,00	0,00	0,00
	2	10/11/2019	0,00	0,00	0,00
	3	14/11/2019	0,00	0,00	0,00
Aldrín (mg/L)	1	8/11/2019	0,00	0,00	0,00
	2	10/11/2019	0,00	0,00	0,00
	3	14/11/2019	0,00	0,00	0,00

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **A. ARRIBA:** aguas antes del área de influencia de las parcelas.
- **PUNTO MEDIO:** aguas en el área de influencia de las parcelas.
- **A. ABAJO:** aguas pasado el área de influencia de las parcelas

Fuente: El autor

Presencia de fósforo en el agua:

Durante la investigación se encontró la presencia de fósforo en todas las muestras, ya que las mismas arrojaron valores por encima al límite de detección del método usado (0,013 mg/L), así mismo los valores más bajos se dieron, como se esperaba, en la muestras tomadas antes del área de influencia de las parcelas, teniendo una media de 0,032 mg/L y el valor más alto se dio en el punto que corresponde directamente al área de influencia de las parcelas teniendo como media 0,16 mg/L, por último la concentración promedio del tercer punto, pasando el área de influencia fue de 0,11 mg/L. Esto último se ve reflejado en la siguiente grafica que señala el porcentaje de contribución a la concentración de fósforo por cada punto de muestreo, teniendo en cuenta su media:

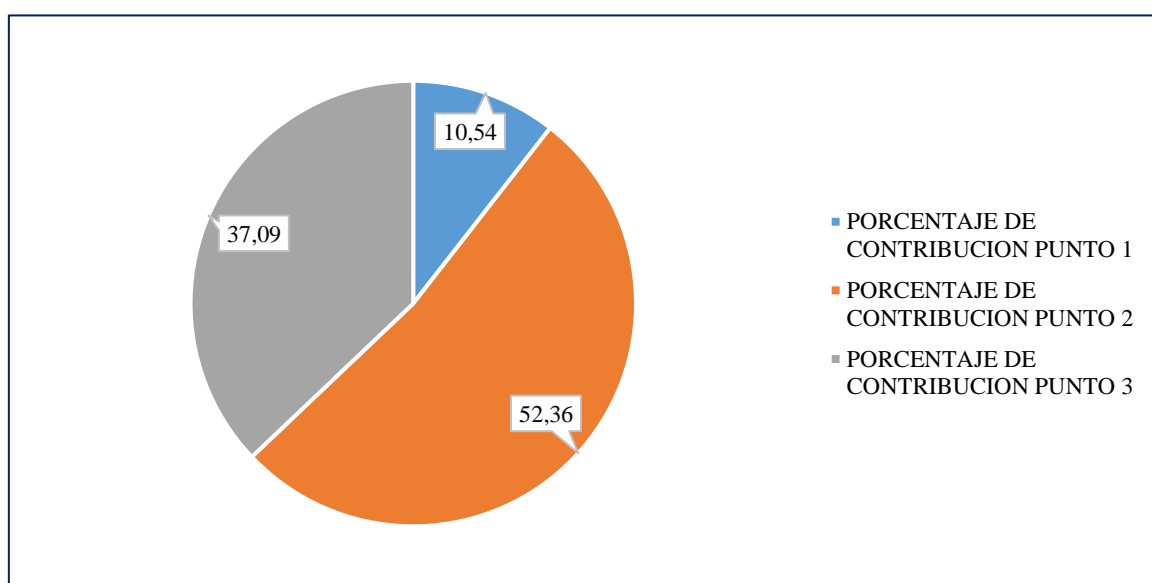


Figura 1. Contribución, según el punto de muestreo, en la concentración de fósforo (%). (Fuente: Elaboración propia del autor, 2019).

Se observó que más de la mitad de la concentración total de fósforo se encontró en el punto 2 del monitoreo (el área de influencia directa de las parcelas). Esta grafica también indica que las aguas arrastraron cantidades significativas de fósforo, ya que el 10,54% de la concentración se dio antes de que el agua tenga contacto con el área de influencia de nuestras parcelas. Por último, se observó que las aguas del río diluyeron parte de la concentración de fosforo, puesto que pasando el área de influencia esta bajó significativamente de 52,36% a 37,09% o según su media de 0,16 mg/L de fósforo que tiene en promedio en el punto 2, a un 0.11 mg/L de fósforo en el punto 3, bajando así casi en un 31% la concentración entre estas etapas.

En la determinación de la cantidad de fósforo promedio que ingresó a las aguas del río, se tomó los valores obtenidos en el punto 2 de monitoreo (área de influencia de las parcelas) y se le resta el valor de fósforo obtenido en las aguas del punto 1 (antes de la zona de influencia), teniendo que en promedio la concentración de fósforo que ingresó al río, fue de 0,13 mg/L. En la siguiente gráfica veremos, la concentración de fósforo promedio que ingresó, por etapa, a las aguas del río:

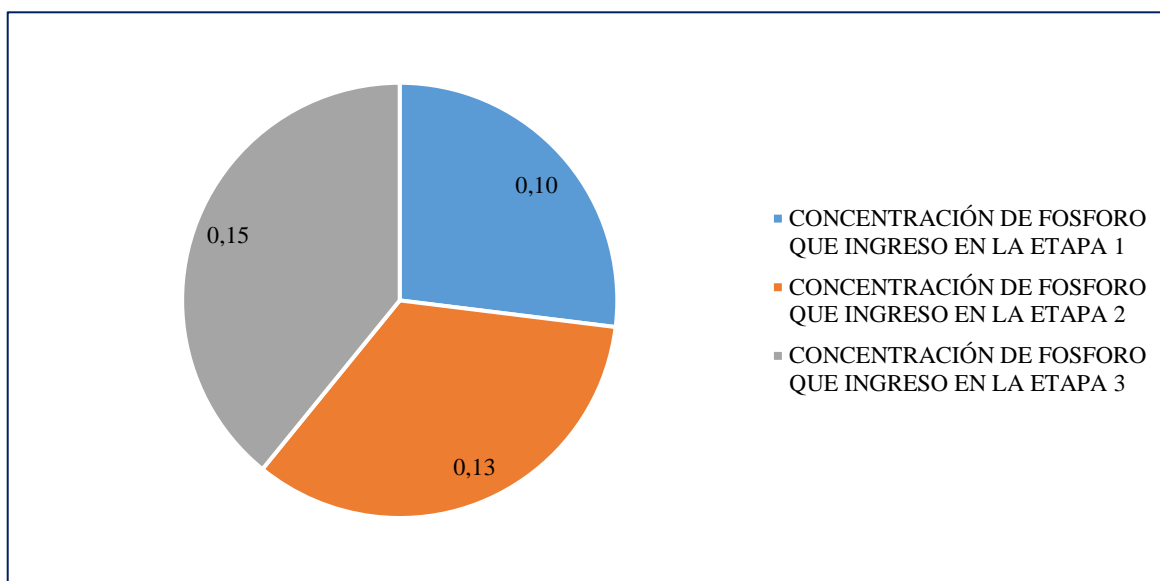


Figura 2. Concentración promedio de fósforo que ingreso al río en cada etapa del proceso. (Fuente: Elaboración propia del autor, 2019).

Esta gráfica indicó que la etapa 3 del proceso (a 5 meses de haberse trasplantado el arroz) es la que mayor concentración de fósforo aportó, 0,15 mg/L, sin embargo, la etapa 2 (a 3 meses de haberse trasplantado el arroz) estuvo muy cerca a esta concentración, aportando 0,13 mg/L en promedio. Se notó a la vez que la concentración que ingresó al río siempre fue creciente entre procesos, indicando que fue acumulativa o que arrastró trazas de los procesos anteriores.

Para determinar si las concentraciones de fósforo fueron significativas en las aguas del río Tonchima, se consideró el valor establecido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM / Estándares de calidad ambiental (Eca) CATEGORÍA 4. CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE ACUÁTICO, el cual nos indica que el límite máximo permitido de fósforo total en las aguas de ríos de la costa y selva es de 0.05 mg/L. En base a ello, se obtuvo que solo en la etapa 3 (a 5 meses de haberse trasplantado el arroz), que coincide con el inicio de la época húmeda del río, tuvo concentraciones bajas, dándose estas

solo antes del área de influencia de las parcelas, ya que incluso este mismo punto presentó concentraciones medias y altas en los procesos anteriores. Mientras que en los otros 2 puntos de toma de muestra (en el área de influencia y pasando la misma) las concentraciones de fósforo siempre fueron altas. Con respecto a las réplicas entre días de monitoreo no se encontró una diferencia significativa entre ellas.

Discusión sobre el método utilizado y resultados de las concentraciones de fósforo obtenidas.

En base a los datos obtenidos, sobre las concentraciones de fósforo total que ingresaron a las aguas del río, podemos decir que siempre fueron a ir en crecimiento entre etapas, puesto que los valores más bajos se encontraron al inicio de nuestro proceso y los valores más altos al final del mismo, esto indicó que parte del fósforo se quedó en el suelo al final de cada proceso y posteriormente este fue arrastrado en la siguiente etapa, sumándose así a la concentración de esta y elevando su valor con respecto a la etapa anterior, sin embargo no se puede descartar que durante la fumigación de los procesos se haya cambiado de marca de pesticida o plaguicida que terminaron aportando mayores concentraciones de fósforo.

En cuanto a la influencia en la toma y conservación de muestra, no se presentó ningún inconveniente, ya que se siguió el procedimiento establecido en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (R.J. N° 010-2016-ANA) como indica el método usado para el análisis de fosforo (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part SM 4500 –P E. Phosphorus. Ascorbic acid method), cabe resaltar que el método sugiere no usar envases de plástico si las concentraciones son muy bajas, puesto que los fosfatos (analito que suma a la concentración de fósforo total) se pueden absorber en las paredes de estos recipientes, sin embargo, en esta investigación al tratarse de aguas que han tenido contacto con agrotóxicos se esperaban concentraciones altas de fósforo.

Otro factor que pudo influir al momento de la toma de muestra fue el pH con el que se preservó la misma, que debe tener un valor aproximado de 2, para posteriormente ser congelada hasta el momento que se realizó el análisis, siguiendo estos pasos, nuestra muestra puso ser almacenada hasta por 28 días.

Con respecto a posibles contaminaciones durante el análisis de laboratorio, el procedimiento indica que los materiales a usarse para el análisis no deben ser lavados con detergentes, pues estos dejan trazas de fósforo adheridos a las paredes de los mismos, además es importante mantener remojados nuestros materiales en HCL 10N y ser enjuagados con agua ultra pura antes de realizar el análisis. Posteriormente la muestra pasó por un proceso de digestión, puesto que gran cantidad de fósforo se encuentre en combinación con materia orgánica, la cual debe ser disuelta para poder ser cuantificada. En este proceso de digestión la probabilidad de contaminación fue mayor, por ello el laboratorio cuenta con procedimiento de aseguramiento de la calidad, en la cual mediante el uso de blancos y muestras patrón, aseguran la veracidad y exactitud de los resultados, teniendo en cuenta que el laboratorio elegido para los análisis cumplió con estos procedimientos, podemos asegurar que los datos obtenidos tienen un alto índice de credibilidad.

Por último, basándonos en los datos obtenidos se observó que los valores obtenidos, sin contar los del punto 1, estuvieron por encima del valor establecido en los ECA's, como indican las siguientes graficas:

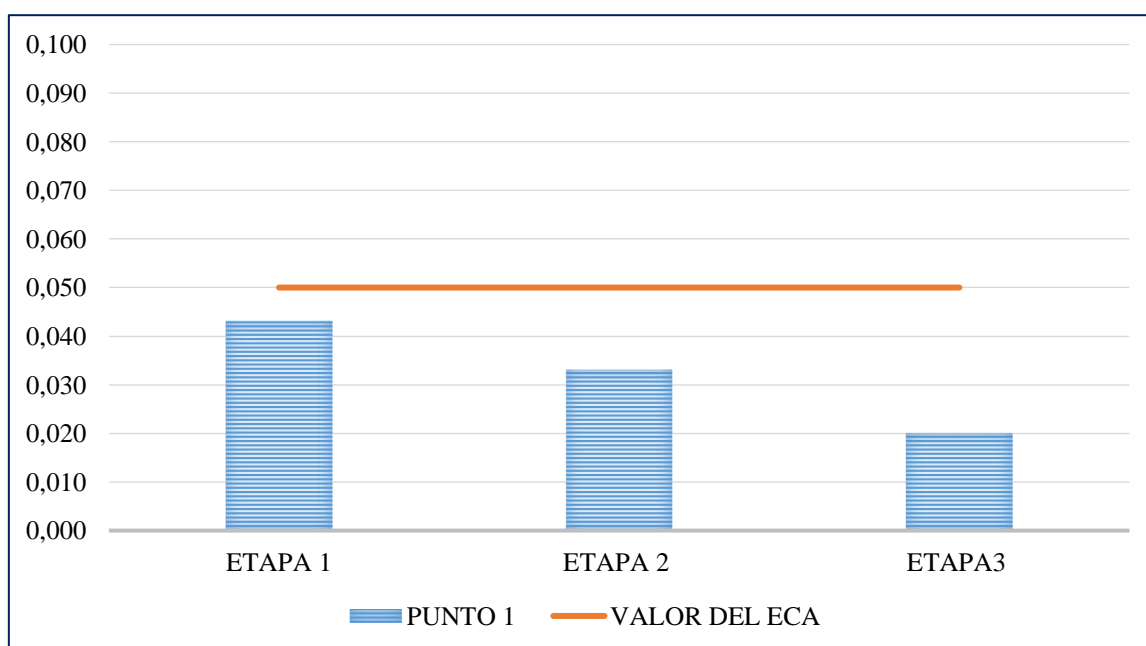


Figura 3. Comparación de las concentraciones de fósforo obtenidas, con respecto al valor de los ECA's, para el punto 1 de muestreo. (Fuente: Elaboración propia del autor, 2019).

Nota: Concentración De Fósforo En El Punto 1 De Cada Etapa, En Relación Al Valor De Los ECA's.

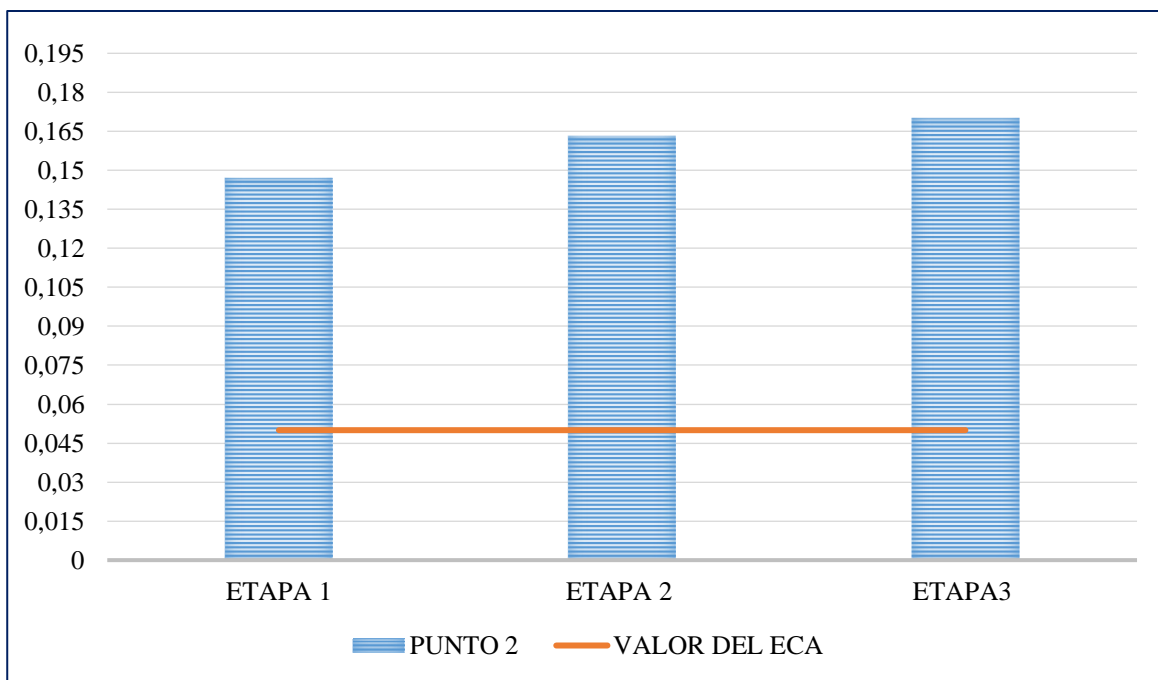


Figura 4. Comparación de las concentraciones de fósforo obtenidas, con respecto al valor de los ECA´s, para el punto 2 de muestreo. (Fuente: Elaboración propia del autor, 2019).

Nota: Concentración De Fósforo En El Punto 2 De Cada Etapa, En Relación Al Valor De Los ECA´s.

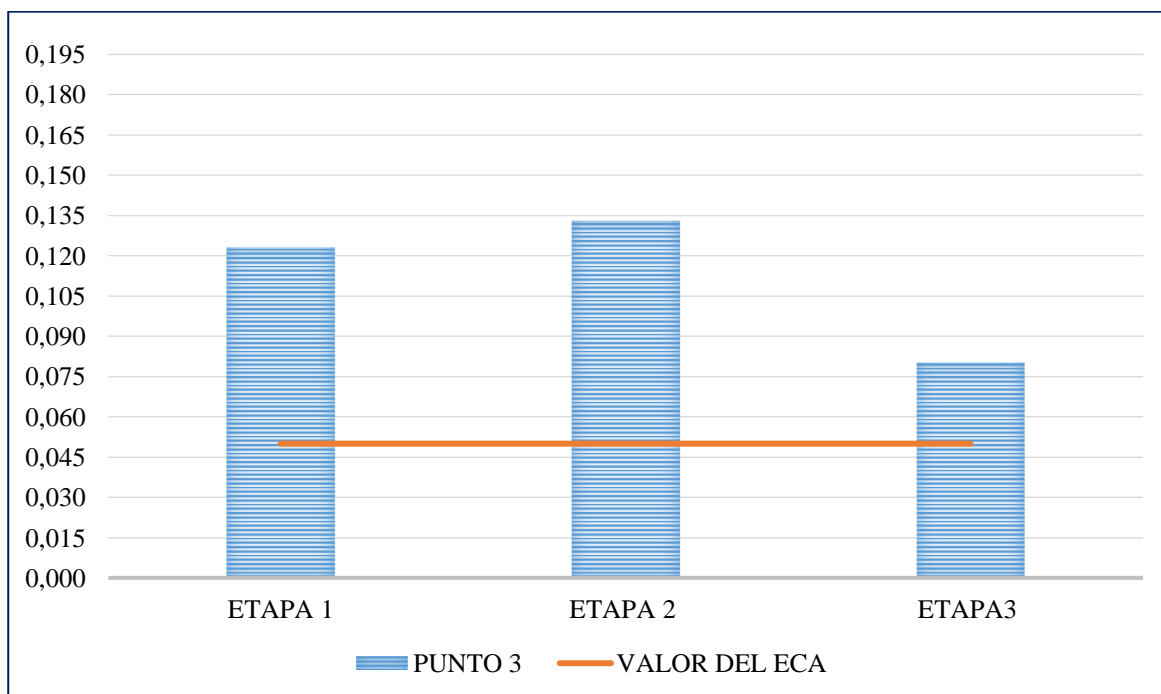


Figura 5. Comparación de las concentraciones de fósforo obtenidas, con respecto al valor de los ECA´s, para el punto 3 de muestreo. (Fuente: Elaboración propia del autor, 2019).

Nota: concentración de fósforo en el punto 3 de cada etapa, en relación al valor de los ECA´s.

Las gráficas demostraron con mayor claridad que el punto 1 (antes del área de influencia) fue el único punto que tuvo un valor por debajo de los límites establecidos por los ECAS's en la categoría 4, que nos habla sobre la conservación del ambiente acuático, especificando en los ríos (0,05 mg /L). Los otros dos puntos tuvieron valores muy por encima a este límite, además de ello las concentraciones más altas estuvieron directamente en el área de influencia, mientras que pasando esta área también hay una cantidad considerable de fósforo, pero tuvo una tendencia, en todos los casos, a ser menor al punto anterior.

Presencia de nitrato en el agua

Durante la investigación, al igual que con la concentración de fósforo, se encontró la presencia de nitratos en todas las muestras, arrojando valores por encima al límite de cuantificación del método usado (0,010 mg /L), así mismo los valores más bajos se dieron, nuevamente, en la muestras tomadas antes del área de influencia de las parcelas, teniendo una media de 4,92 mg /L y el valor más alto se dio en el punto que corresponde directamente al área de influencia de las parcelas teniendo como media 19,96 mg/L. Por último, la concentración promedio del tercer punto, pasando el área de influencia es de 17,08 mg/L. Esto se vio reflejado en la siguiente gráfica, que señala el porcentaje de contribución a la concentración de nitratos por cada punto de muestreo, teniendo en cuenta su media:

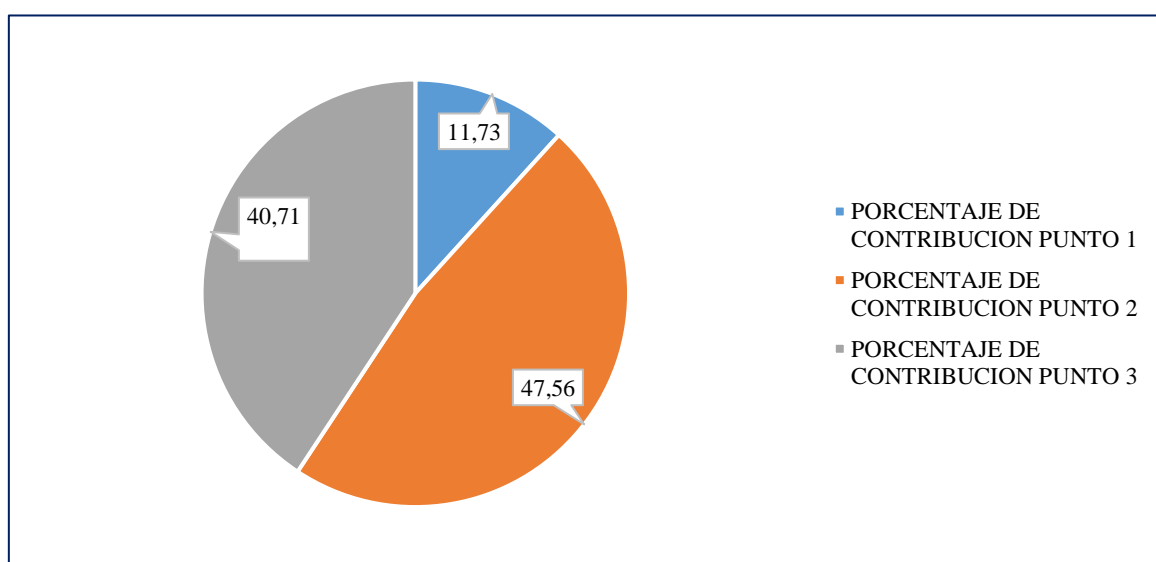


Figura 6. Aporte a la concentración de nitratos, en porcentaje, que tuvo cada punto de muestreo. (Fuente: Elaboración propia del autor, 2019).

Nota: Contribución, según el punto de muestreo, en la concentración de nitratos (%)

La mayor contribución a la concentración de nitratos se dio en el punto 2 de monitoreo (área directa de influencia), aportando un 47,56% de nitratos, sin embargo, esta contribución no fue tan distante, como en el caso de fósforo, a los otros dos puntos. Nuevamente se determinó que las aguas del río ya arrastraban trazas de nitratos antes de tener contacto con nuestra área de influencia, ya que aportaron un 11,72% de la concentración total de nitratos, en promedio. Para terminar con el análisis de esta gráfica, se notó que, a diferencia del caso del fósforo, las concentraciones no bajaron tanto entre los puntos 2 (47,56%) y 3 (40,71%), pasando de tener 19,96 mg/L en el área de influencia a tener 17,08 mg/L pasando esta área, reduciendo solo en 14%, en promedio, la concentración de nitratos entre estas etapas.

Al igual que en la determinación promedio de fósforo que entró a las aguas del río, para los nitratos se tomó los valores obtenidos en el punto 2 de monitoreo (área de influencia de las parcelas) y se le restó el valor de nitrato obtenido en las aguas del punto 1 del monitoreo (antes de la zona de influencia), teniendo que en promedio la concentración de nitratos que ingreso al río, fue de 15,04 mg/L. Nuevamente en la siguiente grafica se observó, la concentración promedio de nitratos que ingresó, por etapa, a las aguas del río:

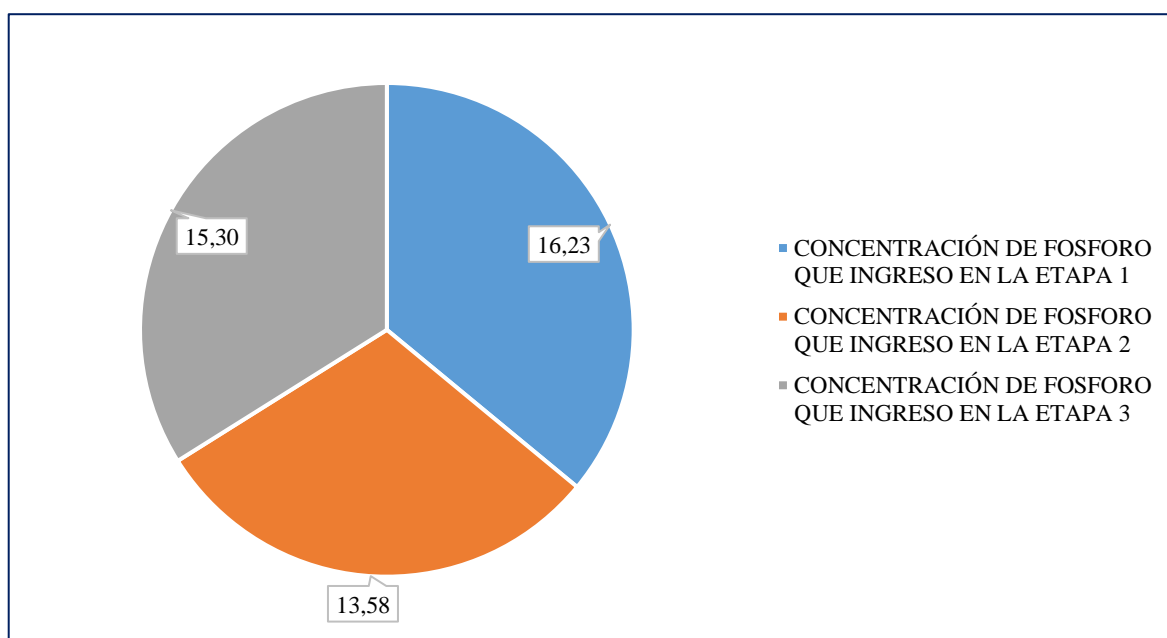


Figura 7. Concentración promedio de nitratos que ingreso al río en cada etapa del proceso. (Fuente: Elaboración propia del autor, 2019).

Nota: aporte de nitratos, en promedio, de cada etapa del proceso de siembra de arroz.

A diferencia del caso anterior, la mayor concentración de nitratos que ingresó al río fue en la etapa 1 del proceso (a 10 días de haberse trasplantado el arroz) con un valor de 16,23 mg/L, y el valor más bajo lo presentó la segunda etapa (a 3 meses de haberse trasplantado el arroz) con 13,58 mg/L, para nuevamente aumentar en la etapa final del proceso (a 5 meses de haberse trasplantado el arroz) terminado con una concentración promedio de 15,30 mg/L. Ante ello no se pudo afirmar que las concentraciones no fueron crecientes entre etapas, esto se puede deber a que el suelo tiende a retener de mejor manera a los nitratos. La gráfica también indicó que en promedio ingresaron 15,04 mg/L de nitratos durante cada proceso.

Para determinar si las concentraciones de nitratos son significativas en las aguas del río Tonchima, se consideró el valor establecido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM / Estándares de calidad ambiental (Eca) CATEGORÍA 4. CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE ACUÁTICO, el cual nos indica que el límite máximo permitido de nitratos en las aguas de ríos de la costa y selva es de 13,00mg/L. Teniendo en cuenta este criterio, solo se observaron niveles de concentración bajos en el punto 1 (antes del área de influencia) en los procesos 1 y 3, mientras que este mismo punto presentó un nivel medio durante el proceso 2. En los otros dos puntos (en el área de influencia y pasando esta área) las concentraciones siempre fueron altas. Para culminar la diferencia entre las réplicas tomadas en los 3 días de monitoreo, en el caso del nitrato, la mayoría de casos la concentración más baja se obtuvo el primer día de toma de muestra, mientras que en los dos días siguientes se obtuvieron valores más altos, pero similares.

Discusión sobre el método utilizado y resultados de las concentraciones de nitratos obtenidas.

Para el caso de los nitratos se observó que la concentración más alta se dio al inicio de los procesos, a 10 días de haberse trasplantado el arroz, lo cual fue un indicio que el suelo agrícola estuvo reteniendo concentraciones de nitratos de producciones arroceras anteriores o que los plaguicidas y funguicidas usados en esta etapa tienen una mayor cantidad de nitratos en su composición,

La toma de muestra y preservación se siguió el protocolo detallado en el análisis del fósforo, sin embargo en caso de los nitratos se debe tener en cuenta que las muestras tienen un tiempo de perecibilidad mucho menor al del fósforo, ya que el método utilizado para el

análisis (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO₃-E, Cadmium Reduction Method) indica que la muestra debe ser analizada dentro de las 48 horas luego de tomar y preservar la muestra, en el caso de nuestra investigación se cumplió con el tiempo indicado.

Para la elección del método de análisis de nitratos, se optó por el método de reducción por cadmio, ya que este método elimina la materia orgánica, principal interferente en cuantificación de nitratos en aguas con alta carga orgánica. El laboratorio, al igual que con el fósforo, tiene un sistema de aseguramiento de la calidad, que mediante los blancos, duplicados y muestras patrón, aseguraron que los valores de nitratos obtenidos sean lo más confiables posibles. Los datos que se obtuvieron mediante este método son expresados en miligramos de **nitrógeno** por litro (mg NO₃-N/L), pero para nuestro estudio se necesitó que nuestras concentraciones estén dadas en miligramos de **nitratos** por litro (mg NO₃/L), ya que esta unidad es la que indican los ECA's. para ello solo tuvimos que multiplicar nuestro valor obtenido en el laboratorio por un factor de 4,43 y con los valores obtenidos se realizó el análisis.

En las siguientes graficas se observó el aporte por etapas y puntos de muestreo de nitratos durante el estudio:

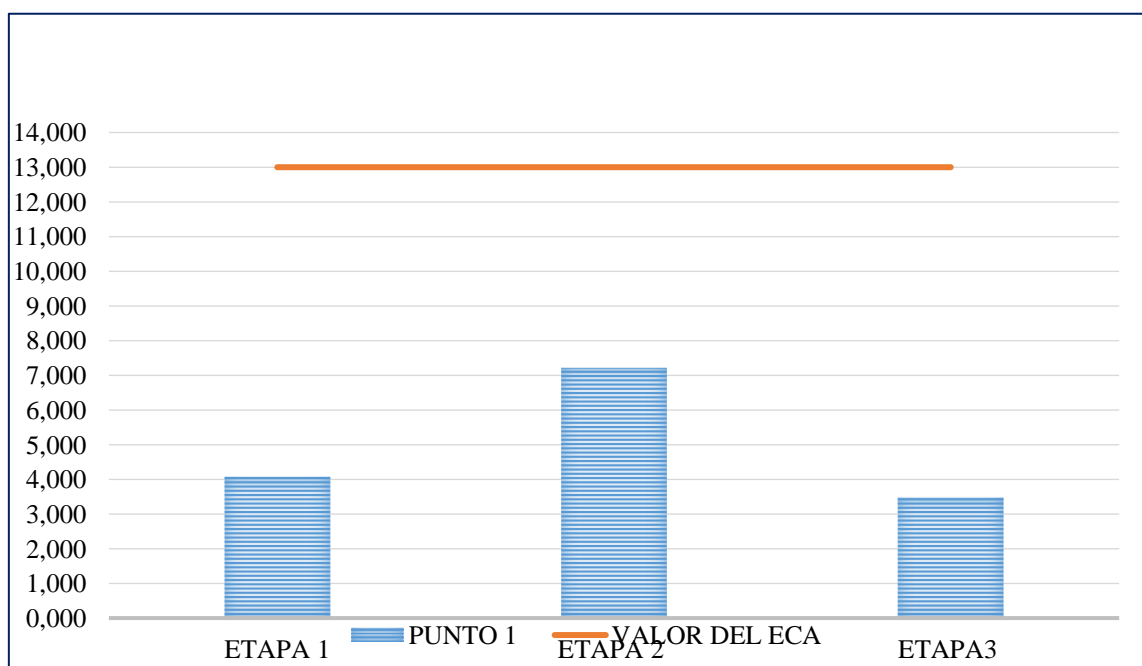


Figura 8. Concentraciones de nitratos obtenidas, con respecto al valor de los ECA's, para el punto 1 de muestreo. (Fuente: Elaboración propia del autor, 2019).

Nota: concentración de nitratos en el punto 1 de cada etapa, en relación al valor de los ECA's

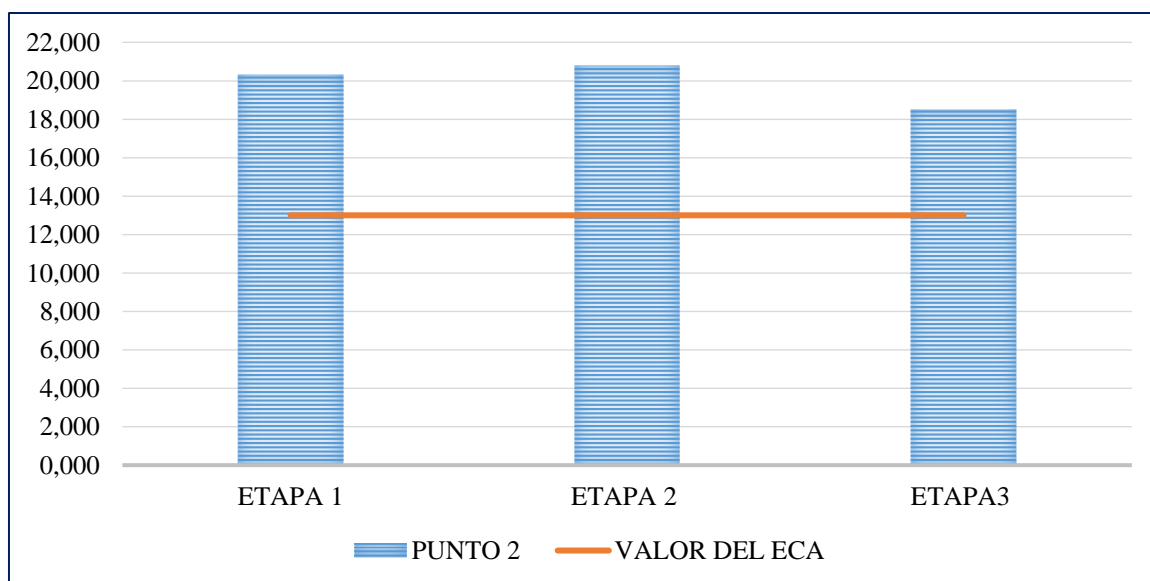


Figura 9. Comparación de las concentraciones de nitratos obtenidas, con respecto al valor de los ECA's, para el punto 2 de muestreo. (Fuente: Elaboración propia del autor, 2019).

Nota: concentración de nitratos en el punto 2 de cada etapa, en relación al valor de los ECA's

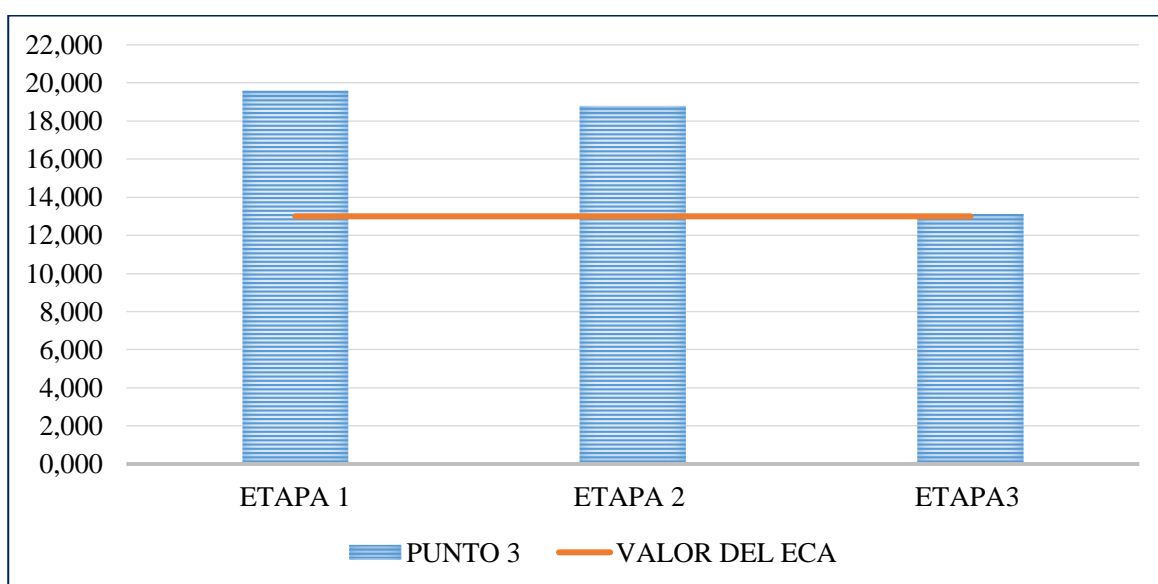


Figura 10. Comparación de las concentraciones de nitratos obtenidas, con respecto al valor de los eca's, para el punto 3 de muestreo. (Fuente: Elaboración propia del autor, 2019).

Nota: concentración de nitratos en el punto 3 de cada etapa, en relación al valor de los ECA's.

En el caso de los nitratos se observa que los valores, si bien en los últimos dos puntos estuvieron por encima de los estándares de calidad del agua, no fueron tan distantes como en el caso del fósforo, esto se debe a que en el caso del nitrato, la concentración establecida en los ECA's tiene un valor mucho mayor (13 mg/L) a la del fosforo (0,05 mg /L), por ello

se acorta la distancia entre el valor máximo establecido con el valor obtenido, esto hablando de manera porcentual, hablando directamente de los valores de la concentración los nitratos tuvieron una diferencia de hasta 10 mg/L con respecto a su valor establecido en los ECA's, mientras que el fósforo no llegó a pasar de 0,13 mg/L.

Los datos en este caso no presentaron un crecimiento notorio entre etapas, si no por el contrario presentaron una mayor variación entre ellos, sobre todo teniendo en cuenta los valores del punto 3, que llega incluso a estar, en la última etapa del proceso, con concentraciones promedios por debajo del límite establecido por los ECA's. La variación de los datos de los nitratos se debió a dos factores, los cuales serían la retención de nitratos en los suelos y los posibles cambios de funguicidas y plaguicidas durante los procesos.

Análisis de los resultados para las concentraciones de agrotóxicos (carbamatos, compuestos organofosforados y compuestos organoclorados)

Los agrotóxicos en su mayoría son compuestos orgánicos volátiles, los cuales son analizados bajo el mismo método (cromatografía gaseosa). Los resultados obtenidos mediante este análisis indicaron que no se encontró presencia significativa de estos compuestos en las aguas del río Tonchima, ya que los valores obtenidos siempre fueron de 0.00 mg/L. Con ello se deduce que no hay concentraciones de estos compuestos en las aguas del río o que las concentraciones son tan pequeñas que el equipo no pudo detectarlas, arrojando un valor de 0.

3.2. Discusiones generales

Nuestra investigación se vio algo limitada en cuanto a las variaciones meteorológicas de la zona de estudio, pues el proceso de recolección de datos inició cuando el río entraba a su temporada seca y culminó cuando iniciaba la temporada húmeda del mismo, variando así los caudales del río entre procesos. Este factor lo se relacionó directamente con la disminución de la concentración de fósforo y nitratos en la etapa 3 de nuestro proceso (a 5 meses de haberse trasplantado el arroz), pues esta coincide con el inicio de la temporada húmeda del río, incrementando su caudal lo cual hace que las concentraciones de los contaminantes se diluyeran.

Otro factor a considerar es que no se hizo un seguimiento al tipo y cantidades de agrotóxicas agregadas en cada proceso, ya que un cambio en uno de estos dos factores implica un aumento o una disminución significativa de los parámetros considerados para este estudio.

Como se mencionó y se observó en las gráficas mostradas anteriormente, las aguas del río arrastraron cantidades, que si bien no sobrepasan los valores establecidos en los ECA's, fueron significativas y al mezclarse con los residuos de los agrotóxicos generan concentraciones que ya son mayores a los límites permitidos en los ECA's. Es por esto último, que la toma de muestra de nuestro primer punto (antes de la zona de influencia) se tomó 1 km arriba del área mencionada, ya que si se tomaba más cerca de la zona de influencia, este punto caería dentro del margen de error del área seleccionada y se estaría midiendo trazas arrastradas de forma natural de los residuos generados en nuestros procesos, impidiendo así saber con qué concentración de fósforo, nitratos y compuestos orgánicos volátiles estuvo ingresando las aguas en nuestra área de influencia.

Para culminar se debe mencionar que no se encontró alguna data histórica o antecedentes de un estudio similar en la zona, como para tomar alguna referencia de ello.

CONCLUSIONES

- El uso de fertilizantes en la dinámica agrícola del sector de Shica, distrito de Soritor, si contribuye en parte de la contaminación de las aguas del río Tonchima, ya que están liberando compuestos dañinos como nitratos y fósforo, que afecta al ecosistema de la zona.

La concentración promedio de nitratos que se obtuvo en la investigación fue de 15,04 mg/L y de fósforo fue de 0,13 mg/L, estos valores al ser comparados con los límites establecidos en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM / Estándares de calidad ambiental (Eca) CATEGORÍA 4. CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE ACUÁTICO, que indican un valor máximo de nitratos de 13,00 mg/L y de fósforo de 0,05 mg/L, demuestran que las aguas del río Tonchima están superando los límites establecidos en este decreto.

Con ello se concluyó que la dinámica agrícola arrocerera del sector de Shica, entre otros factores, si está afectando de manera negativa a las aguas el río Tonchima.

- En el caso de los componentes derivados de los agrotóxicos (carbamatos, compuestos organoclorados y organofosforados) no se encontró evidencia para afirmar que contribuyen a la contaminación del río Tonchima, puesto que los resultados obtenidos en laboratorio del análisis de carbofurano, malatión, paratión, lindano y aldrín, arrojaron valores de 0,00 mg/L, lo que demostró que no hay presencia de estos compuestos en las aguas del río o que su concentración es muy pequeña como para ser cuantificada.
- Al solo evidenciar presencia de nitratos y fósforo en las aguas del río Tonchima, se determinó que solo los componentes inorgánicos derivados de los fertilizantes, del sector agrícola arrocerero, contribuyen a la contaminación del río.
- Se comprobó que, al ser un proceso de varios meses, el cultivo de arroz, las concentraciones de los agentes contaminantes varían mucho dependiendo la temporada en la que se encuentre el río, aumentando las concentraciones en la temporada de bajas aguas o temporada seca y disminuyendo en las temporadas húmedas.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la municipalidad de Moyobamba en conjunto con los agricultores disminuir la cantidad de fertilizantes utilizados en sus procesos de cultivo de arroz o el uso de fertilizantes ecoamigables.
- Se sugiere a las autoridades encargadas de velar por la parte ambiental de la municipalidad de la provincia de Moyobamba realizar monitoreos más constantes de los parámetros que presentaron concentraciones altas en las aguas del río.
- Los municipios distritales y comunidades campesinas de la provincia de Moyobamba deben promover campañas de concientización en temas medio ambientales con los agricultores de la zona, así mismo capacitaciones en el manejo y uso de agrotóxicos,
- La comunidad campesina en conjunto a los agricultores debe tener especial cuidado de controlar las cantidades fertilizante que utilizan en los meses que corresponden a la temporada seca del río, pues las aguas se empozan y por ende incrementan los niveles de las concentraciones de los contaminantes.
- Se sugiere, Ministerio del Ambiente (MINAM), realizar investigación de la calidad del agua que se encuentra antes del área de influencia seleccionada en nuestro estudio, pues se determinó que estas ya presentan un índice medio de concentraciones de nitratos y fósforo y basándonos en nuestra investigación, estas concentraciones deben ser mayores aguas arriba, pues el mismo río ha diluido estas cantidades, así como se observó en nuestros datos.
- Para futuras investigaciones, se recomienda llevar a cabo monitoreos en más puntos dentro del área de influencia, para tener un mayor universo de muestras y ver el impacto real de la contaminación de la dinámica agrícola.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA-AWWA-WEF. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 21° Ed. New York, Estados Unidos, 2005.

ARMAS, Jackie. 2010. "*Caracterización física, química y biológica de las aguas de los ríos Huallaga, Parapapura y Shanusi en el ámbito correspondiente a la ciudad de Yurimaguas*". Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Marcos, Perú.

ARMAS, C., & DÍAZ, J. *Ciencia química: conceptos fundamentales*. 1° Ed. Trujillo, Perú: Libertad EIRL, 1996. s.f. 795 p. *Revista De Química*, 10(2), 303-304.

BARRENECHEA. *Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua*. Lima, Perú: CEPIS/OPS, 2004.

CORIA, Lucy. 2014. "*Electrodos modificados con quitosano y partículas de platino para la determinación rápida de Escherichia coli*". Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.

DOMÉNECH, Xavier. *Química del suelo: El impacto de los contaminantes*. 4ª ed. Madrid: Miraguano, 1995. ISBN: 9788478131358.

FAO. 2013. "*Reutilización del agua en la agricultura: ¿Beneficios para todos?*". Informe inédito. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

FAO. 2002. "*Agricultura Mundial hacia los años 2015/2030*". Informe resumido. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

HERNÁNDEZ, S., FERNÁNDEZ, C., & BAPTISTA, P. *Metodología de la Investigación*. 5° ed. México DC: McGrawHill, 2010. ISBN: 9786071502919.

MENDOZA, Humberto. 2012. "*Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en zonas rurales de la provincia de Moyobamba*". Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín, Perú.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO (MINAGRI). 2015. *Uso y manejo del agua*. Lima, Perú.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO (MINAGRI). 2014. Autoridad Nacional del Agua "ANA". Plan Nacional de Recursos Hídricos. Lima, Perú.

OCAMPO, Adriana. 2013. "*Evaluación del estado actual de la calidad del agua de la quebrada la Jaramilla, municipio de la Tebaida, departamento del Quindío*". Tesis de pregrado, Universidad de Manizales, Colombia.

RAPAL. *Contaminación y eutrofización del agua*. 1° Ed. Uruguay: RAPAL, 2010. ISBN: 97899748029-71.

REÁTEGUI, Oswaldo. 2017. "*Determinación de la calidad del agua de la Laguna Azul, influenciado por la actividad agrícola en la quebrada Pucayacu, distrito de Sauce, provincia San Martín, 2016*". Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín, Perú.

RODIER, J. *Análisis de las aguas: aguas naturales, aguas residuales, agua de mar*. 1° Ed. Barcelona, España: Ediciones Omega, 1990. ISBN: 9788428215305.

Romero, Jairo. *Calidad del agua*. 3° Ed. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería, 2009. ISBN: 9789588060835.

SÁNCHEZ, H., & REYES, C. *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanista*. 1° Ed. Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma, 2018. ISBN: 9786124735141 (págs. 157 – 162).

SIERRA, Carlos. *Calidad del agua-Evaluación y diagnóstico*. 1° Ed. Medellín, Colombia: Ediciones de la U, 2011. ISBN: 9781449278113 1449278116.

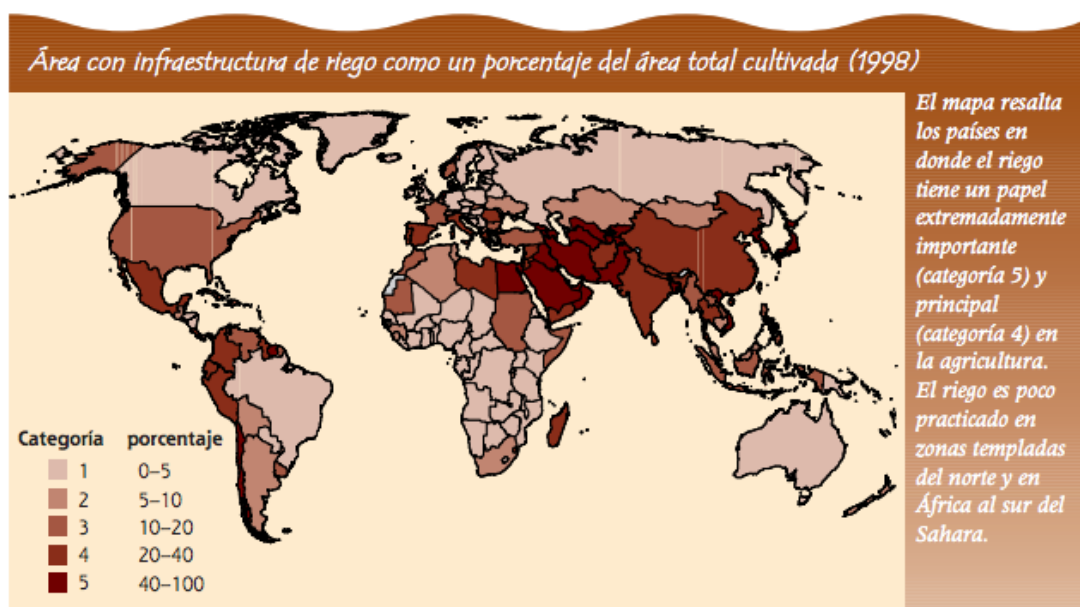
TRAMA, Andrea. 2014. "*Efecto de los plaguicidas utilizados en los cultivos de arroz, sobre las comunidades de macroinvertebrados bentónicos y la calidad de las aguas en la cuenca baja del río Piura, Perú*". Tesis doctoral, Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.

VÁSQUEZ, Fernando. 2010. "*Evaluación del índice de calidad del agua en el área de influencia del botadero municipal de Tarapoto sector Yacucatina, San Martín, Perú*". Tesis de Maestría, Universidad Nacional de San Martín, Perú.

ANEXOS

Anexo 1:

Países dependientes del agua de regadío



(Fuente: FAO, Agricultura Mundial: hacia 2015-2030)

Como puede observarse en el mapa superior, muchos países en desarrollo dependen extremadamente del riego. En un estudio de la FAO realizado en 93 países en desarrollo, se observó que en 18 de ellos la agricultura de regadío ocupa más del 40 por ciento del área cultivable; otros 18 países riegan entre el 20 y el 40 por ciento de su área cultivable (FAO, 2002).

Anexo 3:

Cadena de custodia de las muestras tomadas a 3 meses de trasplante de arroz



CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - DE AGUAS Y SUELOS

Cliente: CAMILA DÁVILA Contacto: CAMILA DÁVILA SANTA CRUZ E-mail: _____ Telef.(s) _____

Lugar: MOYOBAMBA Empresa: _____ Planta: _____ Proyecto: TÉSIS

Carta/Cotización: N°2019-09VT-2-1-3

MUESTREO POR SAG

MUESTREO POR CLIENTE

X

PUNTO DE MUESTREO ó CÓDIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		TIPO DE MATRIZ	PARAMETROS IN SITU												ANÁLISIS DE LABORATORIO												N° Informe:						
	FECHA	HORA		pH	F										AYG	DBO5	DOO	NITRATOS	TSS	FOS. TOTAL	C.O.V	C.T	HUEVOS HELMINTOS	BAC. HET.									CÓDIGO DE LABORATORIO	DATOS ADICIONALES
EF-01	9/09/2019	13:30	AGUA RESIDUAL	X	X												X	X	X															
EF-02	11/09/2019	14:15	AGUA RESIDUAL	X	X												X	X	X															
EF-03	15/09/2019	14:00	AGUA RESIDUAL	X	X												X	X	X															
BKC																	X	X	X															
BKV																																		

Observaciones de Muestreo: _____

Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del muestreo:

Camila Dávila Santa Cruz

Firma(s): _____

Recibido en laboratorio: _____

Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable o Supervisor en campo: _____

Firma(s): _____

Día/Hora: _____

Anexo 4:

Cadena de custodia de las muestras tomadas a 5 meses de trasplante de arroz



CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - DE AGUAS Y SUELOS

Cliente: CAMILA DÁVILA Contacto: CAMILA DÁVILA SANTA CRUZ E-mail: _____ Telef.(s) _____

Lugar: MOYOBAMBA Empresa: _____ Planta: _____ Proyecto: TÉSIS

Carta/Cotización: _____ N°2019-09VT-2-1-3

MUESTREADO POR SAG

MUESTREADO POR CLIENTE

X

PUNTO DE MUESTREO ó CÓDIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		TIPO DE MATRIZ	PARAMETROS IN SITU										ANÁLISIS DE LABORATORIO												N° Informe:									
	FECHA	HORA		PH	F								AYG	DBO5	DOC	NITRATOS	TSS	FOS. TOTAL	C.O.V	C.T	HUEVOS HELMINTOS	BAC. HET.													CÓDIGO DE LABORATORIO
EF-01	8/11/2019	13:30	AGUA RESIDUAL	X	X										X	X	X																		
EF-02	10/11/2019	14:15	AGUA RESIDUAL	X	X										X	X	X																		
EF-03	14/11/2019	14:00	AGUA RESIDUAL	X	X										X	X	X																		
BKC															X	X	X																		
BKV																																			

Observaciones de Muestreo: _____

Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del muestreo:

Camila Dávila Santa Cruz

Firma(s): _____

Recibido en laboratorio: _____

Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable o Supervisor en campo: _____

Firma(s): _____

Día/Hora: _____

Anexo 5:**Imágenes del proceso de toma, preservación y transporte de la muestra**

Ilustración 1. Procesos de toma, preservación y transporte de la muestra.

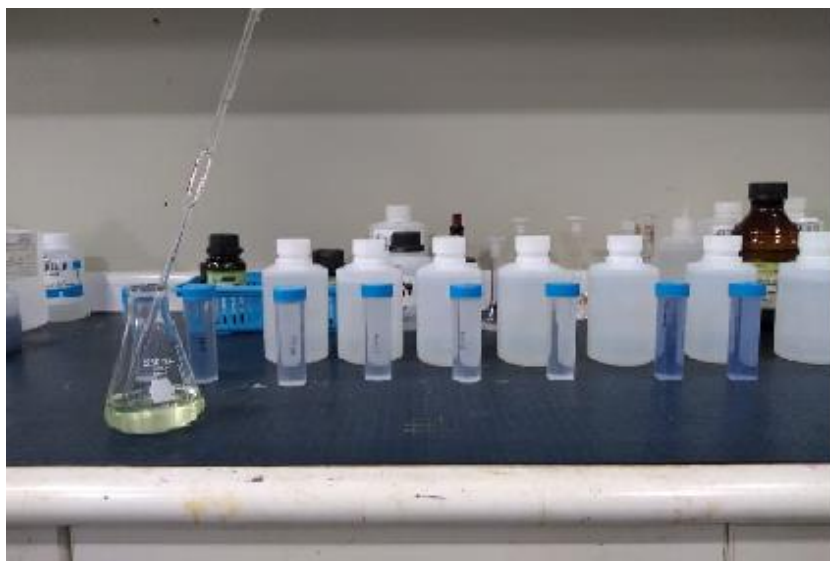
Anexo 6:**Imágenes del proceso de análisis de laboratorio de las muestras**

Ilustración 2. Análisis cuantitativo de nitratos y fósforo.

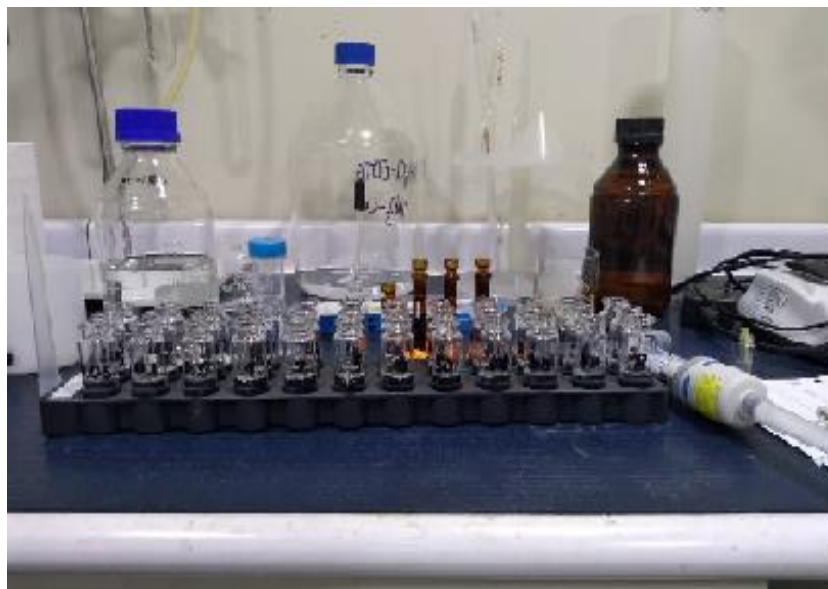


Ilustración 3. Análisis cromatográfico de los compuestos orgánicos volátiles (carbamatos, organofosforados y organoclorados)

Anexo 7:**Mapa de la zona de muestreo.**

Anexo 8:

Resultados de laboratorio a 10 días de la plantación



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047

INFORME DE ENSAYO N° 134522 – 2019

SIN VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL:	EBELIN CAMILA SANTA CRUZ DÁVILA
DOMICILIO LEGAL:	JR. RAMON CASTILLA 1102 SORITOR - MOYOBAMBA
SOLICITADO POR:	EBELIN CAMILA SANTA CRUZ DÁVILA
REFERENCIA:	ANÁLISIS DE AGUA
PROCEDENCIA:	SORITOR – MOYOBAMBA
FECHA(S) DE RECEPCION DE MUESTRA:	08-06-2019 AL 14-06-2019
FECHA(S) DE ANALISIS:	15-06-2019 AL 18-06-2019
FECHA(S) DE MUESTREO:	06-06-2019 AL 12-06-2019
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE
CONDICIÓN DE LA MUESTRA:	LOS RESULTADOS SE APLICAN A LA MUESTRA TAL COMO SE RECIBIÓ.

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Carbofurano	EPA Method 8270E, Rev 06. Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS). 2018	0.00005	mg/L
Malatión	EPA Method 8270E, Rev 06. Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS). 2018	0.00005	mg/L
Paratión	EPA Method 8270E, Rev 06. Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS). 2018	0.00003	mg/L
Lindano	EPA Method 8270E, Rev 06. Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS). 2018	0.00006	mg/L
Aldrin	EPA Method 8270E, Rev 06. Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS). 2018	0.000007	mg/L
Nitratos (columna de cadmio)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO ₃ -E, Cadmium Reduction Method.	0,113	mg NO ₃ -N /L
Fósforo	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part SM 4500 – P.E. Phosphorus. Ascorbic acid method	0.013	mg /L

II. RESULTADOS

Producto declarado	Agua residual	Agua residual	Agua residual
Matriz analizada	Agua residual	Agua residual	Agua residual
Fecha de muestreo	2019-06-06	2019-06-06	2019-06-06
Hora de inicio de muestreo	12:00	13:00	14:30
Coordenadas	-	-	-
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada
Código de cliente	EF-01	EF-02	EF-03
Código de laboratorio	19060081	19060433	19060555
Resultados sin valor oficial			

Ensayo	L.M.D	Unidad	Resultados		
Carbofurano	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Malatión	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Paratión	0.00001	mg/L	<0.00001	<0.00001	<0.00001
Lindano	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Aldrín	0.000003	mg/L	<0.000003	<0.000003	<0.000003
Nitratos	0.00017	mg NO ₃ -N /L	0.914	4.020	3.476
Fósforo	0.0005	mg /L	0.04	0.16	0.12

Producto declarado	Agua residual	Agua residual	Agua residual
Matriz analizada	Agua residual	Agua residual	Agua residual
Fecha de muestreo	2019-06-08	2019-06-08	2019-06-08
Hora de inicio de muestreo	11:00	12:00	13:00
Coordenadas	-	-	-
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada
Código de cliente	EF-01	EF-02	EF-03
Código de laboratorio	19060081	19060433	19060555

Resultados sin valor oficial					
Ensayo	L.M.D	Unidad	Resultados		
Carbofurano	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Malatión	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Paratión	0.00001	mg/L	<0.00001	<0.00001	<0.00001
Lindano	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Aldrín	0.000003	mg/L	<0.000003	<0.000003	<0.000003
Nitratos	0.00017	mg NO ₃ -N /L	0.921	5.219	4.589
Fósforo	0.0005	mg /L	0.04	0.14	0.12

Producto declarado	Agua residual	Agua residual	Agua residual
Matriz analizada	Agua residual	Agua residual	Agua residual
Fecha de muestreo	2019-06-12	2019-06-12	2019-06-12
Hora de inicio de muestreo	12:00	13:30	14:30
Coordenadas	-	-	-
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada
Código de cliente	EF-01	EF-02	EF-03
Código de laboratorio	19060081	19060433	19060555

Resultados sin valor oficial					
Ensayo	L.M.D	Unidad	Resultados		
Carbofurano	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Malatión	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Paratión	0.00001	mg/L	<0.00001	<0.00001	<0.00001
Lindano	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Aldrín	0.000003	mg/L	<0.000003	<0.000003	<0.000003
Nitratos	0.00017	mg NO ₃ -N /L	0.928	4.517	5.194
Fósforo	0.0005	mg /L	0.05	0.14	0.13


 Quim. Belbet Y. Fajardo León
 Director Técnico
 C.Q.P. N° 648

Anexo 9:

Resultados de laboratorio a los 3 meses de la plantación



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047

INFORME DE ENSAYO N° 134522 – 2019

SIN VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL:	EBELIN CAMILA SANTA CRUZ DÁVILA
DOMICILIO LEGAL:	JR. RAMON CASTILLA 1102 SORITOR - MOYOBAMBA
SOLICITADO POR:	EBELIN CAMILA SANTA CRUZ DÁVILA
REFERENCIA:	ANÁLISIS DE AGUA
PROCEDECENCIA:	SORITOR – MOYOBAMBA
FECHA(S) DE RECEPCION DE MUESTRA:	11-09-2019 AL 17-09-2019
FECHA(S) DE ANALISIS:	12-09-2019 AL 18-09-2019
FECHA(S) DE MUESTREO:	09-09-2019 AL 15-09-2019
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE
CONDICIÓN DE LA MUESTRA:	LOS RESULTADOS SE APLICAN A LA MUESTRA TAL COMO SE RECIBIÓ.

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Carbofurano	EPA Method 8270E, Rev 06. Semivolatiles Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS). 2018	0.00005	mg/L
Malatión	EPA Method 8270E, Rev 06. Semivolatiles Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS). 2018	0.00005	mg/L
Paratión	EPA Method 8270E, Rev 06. Semivolatiles Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS). 2018	0.00003	mg/L
Lindano	EPA Method 8270E, Rev 06. Semivolatiles Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS). 2018	0.00006	mg/L
Aldrin	EPA Method 8270E, Rev 06. Semivolatiles Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS). 2018	0.000007	mg/L
Nitratos (columna de cadmio)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO ₃ -E, Cadmium Reduction Method.	0.113	mg NO ₃ -N /L
Fósforo	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part SM 4500 – P E. Phosphorus. Ascorbic acid method	0.013	mg /L

II. RESULTADOS

Producto declarado	Agua residual	Agua residual	Agua residual
Matriz analizada	Agua residual	Agua residual	Agua residual
Fecha de muestreo	2019-09-09	2019-09-09	2019-09-09
Hora de inicio de muestreo	12:30	13:30	14:30
Coordenadas	-	-	-
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada
Código de cliente	EF-01	EF-02	EF-03
Código de laboratorio	19090144	19090413	19090765
Resultados sin valor oficial			

Ensayo	L.M.D	Unidad	Resultados		
Carbofurano	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Malatión	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Paratión	0.00001	mg/L	<0.00001	<0.00001	<0.00001
Lindano	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Aldrín	0.000003	mg/L	<0.000003	<0.000003	<0.000003
Nitratos	0.00017	mg NO ₃ -N /L	1.065	4.318	3.476
Fósforo	0.0005	mg /L	0.03	0.15	0.13

Producto declarado	Agua residual	Agua residual	Agua residual
Matriz analizada	Agua residual	Agua residual	Agua residual
Fecha de muestreo	2019-09-11	2019-09-11	2019-09-11
Hora de inicio de muestreo	11:00	12:30	14:00
Coordenadas	-	-	-
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada
Código de cliente	EF-01	EF-02	EF-03
Código de laboratorio	19090144	19090413	19090765

Resultados sin valor oficial					
Ensayo	L.M.D	Unidad	Resultados		
Carbofurano	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Malatión	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Paratión	0.00001	mg/L	<0.00001	<0.00001	<0.00001
Lindano	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Aldrín	0.000003	mg/L	<0.000003	<0.000003	<0.000003
Nitratos	0.00017	mg NO ₃ -N /L	1.621	5.217	4.540
Fósforo	0.0005	mg /L	0.03	0.18	0.12

Producto declarado	Agua residual	Agua residual	Agua residual
Matriz analizada	Agua residual	Agua residual	Agua residual
Fecha de muestreo	2019-09-15	2019-09-15	2019-09-15
Hora de inicio de muestreo	12:00	12:30	13:30
Coordenadas	-	-	-
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada
Código de cliente	EF-01	EF-02	EF-03
Código de laboratorio	19090144	19090413	19090765

Resultados sin valor oficial					
Ensayo	L.M.D	Unidad	Resultados		
Carbofurano	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Malatión	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Paratión	0.00001	mg/L	<0.00001	<0.00001	<0.00001
Lindano	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Aldrín	0.000003	mg/L	<0.000003	<0.000003	<0.000003
Nitratos	0.00017	mg NO ₃ -N /L	1.655	4.542	4.533
Fósforo	0.0005	mg /L	0.04	0.16	0.15


 Quim. Beibeth Y. Fajardo León
 Director Técnico
 C.Q.P. N° 648

Anexo 10:

Resultados de laboratorio a 5 meses de la plantación



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047

INFORME DE ENSAYO N° 134522 – 2019

SIN VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL:	EBELIN CAMILA SANTA CRUZ DÁVILA
DOMICILIO LEGAL:	JR. RAMON CASTILLA 1102 SORITOR - MOYOBAMBA
SOLICITADO POR:	EBELIN CAMILA SANTA CRUZ DÁVILA
REFERENCIA:	ANÁLISIS DE AGUA
PROCEDENCIA:	SORITOR – MOYOBAMBA
FECHA(S) DE RECEPCION DE MUESTRA:	11-11-2019 AL 18-11-2019
FECHA(S) DE ANALISIS:	12-11-2019 AL 20-11-2019
FECHA(S) DE MUESTREO:	08-11-2019 AL 14-11-2019
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE
CONDICIÓN DE LA MUESTRA:	LOS RESULTADOS SE APLICAN A LA MUESTRA TAL COMO SE RECIBIÓ.

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Carbofurano	EPA Method 8270E, Rev 06. Semivolatiles Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS). 2018	0.00005	mg/L
Malatión	EPA Method 8270E, Rev 06. Semivolatiles Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS). 2018	0.00005	mg/L
Paratión	EPA Method 8270E, Rev 06. Semivolatiles Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS). 2018	0.00003	mg/L
Lindano	EPA Method 8270E, Rev 06. Semivolatiles Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS). 2018	0.00006	mg/L
Aldrin	EPA Method 8270E, Rev 06. Semivolatiles Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS). 2018	0.000007	mg/L
Nitratos (columna de cadmio)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO ₃ -E, Cadmium Reduction Method.	0,113	mg NO ₃ -N /L
Fósforo	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part SM 4500 – P E, Phosphorus. Ascorbic acid method	0.013	mg /L

II. RESULTADOS

Producto declarado	Agua residual	Agua residual	Agua residual
Matriz analizada	Agua residual	Agua residual	Agua residual
Fecha de muestreo	2019-11-08	2019-11-08	2019-11-08
Hora de inicio de muestreo	12:00	13:30	14:00
Coordenadas	-	-	-
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada
Código de cliente	EF-01	EF-02	EF-03
Código de laboratorio	19110099	19110333	19110532
Resultados sin valor oficial			

Ensayo	L.M.D	Unidad	Resultados		
Carbofurano	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Malatión	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Paratión	0.00001	mg/L	<0.00001	<0.00001	<0.00001
Lindano	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Aldrín	0.000003	mg/L	<0.000003	<0.000003	<0.000003
Nitratos	0.00017	mg NO ₃ -N /L	0.702	4.090	2.982
Fósforo	0.0005	mg /L	0.02	0.18	0.09

Producto declarado	Agua residual	Agua residual	Agua residual
Matriz analizada	Agua residual	Agua residual	Agua residual
Fecha de muestreo	2019-11-10	2019-11-10	2019-11-10
Hora de inicio de muestreo	11:30	12:30	13:00
Coordenadas	-	-	-
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada
Código de cliente	EF-01	EF-02	EF-03
Código de laboratorio	19110099	19110333	19110532

Resultados sin valor oficial					
Ensayo	L.M.D	Unidad	Resultados		
Carbofurano	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Malatión	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Paratión	0.00001	mg/L	<0.00001	<0.00001	<0.00001
Lindano	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Aldrín	0.000003	mg/L	<0.000003	<0.000003	<0.000003
Nitratos	0.00017	mg NO ₃ -N /L	0.86	4.540	3.178
Fósforo	0.0005	mg /L	0.02	0.18	0.08

Producto declarado	Agua residual	Agua residual	Agua residual
Matriz analizada	Agua residual	Agua residual	Agua residual
Fecha de muestreo	2019-11-14	2019-11-14	2019-11-14
Hora de inicio de muestreo	12:30	13:30	14:30
Coordenadas	-	-	-
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada
Código de cliente	EF-01	EF-02	EF-03
Código de laboratorio	19110099	19110333	19110532

Resultados sin valor oficial					
Ensayo	L.M.D	Unidad	Resultados		
Carbofurano	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Malatión	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Paratión	0.00001	mg/L	<0.00001	<0.00001	<0.00001
Lindano	0.00003	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Aldrín	0.000003	mg/L	<0.000003	<0.000003	<0.000003
Nitratos	0.00017	mg NO ₃ -N /L	0.790	4.081	2.734
Fósforo	0.0005	mg /L	0.02	0.15	0.08


 Quím. Belber T. Fajardo León
 Director Técnico
 C.Q.P. N° 648