



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**



**Incidencia del cultivo de arroz del sector Shica en la calidad del agua del Río  
Indoche del Distrito de Soritor de la Provincia de Moyobamba, 2019**

**Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental**

**AUTOR:**

**Julio Cesar Delgado Constantino**

**ASESOR:**

**Ing. Angel Tuesta Casique**

**Código N° 6051719**

**Moyobamba – Perú**

**2021**

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

## FACULTAD DE ECOLOGÍA

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

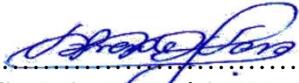


**Incidenca del cultivo de arroz del sector Shica en la calidad del agua del Río  
Indoche del Distrito de Soritor de la Provincia de Moyobamba, 2019**

**AUTOR:**

**Julio Cesar Delgado Constantino**

**Sustentada y aprobada el 12 de marzo del 2021, por los siguientes jurados**

  
.....  
**Ing. M.Sc. Mirtha Felícita Valverde Vera**  
**Presidente**

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

  
.....  
**Ing. M.Sc. Alfonso Rojas Bardález**  
**Miembro**

  
.....  
**Ing. Angel Tuesta Casique**  
**Asesor**

## Declaratoria de autenticidad

**Julio Cesar Delgado Constantino**, con DNI N° 46609193, 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: **Incidencia del cultivo de arroz del sector Shica en la calidad del agua del Río Indoche del Distrito de Soritor de la Provincia de 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, 12 de marzo del 2021.



*Constantino*

.....  
**Bach. Julio Cesar Delgado Constantino**

DNI N° 46609193

**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: <b>Delgado Constantino, Julio Cesar</b>	
Código de alumno : <b>105144</b>	Teléfono: <b>981977725</b>
Correo electrónico : <b>julcer-slender@hotmail.com</b>	DNI: <b>46609193</b>

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

**2. Datos Académicos**

Facultad de: <b>Ecología</b>
Escuela Profesional de: <b>Ingeniería Ambiental</b>

**3. Tipo de trabajo de investigación**

Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajo de investigación	<input type="checkbox"/>
Trabajo de suficiencia profesional	<input type="checkbox"/>		

**4. Datos del Trabajo de investigación**

Título: <b>"Incidencia del cultivo de arroz del sector Shica en la calidad del agua del Rio Indoche del distrito de Soritor de la Provincia de Moyobamba 2019"</b>
Año de publicación: <b>2019</b>

**5. Tipo de Acceso al documento**

Acceso público *	<input checked="" type="checkbox"/>	Embargo	<input type="checkbox"/>
Acceso restringido **	<input type="checkbox"/>		

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

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


**6. Originalidad del archivo digital.**

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

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

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

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

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

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



Firma 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.

31 / 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 Dios, por la sabiduría que me brinda y haberme amparado cada paso y así lograr concluir mi proyecto de investigación*

*Dedicado a mis padres, por darme la vida, confianza y apoyo en cada etapa de mi vida profesional, por ser quienes me impulsan a seguir adelante y vencer los obstáculos de una manera positiva y sabia, sumando a esto su entrega total y paciencia en esta trayectoria de lucha continua*

## **Agradecimiento**

*Al ser supremo que me dio la fuerza necesaria para seguir luchando por mis ideales y concluir lo propuesto.*

*A mis padres y hermana, por el apoyo incondicional brindado, por su comprensión y por compartir mis sueños; sin su apoyo de ellos no hubiera sido posible mis realizar mis sueños.*

*Mi agradecimiento también los docentes de la Facultad de Ecología por los conocimientos brindados en las aulas de nuestra Alma Mater y que día a día impartieron sus sabias enseñanzas en mi formación profesional merece mi especial agradecimiento el Ing. Angel Tuesta Casique, por su asesoramiento y aporte en el presente trabajo de investigación.*

*Así mismo agradezco por el apoyo brindado, a todas aquellas personas, por haber facilitado la adquisición de información necesaria para la elaboración del presente informe.*

## Índice

	Pág.
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii
Introducción.....	1
CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
1.1. Antecedentes de la investigación.....	4
1.2. Bases teóricas .....	8
1.3. Definición de términos básicos.....	18
CAPÍTULO II MATERIAL Y MÉTODOS .....	21
2.1. Materiales .....	21
2.2. Métodos .....	22
CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	24
3.1. Resultados.....	24
3.1.1. Hectáreas de cultivos de arroz que desarrollan en el sector Shica de Distrito de Soritor.....	23
3.1.2. Principales agroquímicos que se utilizan en la producción de arroz en el sector Shica.....	26
3.1.3. Nivel de cambio en la calidad del agua con referencia al DBO <sub>5</sub> , pH, conductividad, cloruros, sulfatos y dureza del Río Indoche.....	29
3.2. Discusiones.....	36
CONCLUSIONES .....	39
RECOMENDACIONES .....	40

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
ANEXOS .....	45
Anexo 1: Panel fotográfico.....	46
Anexo 2: Ficha de encuesta.....	51
Anexo 3: Puntos de monitoreo.....	53

## Índice de tablas

	Pág.
Tabla 1. Recursos materiales necesarios para el estudio.....	21
Tabla 2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	22
Tabla 3. Identificación, clasificación y cuantificación de los agroquímicos utilizados en el sector Shica.....	28
Tabla 4. Demanda bioquímica de oxígeno en las aguas del río Indoche antes y después del punto de descarga.....	30
Tabla 5. Cloruros presentes en las aguas del río Indoche antes y después del punto de descarga. Sulfatos presentes en las aguas del río Indoche antes y después del punto de descarga.....	31
Tabla 6. Sulfatos presentes en las aguas del río Indoche antes y después del punto de descarga.....	32
Tabla 7. Dureza total del agua del río Indoche antes y después del punto de descarga....	33
Tabla 8. pH del agua del río Indoche antes y después del punto de descarga.....	33
Tabla 9. Conductividad del agua antes y después del punto de descarga.....	34
Tabla 10. pH del agua del río Indoche antes y después del punto de descarga.....	35
Tabla 11. Conductividad del agua antes y después del punto de descarga.....	36

## Índice de figuras

	Pág.
Figura 1: Consumo promedio de plaguicidas, fertilizantes y agua por el monocultivo del arroz bajo riego en la Región San Martín .....	13
Figura 2: Parámetros que incluyen cada uno de los subíndices del IGCA y valores del nivel deseable de cada parámetro en el agua para uso de riego agrícola....	14

## Resumen

La siguiente investigación, “Incidencia del cultivo de arroz del sector Shica en la calidad del agua del Río Indoche del Distrito de Soritor de la Provincia de Moyobamba - 2019”, tuvo como objetivo, evaluar la incidencia de la utilización de agroquímicos en cultivos de arroz del sector Shica, en la calidad de las aguas del río Indoche , se desarrolló metodológicamente por cada objetivo investigado, mayoritariamente en una estructura de tres etapas, la etapa de preliminar, la etapa de recolección de datos y la etapa de gabinete, como resultados, se determinó que las hectáreas de cultivo de arroz activos de manera permanente son aproximadamente 378 ha las cuales son administradas por familias de las zonas aledañas, como segundo resultado se obtuvo que entre los agroquímicos más utilizados destacan los insecticidas tales como Fiponil (360mL/ha), Metomil (100g/ha), Emamectin benzoato (100g/ha) e Imidacloprit (200mL/ha) y en los fungicidas se tiene a Difenconazole + Propiconazole (3.3 mL/ha), Propineb + cimoxamil (3 kg/ha) y Carbendazim (500 mL/ha), mientras que respecto a factores modificación de la calidad del agua (DBO, pH, conductividad, cloruros, sulfatos y la dureza de las aguas del río Indoche) si existe un nivel de cambio mínimo y ninguno de estos valores sobrepasan o igualan los estándares de calidad ambiental para el agua, concluyendo en la prueba de hipótesis con la aceptación de esta, ya que la evaluación determinó que si existe una alteración en la calidad de las aguas del río Indoche como consecuencia de la utilización de agroquímicos en el sector Shica.

**Palabras clave.** Agroquímicos, arroz, calidad, agua.

## Abstract

The following research, "Incidence of rice cultivation in the Shica sector in the water quality of the Indoche River of the Soritor District of the Province of Moyobamba - 2019", had as objective, to evaluate the incidence of the use of agrochemicals in rice crops in the Shica sector, in the water quality of the Indoche River, was developed methodologically for each objective investigated, mostly in a three-stage structure, the preliminary stage, the data collection stage and the cabinet stage, as results, it was determined that the hectares of rice cultivation active on a permanent basis are approximately 378 ha which are managed by families in the surrounding areas, As a result, it was determined that the hectares of permanently active rice cultivation are approximately 378 ha, which are managed by families from the surrounding areas, The second result was that among the most used agrochemicals are insecticides such as Fiponil (360mL/ha), Metomil (100g/ha), Emamectin benzoate (100g/ha) and Imidacloprit (200mL/ha), and among fungicides we have Difenconazole + Propiconazole (3.3 mL/ha), Propineb + cimoxamil (3 kg/ha) and Carbendazim (500 mL/ha), while with respect to water quality modification factors (DBO, pH, conductivity, chlorides, sulfates and water hardness of the Indoche river) there is a minimum level of change and none of these values exceed or equal the environmental quality standards for water, concluding the hypothesis test with the acceptance of the hypothesis, since the evaluation determined that there is an alteration in the water quality of the Indoche River as a consequence of the use of agrochemicals in the Shica sector.

**Key words.** Agrochemicals, rice, quality, water.



## Introducción

La región San Martín es considerada una de las más importantes regiones productoras de arroz, cultivo al cual se dedican más de 14 mil agricultores de las provincias de Rioja y Moyobamba (zona Alto Mayo), San Martín (zona Bajo Mayo), Picota, Bellavista y Mariscal Cáceres (zona Huallaga Central) y Tocache (zona Alto Huallaga). (SENASA, 2017).

Los sistemas productivos comerciales se caracterizan por la práctica del monocultivo y el establecimiento de cultivos, por lo general, con amplias densidades, en suelos desnudos y con deficiente protección vegetal, excesivas labranzas, quema sistemática de los rastrojos, uso excesivo de agroquímicos, erosión de los suelos y la extracción de la cosecha. El terreno pierde su fertilidad en un período de 3 a 4 años y la mala hierba se presenta con agresividad.

El monocultivo del arroz bajo riego se caracteriza por ser una agricultura de altos insumos externos que depende fuertemente de las casas comerciales para la compra de semillas y que practica la utilización indiscriminada de agroquímicos y de agua para el riego. Arroja valores promedios de consumo de plaguicidas en un orden de 2 litros de fungicidas por Ha, 2 litros de insecticidas por Ha y 2.5 litros de herbicidas por Ha, 200 kg de fertilizantes nitrogenados por Ha, 100 kg de fertilizantes fosforados por Ha y 100 kg de fertilizantes potasios por Ha. Por otro lado, el consumo de agua para riego para producir 01 kg de arroz cáscara es del orden de 4 m<sup>3</sup> (Chappa, 2007)

Los cálculos sobre el consumo de insumos externos para la producción de arroz bajo riego, han arrojado cifras alarmantes de consumo de plaguicidas por año proyectado a nivel regional. Se utiliza por año un total de 572.000 litros de fungicidas, insecticidas y herbicidas; así como 53.600.000 kg de fertilizantes. La tasa de consumo de agua es la más alarmante con el orden de 2.112.000.000 de m<sup>3</sup>. año un agua que, por el uso agrícola, se está contaminando. (Chappa, 2007).

Según un estudio interdisciplinario realizado sobre el uso de plaguicidas en los cultivos de arroz en la Cuenca Baja de Shupishiña, Departamento de San Martín (Lange, 2006) y evaluado con los agricultores del comité de Rosanayco en 5.475,25 Ha de arroz bajo riego,

estuvo orientados en medir concentraciones de diferentes tipos de plaguicidas en la sangre de los agricultores expuestos, contaminación del agua de riego y del suelo. Se reporta que CBHexaclorobenzeno se encontró en el 96% de muestras de sangre de agricultores. Las muestras de sangre tuvieron concentraciones más altas de p,p- DDE comparado con estudios hechos en Europa, pero las concentraciones son levemente menores comparado con estudios realizados en Nicaragua y México. Las concentraciones de HCB son equivalentes o menores comparado con Europa y América Latina, pero las concentraciones de HCH son levemente mayores comparado con Nicaragua y México, pero más alto comparado con Europa.

En el sector Shica del distrito de Soritor al igual que en la región San Martín se viene practicando el cultivo de arroz bajo riego, en la que se usan en la producción plaguicidas, abonos químicos y otros, lo que está ocasionando que el río Indoche se esté contaminando, ante ello y con la finalidad de conocer el grado de contaminación se pretende realizar el presente estudio.

El estudio de investigación realizado es de tipo aplicada, se utilizó los conocimientos básicos para determinar la relación entre el cultivo de arroz y la calidad del agua del sector Shica del distrito de Soritor, en un nivel correlacional.

De ello se planteó la siguiente interrogante: **¿Cuál es la incidencia del cultivo de arroz del sector Shica en la calidad del agua del río Indoche del distrito de Soritor de la provincia de Moyobamba?**, teniendo como objetivo general: Evaluar la incidencia del cultivo de arroz del sector Shica en la calidad del agua del Río Indoche del distrito de Soritor de la provincia de Moyobamba y objetivos específicos: Determinar las hectáreas de cultivos de arroz que desarrollan en el sector Shica del distrito de Soritor; identificar, clasificar y cuantificar los principales agroquímicos que se utilizan en la producción de arroz en el sector Shica y determinar el nivel de cambio en la calidad del agua con referencia al DBO, pH, conductividad, cloruros, y sulfatos y dureza del Río Indoche.

El informe final está estructurado de la siguiente forma:

En el capítulo I, se presentan los antecedentes de la investigación, las bases teóricas y por último se muestran las definiciones de términos básicos.

En el capítulo II, podemos encontrar la descripción de los materiales y se describen los métodos utilizados mencionando todo el procedimiento para cumplir con los objetivos específicos y general trazados.

En el capítulo III, se presentan los resultados del estudio.

Así mismo contiene las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

# CAPÍTULO I

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1.1. Antecedentes de la investigación

#### Internacional

**Arteaga, Marrugo y Sanchez (2020)**, en su investigación “Plaguicidas en canales de riego del distrito de La Doctrina (Córdoba-Colombia)”, concluyó que: En el presente estudio mostro que se detectaron y cuantificaron dos tipos de plaguicidas organoclorados: Aldrín y Endrín, además un piretroide como la Cipermetrina, éste último en todas las estaciones de muestreo con una frecuencia de aparición de 50% para época seca y 23% para lluviosa, demostrando que estos compuestos están siendo usados en el control de los cultivos y además que existe una preocupante persistencia de estos contaminantes en el medio acuático.

**Rodríguez, Martínez, Peregrina, Ortiz y Cárdenas (2019)**, en su investigación “Análisis de residuos de plaguicidas en el agua superficial de la cuenca del Río Ayuquila-Armería, México” concluye que: La agricultura intensiva es la principal causa de contaminación por plaguicidas en el agua superficial de la cuenca del río Ayuquila-Armería. La temporada de lluvias es la época en donde se registra el mayor número de plaguicidas; no obstante, para definir un programa de monitoreo es importante también considerar los periodos de menor volumen de agua, esto debido al efecto de concentración de los plaguicidas.

**Benitez y Miranda (2013)**, en su investigación “Contaminación de aguas superficiales por residuos de plaguicidas en Venezuela y otros países de Latinoamérica, concluye que: El uso inadecuado y excesivo de grandes volúmenes de plaguicidas en la actividad agrícola ha traído como consecuencia la contaminación de las aguas superficiales cercanas a las zonas de producción, encontrándose en la mayoría de los casos concentraciones de principios activos que superan los niveles máximos permitidos por las normativas nacionales e internacionales establecidas para su control.

**Díaz (2010)**, en Ecuador ejecutó la tesis denominada “Estudio de impacto ambiental producido en la granja agrícola El Romeral” en Cuenca Ecuador, en la que concluye que la calidad del aire, el agua y suelo, así como la flora y fauna son afectadas negativamente debido a las actividades agrícolas llevadas a cabo en la granja EL Romeral.

**Sandia, Cabeza, Arandía y Bianchi (2010)**, menciona que los factores de riesgo de actividades agrícolas se asociarán a lo ocupacional, saneamiento ambiental, tipo de vivienda y sociocultural implícitas a estas actividades: **Factores de riesgo de actividades agrícola** (Ocupacional, asociado con el saneamiento ambiental y asociado con el tipo de vivienda, asociado con aspectos socioeconómicos y asociado con aspectos relacionados con susceptibilidad individual; **Grupos de riesgo de las actividades agrícolas**: identifica cuatro grupos: Obreros agrícolas, pequeños y medianos productores, personal técnico y población en general y grandes propietarios.

Por su parte investigadores como **Cantou, Lavecchia y García (2020)**, manifiesta que: Ante la búsqueda constante de aumento de la productividad y maximización de las ganancias, la agricultura moderna emplea una alta carga de agroquímicos. El cultivo de arroz no escapa a esta problemática, fundamentalmente en lo que respecta al uso de herbicidas, los cuales se aplican aproximadamente en el 96% del área de arroz sembrada. De aquí la importancia de comenzar a generar información nacional respecto a la disipación de estos herbicidas en las condiciones de clima, manejos y suelos de Uruguay, de manera de delinear prácticas de manejo acordes. El uso inadecuado de agroquímicos y el inapropiado manejo del agua puede causar efectos adversos en el ambiente.

**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.

**Estevan (2004)**, reporta referente a la matriz de Leopold, que en principio esta matriz fue el primer método que se estableció para las evaluaciones del impacto ambiental y se preparó para el servicio geológico del Ministerio del Interior de los Estados Unidos de América como elemento de guía de los informes y las evaluaciones de impacto ambiental. La base del sistema es una matriz en que las entradas según columnas son acciones del hombre que pueden alterar el medio ambiente y las entradas según filas son características del medio (factores ambientales) que pueden ser alteradas. Con estas entradas en filas y columnas se pueden definir las interacciones existentes. Como el número de acciones que figuran en la matriz son 100 y 88 el de los efectos ambientales resultarán 8800 interacciones, pero que no todas son incluidas en un EIA, normalmente el número de interacciones analizadas en un proyecto varía entre 25 y 50.

### **Nacional**

**Castillo, Ruíz, Manrique y Pozo (2020)**, en su investigación “Contaminación por plaguicidas agrícolas en los campos de cultivos (Perú)”, concluye que: A nivel de agua, la contaminación por plaguicidas agrícolas, es positivamente baja, lo que se refleja en el recurso hídrico, afectando levemente la concentración de oxígeno, el equilibrio ecológico, por la costumbre de los agricultores de dejar los envases de productos químicos cerca a los canales de regadío.

**Goycochea y Carranza (2016)**, en su investigación “Determinación del impacto ambiental producido por el uso de agroquímicos en la producción agrícola del distrito de Jepelacio 2014”, concluye que: Los agroquímicos más utilizados por los agricultores en estudio de distrito de Jepelacio son: Aldrín, Carbofuran, Cipenetrina, Clorpirifos, Dimetoato, Endrin, Fuego, Glifosato, Hedonal, Metonil, Paraquat, Propanil, Zineb. De acuerdo a su uso, surge que los funguicidas representan el 7,6 %, los insecticidas 53,9 %, herbicidas 38,5%. También se analizó

de acuerdo toxicológica de la OMS, el mayor volumen de agroquímicos corresponde a los productos de "banda roja", con el 46,2. %; de "banda amarilla}" con el 33,8%; de "banda azul" el 23 %.

**Roque (2017)**, en su investigación “Impactos de actividades antrópicas en el recuso agua en la microcuenca del río Tomarini – Satipo” en la que concluye que: En la evaluación de las actividades antrópicas, las que causan mayor impacto sobre los componentes ambientales de la microcuenca del río Timarini, en interacción magnitud/importancia son la agricultura con un valor negativo de - 527, debido al control químico de la maleza, limpieza de terreno para instalación y control de plagas de cultivos con agroquímicos; seguida por las actividades cotidianas en la vida diaria con -361, debido principalmente a la emisión de aguas servidas y a la disposición de residuos sólidos; por último actividad pecuaria con -318, debido principalmente al control químico de la maleza en los pastizales, a la ubicación de los pastizales y a la disposición de los purines. Siendo el medio abiótico el más afectado con -811, por la erosión, contaminación con residuos sólidos, orgánicos, alteración de la fertilidad, lixiviación y escorrentía, aguas servidas; seguido del medio biótico con -453, por la alteración del ecosistema y pérdida de diversidad florística, así como mortandad por intoxicación y alteración de la diversidad microbiológica; el tercer componente impactado es el medio socio cultural con - 170, que ocurre principalmente en la salud e higiene de las familias y la calidad de vida; por último el medio económico tiene impacto positivo de +228, por las oportunidades de trabajo y a la mejora de ingresos para los pobladores de la microcuenca del río Timarini.

**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 Manganeseo (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, Manganeseo, Fierro y Coliformes Fecales presentaron concentraciones con tendencia a la variación entre estaciones y épocas del año.

**Guerrero y 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.

**Villar (2007)**, la Agricultura es la actividad más importante de nuestros pobladores rurales. Así mismo, el plantea las siguientes características: Ocupa al 21% de la Población Económicamente Activa (2.7 millones de habitantes), aporta el 9% al PBI nacional (US\$ 5.6 mil millones, a precios del año 1994), produce el 11% del valor total de las exportaciones nacionales (US\$ 1,570 millones, 2005), significa en infraestructura de riego, el 16% de la inversión a nivel nacional (137 millones de dólares), representa el 80% de la provisión de alimentos para la población peruana, dependencia alimentaria en importaciones: arroz, 3%; vacuno, 2%; ave, 1%; leche fresca, 12%; azúcar caña, 14%; MAD, 48%; trigo, 88%; aceites, 56%, entre otros, los indicadores sociales reflejan la pobreza en zonas rurales: desnutrición (41%), analfabetismo (26%), con necesidades básicas insatisfechas (67%) y falta de acceso a servicios públicos básicos: educación, salud, saneamiento, infraestructura, seguridad alimentaria.

## **1.2. Bases teóricas**

### **Cultivo de arroz.**

Según el CENTA, 2018 el arroz es una gramínea anual, de tallos redondos y huecos compuestos de nudos y entrenudos, hojas de lámina plana, unidas al tallo por la vaina y su inflorescencia es en panícula. El tamaño de la planta varía de 0.4 m (enanas) hasta 7.0 m (flotantes).

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)**.

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)**.

#### ✓ Aspectos botánicos.

##### - Raíz.

Durante su desarrollo, la planta de arroz tiene dos clases de raíces: seminales o temporales, y las adventicias o permanentes (CENTA, 2018).

- **Tallo**

El tallo está formado por la alternancia de nudos y entrenudos, el septo es la parte interna del nudo que separa dos entrenudos adyacentes. El entrenudo maduro es hueco, finamente estriado con superficie glabra, su brillo y color dependen de la variedad; la longitud del entrenudo varía, siendo mayor en los entrenudos de la parte superior del tallo, los entrenudos en la base del tallo son muy cortos y se van engrosando hasta formar una sección sólida (CENTA, 2018).

- **Hoja.**

Las hojas de las plantas de arroz, se encuentran distribuidas alternadamente a lo largo del tallo; la primera hoja que aparece en la base del tallo principal o de los hijos se denomina prófalo, no tiene lámina y está constituido por dos brácteas aquilladas, los bordes del prófalo aseguran por el dorso los hijos jóvenes al tallo; en cada nudo, con excepción al nudo de la panícula, se desarrolla una hoja, la superior que se encuentra debajo de la panícula se le conoce como la hoja bandera (CENTA, 2018).

- **Panícula.**

Las flores de la planta de arroz, están agrupadas en una inflorescencia compuesta denominada panícula; la panícula está situada sobre el nudo apical del tallo, llamado nudo ciliar o base de la panícula (CENTA, 2018).

- **Germinación de semilla**

La semillas sin latencia pueden germinar inmediatamente después de su maduración, las semillas con latencia están en período natural de reposo, por un período más o menos largo, ésta puede romperse artificialmente descascarándola o sometiéndolas a tratamientos especiales para que puedan germinar; muchas de las estructuras de la semilla en germinación son temporales, como el coleóptilo y la coleoriza y sus funciones son proteger otras estructuras o establecer la plántula mientras se desarrollan estructuras permanentes (CENTA, 2018).

### **Tipos de agricultura en la región San Martín.**

La Región San Martín, cuenta con una extensión de 5.251.483 Ha., de las cuales solamente 144.399 Ha. son aptas para las actividades agrícolas. De los 572.352 habitantes que tiene la región, un aproximado de 63.966 pobladores se dedican a la agricultura y producen un volumen total de 1.469.738 TM. de alimentos por año. (INEI, 1995 y AMRESAM, 2002).

En la región podemos distinguir tres grandes tipos de agricultura, que se diferencian por sus características y tendencias: la agricultura campesina denominada también tradicional, una agricultura comercial o tecnificada, y una agricultura bajo sistemas agroforestales, orientada por principios agroecológicos y la noción de desarrollo sostenido.

Entendemos como agricultura comercial, a la agricultura de monocultivos cuya producción se destina principalmente para el mercado. En el caso de San Martín, se ubica sobre todo en las llanuras de los valles, beneficia de sistemas de riego, utiliza muchos insumos químicos y tiene un nivel moderado o alto de uso tecnológico. Como agricultura campesina nos referimos al tipo de agricultura practicada desde miles de años por los pueblos indígenas, que se sustenta en la cultura y modos de vida tradicional, orientada de modo preferente al autoconsumo, y en menor medida al mercado (Panduro, 2003). Como agricultura agroforestal, entendemos al tipo de agricultura que busca mitigar los impactos negativos de la agricultura comercial y las intervenciones antrópicas sobre el bosque. Se ubica sobre todo en las laderas de las montañas y vincula las actividades agrícolas con las forestales sin descuidar el mercado.

### **Sistemas productivos comerciales.**

La necesidad de incorporar al análisis este tipo de agricultura se sustenta en las ventajas y desventajas obtenidas en la región a través de los últimos 35 años.

Los sistemas productivos comerciales se caracterizan por la práctica del monocultivo y el establecimiento de cultivos, por lo general, con amplias densidades, en suelos desnudos y con deficiente protección vegetal, excesivas labranzas, quema sistemática

de los rastrojos, uso excesivo de agroquímicos, erosión de los suelos y la extracción de la cosecha. El terreno pierde su fertilidad en un período de 3 a 4 años y la mala hierba se presenta con agresividad.

Las desventajas más notorias son evidencias de baja rentabilidad, contaminación de los suelos, contaminación del agua, efectos dañinos a la salud por el uso y abuso de agroquímicos, compactación de los suelos, reducción de fertilidad natural de los suelos, generación de plagas resistentes, etc. Sin embargo, más allá de mencionar las ventajas y desventajas de este sistema de producción, se encuentra el hecho que los precios definidos por los grandes países productores someten y condicionan los precios locales afectando así a los agricultores de nuestra región.

Para este tipo de sistema productivo presentamos al cultivo de arroz como el más resaltante actualmente. Detallamos a continuación sus resultados e impactos.

El monocultivo del arroz bajo riego se caracteriza por ser una agricultura de altos insumos externos que depende fuertemente de las casas comerciales para la compra de semillas y que practica la utilización indiscriminada de agroquímicos y de agua para el riego. Arroja valores promedios de consumo de plaguicidas en un orden de 2 litros de fungicidas por Ha, 2 litros de insecticidas por Ha y 2.5 litros de herbicidas por Ha, 200 kg de fertilizantes nitrogenados por Ha, 100 kg de fertilizantes fosforados por Ha y 100 kg de fertilizantes potasios por Ha. Por otro lado, el consumo de agua para riego para producir 01 kg de arroz cáscara es del orden de 4 m<sup>3</sup>.

Los cálculos sobre el consumo de insumos externos para la producción de arroz bajo riego, han arrojado cifras alarmantes de consumo de plaguicidas por año proyectado a nivel regional. Se utiliza por año un total de 572.000 litros de fungicidas, insecticidas y herbicidas; así como 53.600.000 kg de fertilizantes. La tasa de consumo de agua es la más alarmante con el orden de 2.112.000.000 de m<sup>3</sup>. año un agua que, por el uso agrícola, se está contaminando (Chappa, 2007).

<b>INSUMOS</b>	<b>Cantidad promedio. Ha<sup>-1</sup></b>	<b>Promedio. Ha<sup>-1</sup>. cosecha a nivel regional (44 000 ha)</b>	<b>Promedio. Ha<sup>-1</sup>. 2 cosechas al año en la Región San Martín</b>
<b>HERBICIDAS</b>	2.5 litros	110 000	220 000
<b>FUNGICIDAS</b>	2.0 litros	88 000	176 000
<b>INSECTICIDAS</b>	2.0 litros	88 000	176 000
<b>FERT. (N)</b>	200 kg	8 800 000	17 600 000
<b>FERT. (P)</b>	100 kg	4 400 000	8 800 000
<b>FERT. (K)</b>	100 kg	4 400 000	8 800 000
<b>USO DEL AGUA. Ha<sup>-1</sup></b>	24 000 m <sup>3</sup> *	1, 056' 000, 000	2,112'000,000

\*4 m<sup>3</sup> (6000 kg.ha<sup>-1</sup>)

Fuente: Chappa (2007)

**Figura 1:** Consumo promedio de plaguicidas, fertilizantes y agua por el monocultivo del arroz bajo riego en la Región San Martín

### **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”. 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.

### **Factores que influyen en la cantidad y calidad del agua**

*Uso de la tierra y su relación con la calidad del agua.* La investigación explora los factores, actividades, procesos y condiciones sociales que estén incidiendo en la cantidad y calidad del agua de una microcuenca. Los cambios en el uso de la tierra sobre la calidad del agua han sido ampliamente comprobados. Éstos provocan alteraciones en los regímenes hídricos, cambios dramáticos de la calidad y cantidad del agua, especialmente al uso potable. Las prácticas de manejo en el uso de la tierra tienen una influencia muy fuerte en la calidad y cantidad del agua (Mitchell, Stapp y Bixby, 1991).

Subíndice	Parámetros	Nivel o Intervalo deseable
Campo (sIC)	pH	6.5-8.5
	OD	5.5-8.0 mg/L
	Conductividad	2000 µS/cm
Materia orgánica (sIMO)	DBO <sub>5</sub>	15 mg/L
	DQO	20 mg/L
	Grasas y aceites	10 mg/L
Nutrientes (sIN)	Fósforo total	0.1 mg/L
	Nitrógeno total	1 mg/L
Tóxicos orgánicos (sITO)	SAAM	0.5 mg/L
	Fenoles	0.010 mg/L
	Anilinas	0.002 mg/L
Contaminación fecal (sIF)	Coliformes totales	1000 NMP/100 mL
	Coliformes fecales	100 NMP/100 mL
Metales pesados (sIMP)	Al	5.0 mg/L
	As	0.05 mg/L
	Cd	0.01 mg/L
	Cr	0.05 mg/L
	Cu	0.5 mg/L
	Fe	5.0 mg/L
	Hg	0.003 mg/L
	Mn	0.2 mg/L
	Pb	0.1 mg/L
	Zn	5.0 mg/L

**Figura 2:** Parámetros que incluyen cada uno de los subíndices del IGCA y valores del nivel deseable de cada parámetro en el agua para uso de riego agrícola.

### Clasificación de aguas residuales.

**Aguas blancas o de lluvia.** Son aguas procedentes de los drenajes o de escorrentía superficial, caracterizándose por grandes aportaciones intermitentes y escasa contaminación (Metcalf, 2004).

**Aguas residuales domésticas.** Son aquellas de origen residencial y comercial que contienen desechos fisiológicos, entre otros, provenientes de la actividad humana, y deben ser dispuestas adecuadamente (OEFA, 2014).

**Aguas residuales industriales.** Son aquellas que resultan del desarrollo de un proceso productivo, incluyéndose a las provenientes de la actividad minera, agrícola, energética, agroindustrial, entre otras (OEFA, 2014).

**Aguas residuales agrícolas.** Son aquellas aguas residuales que contienen sustancias de actividades agrícolas y ganaderas (agroquímicos, pesticidas, herbicidas, estiércol, etc.) (OEFA, 2014).

**Aguas residuales municipales.** Son aquellas aguas residuales domésticas que pueden estar mezcladas con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial previamente tratadas, para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado (OEFA, 2014).

### **Estudio de impacto ambiental.**

El estudio de impacto ambiental está orientado a predecir y evaluar los efectos del desarrollo de una actividad sobre los componentes del ambiente natural y sociocultural y proponer las correspondientes medidas preventivas, mitigantes, correctivas, compensatorias. (Garmendia, Crespo y Garmendia, 2006).

Las categorías de contaminación que impactan a los recursos hídricos se derivan de fuentes puntuales y no puntuales. Éstas afectan y alteran las características naturales de los recursos hídricos, ocasionalmente por actividades naturales, pero en su mayoría el mayor de los impactos es de carácter antropogénico (FAO, 1993). Dependiendo de su origen existen dos tipos de contaminación de las aguas: Contaminación puntual y difusa.

### **Uso del agua en la agricultura.**

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”. 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 (2013) 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.

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).

### **Estándar de calidad ambiental (ECA)**

#### **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

### **Los Estándares de Calidad Ambiental para Agua como referente obligatorio.**

Según el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM.

Los parámetros de los ECA para Agua que se aplican como referente obligatorio en el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, se determinan considerando las siguientes variables, según corresponda:

- a) Los parámetros asociados a los contaminantes que caracterizan al efluente del proyecto o la actividad productiva, extractiva o de servicios.
- b) Las condiciones naturales que caracterizan el estado de la calidad ambiental de las aguas superficiales que no han sido alteradas por causas antrópicas.
- c) Los niveles de fondo de los cuerpos naturales de agua; que proporcionan información acerca de las concentraciones de sustancias o agentes físicos, químicos o biológicos presentes en el agua y que puedan ser de origen natural o antrópico.
- d) El efecto de otras descargas en la zona, tomando en consideración los impactos ambientales acumulativos y sinérgicos que se presenten aguas arriba y aguas abajo de la descarga del efluente, y que influyan en el estado actual de la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua donde se realiza la actividad.

- e) Otras características particulares de la actividad o el entorno que pueden influir en la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua.

La aplicación de los ECA para Agua como referente obligatorio está referida a los parámetros que se identificaron considerando las variables del numeral anterior, según corresponda, sin incluir necesariamente todos los parámetros establecidos para la categoría o subcategoría correspondiente.

### **1.3. Definición de términos básicos**

#### **Contaminación ambiental.**

“Es el conjunto de elementos físicos, químicos y biológicos, de origen natural o antropogénicas, que rodean a los seres vivos y determinan sus condiciones de existencia”. Entre estas condiciones tenemos, por ejemplo, la calidad del aire que respiramos, la calidad del agua que tomamos, la disponibilidad de alimentos sanos, y la presencia de especies y de material genético, entre otras. (Ministerio del Ambiente-MINAM, 2014)

#### **Plaguicidas.**

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 (Vásquez, 2010)

#### **Fungicidas.**

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” 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. Los fungicidas según (Doménech, 2010)

### **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)

### **Actividades agrícolas**

Se refieren a la producción primaria y comercio agrícola, vegetal, pecuario, acuícola, pesquero y forestal. Las actividades agrícolas vegetal, pecuaria y forestal aprovechan directamente los recursos naturales y los procesos ecológicos de los ecosistemas terrestres para la obtención de sus productos con afectaciones directas e indirectas tanto a estos ecosistemas como a los acuáticos: tanto a los cuerpos de aguas continentales – fluviales y lacustres- como marinos. Las acuícolas y pesquera aprovechan directamente cuerpos de aguas continentales, marino-costeros y marinos. (Rebolledo, 2011).

### **Impacto ambiental**

Entiéndase que toda referencia al impacto ambiental en el marco del SEIA [Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental] comprende los impactos sociales que estuvieran relacionados”, es conveniente comentar que solo en el plano del discurso se considera que los impactos ambientales incluyen los impactos sociales; en el quehacer cotidiano y operativo, no. Para los especialistas que elaboran los estudios de impacto ambiental está bien delimitado lo que se considera un impacto social y un impacto ambiental: ninguno contiene al otro, conceptualmente. Mayores debates pueden ser necesarios. (Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM)

### **Impacto ambiental**

Se refiere al impacto ambiental como la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por acciones humanas (labores mineras) o actividad en un área determinada. Este autor, opina que los impactos ambientales pueden ser

positivos o negativos, es decir, beneficiosos o no deseados. En el presente trabajo se hará referencia a impacto ambiental en su connotación negativa, pues son éstos los que deben ser minimizados en un proyecto. (Zaror, 2002).

**Estándares de calidad ambiental (ECA):** Son indicadores de calidad ambiental, miden la concentración de elementos, sustancias, parámetros físicos, químicos y biológicos que se encuentran presentes en el aire, agua o suelo, pero que no representan peligro para los seres humanos ni al ambiente (MINAM - Ministerio del ambiente, 2014).

### **La calidad del agua**

Define en función de un conjunto de características variables fisicoquímicas o microbiológicas, así como de sus valores de aceptación o de rechazo, la calidad físico-química del agua se basa en la determinación de sustancias químicas específicas que pueden afectar a la salud (OMS, 2006) tras cortos o largos periodos de exposición (Rojas, 2002)

## CAPÍTULO II

### MATERIAL Y MÉTODOS

#### 2.1. Materiales

**Recursos humanos:** Durante el desarrollo del estudio se contó con el siguiente requerimiento: Tesista, asesor, operarios de recolección, operarios para que realicen las encuestas, otros.

**Recursos materiales:** En la siguiente tabla se muestra los materiales utilizados en la presente investigación:

**Tabla 1**

*Recursos materiales necesarios para el estudio.*

N°	Descripción	Unidad	Cantidad
<b>Materiales e insumos</b>			
1	Mascarillas.	Unid.	10
2	Guantes de cuero.	Pares	4
3	Guantes de látex.	Pares	12
4	Wincha de 5 metros.	Unid.	1
5	Sacos de polietileno	Unid.	50
6	Mandiles	Unid.	6
7	Cinta adhesiva	Unid.	10
8	Combustible	Gl.	15
9	Palanas	Unid.	3
<b>Vehículos</b>			
1	Moto lineal	Unid.	1
2	Moto furgoneta.	Unid.	2
<b>Materiales de escritorio</b>			
1	Papel A4	Millar	2
2	Impresiones en A4	Unid.	500
3	Impresiones de Planos en A0	Unid.	20
4	Impresiones de Planos en A1	Unid.	10
5	Copias en A4	Unid.	700
<b>Equipos</b>			
1	Laptop	Unid.	1
2	Cámara digital	Unid.	1
3	Impresora	Unid.	1

## 2.2. Métodos

El método es de tipo descriptivo y analítico en la cual se recoge información, se procesa, se analiza y por último se interpreta la incidencia de las actividades del cultivo de arroz en la calidad del agua del río Indoche (*Parámetros DBO, DQO, pH, conductividad, cloruros, sulfatos, dureza*)

Para la determinación de las actividades, los procesos y salidas se realizó revisión de archivos oficiales, así mismo se realizó encuestas y entrevistas

Para la recolección de datos del nivel de contaminación del agua se realizó el muestreo y análisis de laboratorio, entrevista e inspección ocular. El mismo que se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 2**

*Técnicas e instrumentos de recolección de datos.*

Variable	Indicadores	Técnica	Instrumento
<b>Independiente:</b> <b>X: Cultivo de arroz</b>	<i>Hectáreas de cultivos.</i>	Revisión archivos	Guías de observación,
	<i>Tipos de agroquímicos</i>	oficiales, encuestas, entrevistas e	cámara fotográfica,
	<i>Cantidad de insumos</i>	inspección ocular	GPS y cuestionario.
<b>Dependiente:</b> <b>Y: Calidad del agua</b>	<i>Parámetros (DBO, DQO, pH, conductividad, cloruros, sulfatos, dureza)</i>	Muestreo / Análisis de Laboratorio	Formatos, cuestionarios, cámara fotográfica. Laboratorio

Durante la realización de la presente tesis se siguió la siguiente metodología de trabajo:

- Visita de reconocimiento a la zona en estudio.
- Recopilación de información: cartográfica
- Levantamiento cartográfico de campo con GPS.
- Toma de muestras de agua del río Indoche para el análisis correspondiente.

- Levantamiento de información mediante encuestas, entrevistas e inspección ocular sobre las hectáreas de cultivos, tipos de agroquímicos y cantidad de insumos e en la zona de estudio.

***Procedimientos realizados para el cumplimiento de los objetivos.***

Para la determinación de las hectáreas de cultivos de arroz, se realizó entrevista a los agricultores de la zona (Ver ficha de encuesta), se georreferenció la zona y se realizó el dateo mediante la utilización de herramientas de geolocalización. Las encuestas fueron realizadas en los meses de enero a abril del 2019.

Para identificar, clasificar y cuantificar los principales agroquímicos que se utilizan en la producción de arroz en el sector Shica, se realizó entrevista a los agricultores de la zona (Ver ficha de encuesta) en los meses de enero a abril del 2019. Así mismo se verificó durante todo el proceso de producción de arroz (de una campaña) los tipos y cantidad de insumos que utilizan los agricultores de dicha zona.

Para determinación el nivel de cambio en los parámetros: *DBO*, *DQO*, *pH*, *conductividad*, *cloruros*, *sulfato* y *dureza* del río Indoche, en primera instancia se realizó muestreo para determinar los valores antes (a 80 metros – esto por lo dificultoso del acceso) y después del punto de desfogue de los canales de riego (Ver puntos de monitoreo – anexo 3), estos fueron comparados entre los valores obtenidos antes y después de la descarga de agua utilizad en el cultivo de arroz , así mismo han sido comparadas con el DS-004-2017- MINAM con la finalidad de observar si sobrepasan los ECAS.

## **CAPÍTULO III**

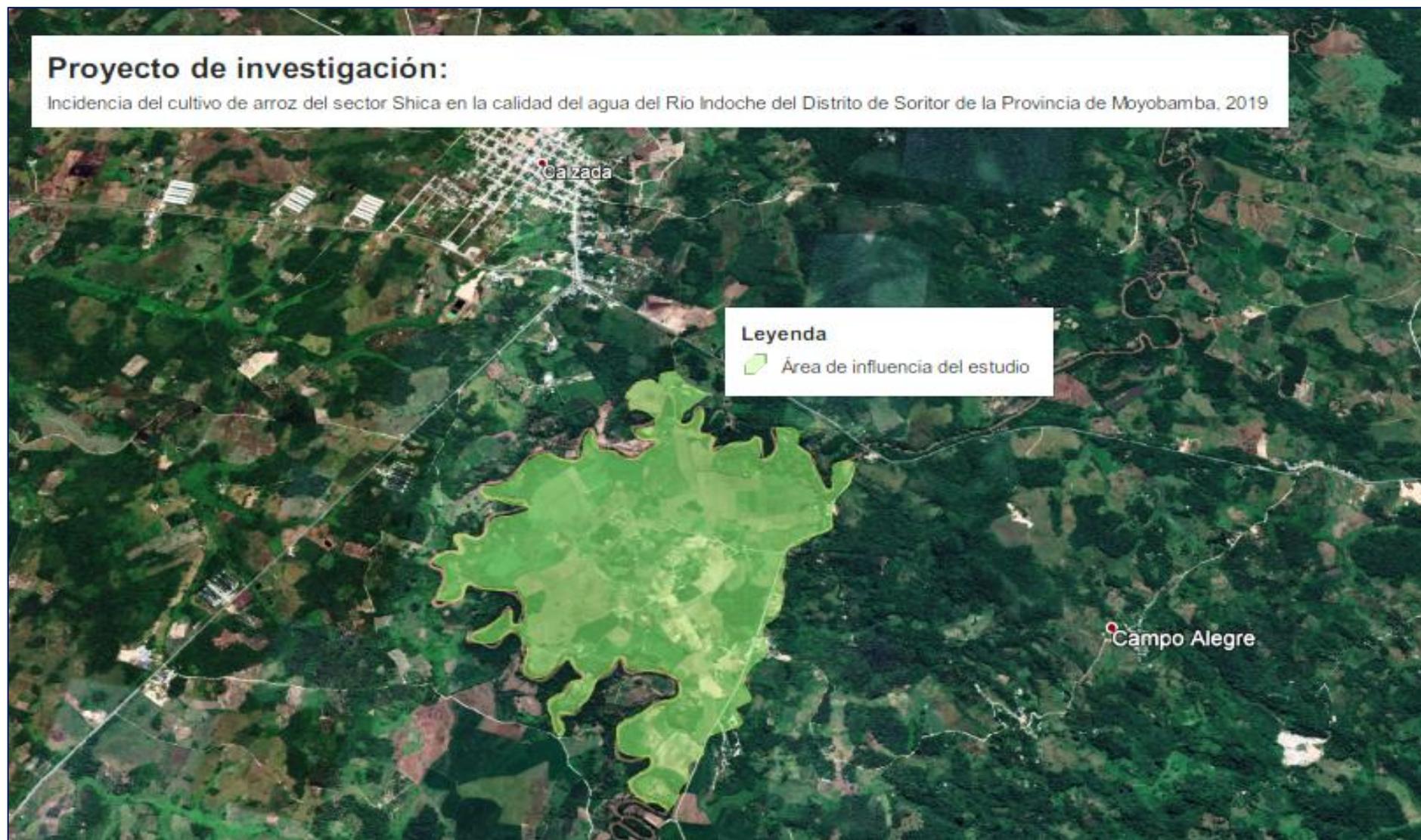
### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1. Resultados.**

##### **3.1.1 Hectáreas de cultivos de arroz que desarrollan en el sector Shica de Distrito de Soritor.**

En el sector Shica hay 378 ha de arroz que son administradas por Soritor, los cuales fueron determinados mediante monitoreo utilizando Gps y verificado con encuestas. La variedad que se siembra en la zona es la que fue liberada por la empresa privada, rápidamente se está convirtiendo en la más adoptada en la zona del Alto Mayo en la región San Martín y Bagua en Amazonas. La variedad denominada JS 2031 “San Isidro”, fue lanzada en el Valle de la Conquista, jurisdicción de la provincia de Moyobamba en el presente mes, por la empresa JB Saavedra SAC, como alternativa complementaria para competir con el mercado nacional e internacional debido a su buena calidad organoléptica al igual que las grandes variedades de la costa como el IR 93, de gran demanda. Esta nueva variedad rinde un promedio de 10.6 toneladas por hectárea según los ensayos realizados en campo, tiene mayor precocidad (139) días que la variedad “Esperanza” (145 días), es resistente al virus de la Hoja Blanca del arroz, resistente al desgrane, tolerante a la tumbada, de grano largo, de buen granearo; entre otros atributos, que lo convierten en un arroz de buena calidad.

Su resistencia a enfermedades contribuye a bajar los costos de producción para los agricultores y a impulsar las ganancias, ya que reduce la necesidad de aplicar fungicida, teniendo en cuenta que en el transcurso de todos estos años venimos sufriendo muchas pérdidas en este cultivo, ya sea por plagas y enfermedades o por el mal manejo que se brindaba al mismo. El arroz, es uno de los principales cultivos en la región San Martín, con 112 mil 51 hectáreas de áreas instaladas, figurando la zona del Alto Mayo con un promedio aproximado de 47 mil 11 hectáreas. El gran potencial de las variedades bien adaptadas es primordial para ayudar a satisfacer la creciente demanda de un producto básico, que proporciona el 19% del consumo de calorías diarias.



*Imagen 1.* Zona de cultivos de arroz, cercanos al río Indoche.

### **3.1.2. Principales agroquímicos que se utilizan en la producción de arroz en el sector Shica.**

Los valores y elementos que se menciona a continuación son para una hectárea de cultivo de arroz en la zona de estudio.

El valor promedio utilizado en lo que respecta a la cantidad de semilla para una hectárea de cultivo de arroz es 64 kg.

En lo que concierne a los agroquímicos (herbicidas, insecticidas, fertilizantes, etc.) destacan los siguientes según etapas:

#### **Germinación o almacigado**

##### *En la germinación o almacigado se utilizan*

10 unidades de nitrógeno (equivalente a 10kg de nitrógeno puro).

Posterior al trasplante del arroz se utiliza:

100 unidades de nitrógeno

100 unidades de fosforo

50 unidades de potasio

*Para la fumigación en esta etapa también se aplica (para un cilindro de 200L/ha).*

1L de fosforo por hectárea

200 gr (aminoácidos + microelementos)

1L de fertilizantes foliar 20-20-20

Además de 200 mL de fipronil + 100gr de metomil

##### *Posteriormente a los 45 días del trasplante se utiliza:*

100 unidades de Nitrógeno

100 unidades de Potasio

***Luego en la etapa de punto de algodón (65-72días) se utiliza:***

100 unidades de Potasio

100 unidades de Magnesio

80 unidades de Calcio

50 unidades de Nitrógeno

***Para la fumigación en esta etapa se aplica (para un cilindro de 200L/ha).***

1L de fertilizante foliar PK

3.3 mL de bolero (Difenoconazole 250 g/l + Propiconazole 250 g/l)

1kg de antracol (propineb) para la helada

160 mL de fipronil

100 gr de emamectin benzoato

***Luego en la etapa de floración se aplica en fumigación***

1kg de propinep cimoxamil

500 mL de carbendacim

1 L de calcioboro

1 L de potasio al 42%

200 mL de imidacloprit

1kg de propineb

500 mL de azufre

2 L de potasio.

**Tabla 3**

*Identificación, clasificación y cuantificación de los agroquímicos utilizados en el sector Shica*

<b>Agroquímico</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Cantidad/ha</b>	<b>Toxicidad</b>	<b>Efectos ambientales</b>	<b>P.C.</b>
Fipronil	Insecticida de contacto e ingestión	360 mL/ha	Moderadamente peligroso	Peligroso para las abejas. Muy tóxico para los organismos acuáticos. Puede causar a largo plazo efectos nocivos a los organismos acuáticos.	21 días
Metomil	Insecticida de amplio espectro de acción y tiene efecto inmediato	100 g/ha	Altamente peligroso	Abejas: Altamente tóxico. Aves: Muy tóxico. Peces: Moderadamente tóxico. No aplicar con las abejas en el cultivo.	3-5 días
Difenoconazole + Propiconazole	Fungicida Agrícola. Fungicida de actividad sistémica con movimiento acropétalo (ascendente a través de la xilema)	3.3 mL/ha	Moderadamente Peligroso.	Muy tóxico para organismos acuáticos. Evitar contaminar el agua superficial y los sistemas de drenaje	35 días
Propineb + cimoxamil	Fungicida foliar de acción preventiva	3 kg/ha	Ligeramente Peligroso.	El producto es tóxico para organismos acuáticos, prácticamente no tóxico a abejas y aves. No contaminar alimentos, forrajes, cursos o fuentes de agua con el producto o sus envases.	30 días
Emamectin benzoato	Insecticida Agrícola	100 g/ha	Ligeramente peligroso	No lo vierta en el agua superficial o el sistema de alcantarillado sanitario.	7 días
Carbendazim	Fungicida sistémico, con actividad preventiva y curativa.	500 mL/ha	Ligeramente Peligroso.	Muy tóxico para organismos acuáticos. Puede causar efectos adversos a largo plazo en el ambiente acuático	21 días
Imidacloprit	Insecticida de alta sistemicidad	200 mL/ha	Moderadamente peligroso	Es tóxico para organismos acuáticos. Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático. Es tóxico para abejas.	21 días

La tabla 3 muestra los diversos agroquímicos que son usados en el sector Shica por los agricultores para la producción de arroz, en los que destacan insecticidas y fungicidas en diferentes cantidades por área de terreno y a lo largo de una cosecha.

El agroquímico que es más utilizado en la zona es el propineb + cimoxamil alcanzando una dosis de 3kg/ha durante una cosecha, cabe destacar que este fungicida está catalogado como ligeramente peligroso, mientras que el insecticida más tóxico que es utilizado por los agricultores destaca el metomil, con una dosis de 100gr/ha durante todo el periodo de una cosecha, a este fungicida también se le agrega Difenconazole + Propiconazole con una dosis promedio de 3,3 mL/ha y el Carbendazim con una dosis de 500 mL/ha.

### **3.1.3 Nivel de cambio en la calidad del agua con referencia al DBO<sub>5</sub>, pH, conductividad, cloruros, sulfatos y dureza del Río Indoche.**

El río Indoche nace en las vertientes orientales de la cordillera central con un recorrido de sur a norte desembocando en la parte derecha del río Mayo en las cercanías de la localidad de Yantaló, tiene una longitud de unos 82 Km.

Las mediciones de los parámetros especificados se hicieron en dos puntos, uno antes de la zona por donde discurren las aguas del regadío de los cultivos de arroz y otra en la parte posterior de donde discurren los guas dedicados al regadío del cultivo del arroz del sector Shica. Estas mediciones tuvieron lugar durante el periodo de siembra de arroz hasta la cosecha en las zonas aledañas al río Indoche.

Los resultados obtenidos del análisis de laboratorio se muestran en las siguientes tablas:

***Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno***

**Tabla 4**

*Demanda bioquímica de oxígeno en las aguas del río Indoche antes y después del punto de descarga*

<b>Muestreo</b>	<b>Antes del punto de descarga</b>	<b>Después del punto de descarga</b>
1ro	1,86 mg/L	1,71 mg/L
2do	1,81 mg/L	1,80 mg/L
3ro	1,80 mg/L	1,78 mg/L
4to	1,90 mg/L	1,85 mg/L
Promedio	1,84 mg/L	1,79 mg/L

La tabla 4 muestra los resultados obtenidos a lo largo de los 4 muestreos en lo que respecta a la demanda bioquímica de oxígeno en el punto del río Indoche anterior a la descarga (80 metros antes) de las aguas del regadío de cultivos de arroz en el sector Shica en donde el valor promedio obtenido es de 1,84 mg/L el mismo que es superior al resultado obtenido en el punto posterior (80 metros aguas abajo) a la descarga en donde el valor promedio obtenido es de 1,79 mg/L.

Estos valores disminuyen en 4 puntos debido a que la cantidad de microorganismos en el agua se ve mermada como resultado de muchos de los agroquímicos identificados son tóxicos para diversos tipos de vida acuática.

Además, cabe destacar que estos valores están muy por debajo por los estándares de calidad ambiental establecidos en el DS-004-2017-MINAM en donde establece que las aguas para riego de vegetales y bebida de animales deben tener una DBO<sub>5</sub> no mayor a 15 mg/L.

**Determinación de la presencia de cloruros en las aguas del río Indoche cercanas a la zona de cultivo de arroz del estudio.**

**Tabla 5**

*Cloruros presentes en las aguas del río Indoche antes y después del punto de descarga*

<b>Muestreo</b>	<b>Antes del punto de descarga</b>	<b>Después del punto de descarga</b>
1ro	16,04 mg/L	16,89 mg/L
2do	15,33 mg/L	15,35 mg/L
3ro	15,46 mg/L	15,67 mg/L
4to	15,80 mg/L	16,75 mg/L
Promedio	15,66 mg/L	16,17 mg/L

La tabla 5 muestra la cantidad de cloruros presentes en los 4 muestreos en el agua del río Indoche en el punto anterior a la descarga por donde discurren las aguas del canal de regadío del sector Shica en donde el valor promedio obtenido es de 15,66 mg/L, siendo este valor inferior al valor promedio obtenido en el punto posterior a las descarga(80 metros aguas abajo) en donde el valor se incrementa hasta llegar a los 16,17 mg/L como resultado de la utilización de ciertos fertilizantes y agroquímicos que motivan el incremento de estos valores en el agua.

Comparado estos valores con los ECAs para el agua categoría 3 los resultados siguen estando muy lejos de los 500mg/L que establece la norma.

## Determinación de la cantidad de sulfatos

**Tabla 6**

*Sulfatos presentes en las aguas del rio Indoche antes y después del punto de descarga*

Muestreo	Antes del punto de descarga	Después del punto de descarga
1ro	21,91 mg/L	22,10 mg/L
2do	20,42 mg/L	20,41 mg/L
3ro	19,22 mg/L	19,23 mg/L
4to	22,56 mg/L	23,01 mg/L
Promedio	21,03 mg/L	21,19 mg/L

En la tabla 6 se aprecia los resultados obtenidos a lo largo de los 4 monitoreos y muestreos que se realizaron en materia de cantidad de sulfatos presentes en las aguas del Rio Indoche tanto en el punto anterior a la descarga de las aguas de regadío de los cultivos de arroz del sector Shica,

Así como en el punto posterior al punto de descarga de los cuales se puede apreciar que el nivel promedio de sulfatos se incrementó de 21,03 mg/L a 21,19 mg/L como resultado de la presencia de agroquímicos y fertilizantes residuales utilizados en los sembríos de arroz del mencionado sector, estos valores que se presentan son por la cantidad de caudal que se descarga en el río y por la capacidad de autodepuración.

Los valores obtenidos son muy bajos en comparación de los 1000 mg/L que establece los ECAs para el agua.

## Determinación de la dureza de las aguas del río Indoche.

**Tabla 7**

*Dureza en calcio del agua del río Indoche antes y después del punto de descarga.*

Muestreo	Primer muestreo	Segundo muestreo
1ro	34,01 mg/L	34,00 mg/L
2do	35,05 mg/L	36,08 mg/L
3ro	36,21 mg/L	36,83 mg/L
4to	32,36 mg/L	33,12 mg/L
Promedio	33,45 mg/L	35,01 mg/L

La tabla 7 muestra la dureza del agua del Río Indoche en el sector Shica, en materia de calcio presente en miligramos por cantidad de agua, tanto en un punto anterior a 80 metros por donde discurren las aguas de regadío de los campos del cultivo de arroz del sector en cuestión, así como en un punto posterior a 80 metros al punto de descarga de las aguas del canal de riego del mencionado sector, en donde se puede evidenciar que el calcio pasó de un valor promedio de 33,45 mg/L en el punto anterior a un promedio de 35,01 mg/L en el punto posterior como resultados de los cuatro monitoreos a lo largo de las etapas del sembrío de arroz.

**Tabla 8**

*Dureza en magnesio del agua del río Indoche antes y después del punto de descarga.*

Muestreo	Antes del punto de descarga	Después del punto de descarga
1ro	3,98 mg/L	4,31 mg/L
2do	3,12 mg/L	3,12 mg/L
3ro	4,20 mg/L	4,21 mg/L
4to	3,87 mg/L	4,19 mg/L
Promedio	3,79 mg/L	3,96 mg/L

La tabla 8 nos muestra los promedios de 04 resultados en lo que concierne a la cantidad en miligramos de magnesio por cantidad de agua presentes en el río Indoche.

Estos monitoreos fueron efectuados de manera mensual a lo largo del periodo vegetativo de arroz en un punto anterior y posterior, que distan en 80 metros al punto de descarga de las aguas de riego de los cultivos de arroz del sector Shica, tanto aguas arriba como aguas abajo, en donde el valor promedio inicial es de 3,79 mg/L y el valor final como resultado de la descarga de las aguas de riego de arroz del sector Shica es de 3,96 mg/L, evidenciándose que existen un leve incremento en este elemento.

**Tabla 9**

*Dureza total del agua del río Indoche antes y después del punto de descarga*

<b>Parámetro</b>	<b>Antes del punto de descarga</b>	<b>Después del punto de descarga</b>
Calcio	33,45 mg/L	35,01 mg/L
Magnesio	3,79 mg/L	3,96 mg/L
Dureza total	37,24 mg/L	38,97 mg/L

La tabla 9 nos muestra la dureza total del agua del río Indoche en el sector Shica, la misma que es resultado de la sumatoria de los promedios de los 04 monitoreo, tanto en el punto anterior a la descarga, así como en el punto posterior a la descarga teniendo como valores en un primer aspecto 37,24 mg/L y luego se tiene un valor final de 38,97 mg/L como resultado de la descarga de las aguas de regadío del sector Shica, de cual se puede determinar que existe una variación mínima entre los puntos antes y después de las descargas.

## Determinación del pH del agua del río Indoche

**Tabla 10**

*pH del agua del río Indoche antes y después del punto de descarga*

Muestreo	Antes del punto de descarga	Después del punto de descarga
1ro	6,8	6,5
2do	6,6	6,8
3ro	6,9	6,7
4to	6,6	6,3
Promedio	6,7	6,6

En la tabla 10 se muestran los resultados del nivel del pH de las aguas del Río Indoche, tanto 80 metros aguas arriba (antes del punto de descarga), así como 80 metros aguas abajo del punto de descarga de las aguas que discurren del canal de regadío para cultivos de arroz del sector Shica,

Se observa que el nivel del pH se volvió más ácido pasando de 6,7 como valor promedio de los 04 monitoreos a 6,6 como resultado de la acción acidificante de algunos fertilizantes y agroquímicos que son utilizados por los agricultores.

Los niveles de pH se encuentran entre los rangos establecidos por los estándares de calidad ambiental ECAs, en la que se establecen que deben situarse entre los 6,5 - 8,5.

## Determinación de la conductividad del agua del río Indoche

**Tabla 11**

*Conductividad del agua antes y después del punto de descarga*

Muestreo	Antes del punto de descarga	Después del punto de descarga
1ro	168 $\mu\text{S}/\text{cm}$	174 $\mu\text{S}/\text{cm}$
2do	157 $\mu\text{S}/\text{cm}$	158 $\mu\text{S}/\text{cm}$
3ro	163 $\mu\text{S}/\text{cm}$	167 $\mu\text{S}/\text{cm}$
4to	159 $\mu\text{S}/\text{cm}$	160 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Promedio	162 $\mu\text{S}/\text{cm}$	165 $\mu\text{S}/\text{cm}$

La tabla 11 presenta los valores obtenidos en cuanto a conductividad en las aguas del río Indoche tanto en un punto anterior y posterior a la zona de descarga de las aguas de sector Shica, en la cual se evidencia que la conductividad del agua se incrementó de 168  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 194  $\mu\text{S}/\text{cm}$  con relación al punto anterior y posterior al de descarga de las aguas que discurren de los sembrío de arroz del mencionado sector, este incremento se debe a que la cantidad de sales aumento como resultado del uso de fertilizantes para mejorar el rendimiento del cultivo de arroz.

La conductividad obtenida dista lejos de los 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  que establece los estándares de calidad ambiental para el agua.

### 3.2. Discusiones

Los resultados obtenidos de la investigación se tienen que la mayor cantidad de agroquímicos que son utilizados en el cultivo de arroz en el sector Shica son de naturaleza o acción insecticida, los mismos que concuerdan con los resultados obtenidos por Goycochea y Carranza en año 2016, en el distrito de Jepelacio en donde

determinó que los insecticidas significan un 53,9 % del total de agroquímicos utilizados por los agricultores del distrito en cuestión.

La presente investigación de acuerdo a los resultados evidencia que existe una alteración de la calidad del agua de grado menor en las aguas del río Indoche, en el sector Shica como resultado del uso de agroquímicos en la producción de arroz, dichos resultados concuerdan con los resultados obtenidos por Castillo, Ruíz, Manrique y Pozo en el año 2020, en la investigación contaminación por plaguicidas agrícolas en los campos de cultivos en Cañete en donde concluye que a nivel de agua, la contaminación por plaguicidas agrícolas, es positivamente baja, lo que se refleja en el recurso hídrico, afectando levemente la concentración de oxígeno, el equilibrio ecológico, por la costumbre de los agricultores de dejar los envases de productos químicos cerca a los canales de regadío.

Además si bien es cierto el grado de contaminación no es significativa, la utilización de agroquímicos en el cultivo de arroz en el sector Shica es la principal fuente de contaminación de las aguas del río Indoche en ese sector, concordando con lo obtenido en sus investigación de Roque en el año 2017, en la que determino que las actividades antrópicas, causan mayor impactos sobre los componentes ambientales de la microcuenca del río Timarini, en interacción magnitud/importancia son la agricultura con un valor negativo de -527, debido al control químico de la maleza, limpieza de terreno para instalación y control de plagas de cultivos con agroquímicos, al igual que menciona Trama en el año 2014 en su investigación “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.

Esta situación es coincidente también con la investigación llevada a cabo por Benítez y Miranda en el año 2013, en donde manifiestan que el uso inadecuado y excesivo de grandes volúmenes de plaguicidas en la actividad agrícola ha traído como consecuencia la contaminación de las aguas superficiales cercanas a las zonas de producción en el país de Venezuela, encontrándose en la mayoría de los casos concentraciones de principios activos que superan los niveles máximos permitidos por las normativas nacionales e internacionales establecidas para su control, el mismo que coincide también en la investigación desarrollada en España por Rodríguez, Martínez, Peregrina, Ortiz y Cárdenas en el año 2019, en donde concluye que la agricultura intensiva es la principal causa de contaminación por plaguicidas en el agua superficial de la cuenca del río Ayuquila - Armería.

A lo largo de todas las parcelas de arroz del sector Shica todas estas utilizan agroquímicos para mejorar e incrementar el rendimiento del cultivo de arroz, esta situación muy similar a la detectada por Cantou, Roel, Lavecchia y García, en el año 2014 en el valle del río Grande del Sur en el país de Uruguay en donde 96% del área de arroz sembrada utiliza agroquímicos para mejorar e incrementar su rendimiento, los cuales en época lluviosa son muchos menos notorios y persistentes que en época seca ya que se diluyen en las aguas, situación que concuerda con los resultados obtenidos por Arteaga, Marrugo y Sánchez en el año 2017 en un estudio realizado en la ciudad de la Doctrina - Córdoba en Colombia, en la cual ciertos agroquímicos son detectables en los canales de riego de los cultivos en un 50% en época seca y en un 23% en época lluviosa.

## CONCLUSIONES

La cantidad de hectáreas de cultivo de arroz en el sector Shica, aledaño al río Indoche según el dateo mediante la utilización de herramientas de geolocalización es de 378 ha activas y cultivadas de manera permanente por los agricultores de la zona los mismos que utilizan regadío a través de un canal y diversos agroquímicos para incrementar la producción de este cultivo.

Los agroquímicos principales utilizados por los agricultores del sector Shica en el cultivo de arroz destacan los insecticidas tales como Fiponil (360mL/ha), Metomil (100g/ha), Emamectin benzoato (100g/ha) e Imidacloprit (200mL/ha) y en los fungicidas se tiene a Difenoconazole + Propiconazole (3.3 mL/ha), Propineb + cimoxamil (3 kg/ha) y Carbendazim (500 mL/ha) los mismos que son aplicados en diferentes dosis y a lo largo de las etapas del cultivo.

Según los datos obtenidos se determina que si existe un nivel de cambio en los parámetros establecidos (DBO, pH, conductividad, cloruros, sulfatos y la dureza de las aguas del río Indoche) para el estudio en relación a un punto anterior y posterior a por donde discurre las aguas de regadío de los cultivos de arroz del sector Shica, en el Río Indoche, cabe destacar que este cambio es mínimo y que ninguno de los parámetros monitoreados supera los estándares de calidad ambiental establecidos por la norma correspondiente.

## RECOMENDACIONES

A los agricultores del sector Shica y el general a todos los agricultores del alto mayo dedicados al cultivo de arroz y a otros cultivos de la zona a utilizar de manera mesurada los agroquímicos debido a que su uso en exceso está deteriorando la calidad del agua de los cuerpos de agua y demás agentes bióticos y abióticos de los ecosistemas circundantes.

A los estudiantes de la UNSM-T a seguir profundizando en los estudios respecto a los impactos negativos que causan los agroquímicos utilizados en los campos agrícolas de la región y del Perú a los componentes bióticos de los ecosistemas circundantes en donde estos se están utilizando, así como realizar estudios que incluyan otros parámetros relacionados al cultivo de arroz.

A los funcionarios públicos de los entes rectores del Ministerio de agricultura, SENASA, Autoridad Nacional del Agua, entre otros con competencias dentro de la materia a mejorar los protocolos de protección y regulación existentes, además de realizar seguimiento y monitoreo para garantizar que las prácticas agrícolas no influyan negativamente en la calidad ambiental de los espacios aledaños a donde estas labores se realizan.

A los gobiernos locales y al gobierno regional de la región San Martín a impulsar proyectos de producción agrícola que fomente la utilización de tecnologías, métodos, fertilizantes de naturaleza amigable con el ambiente y la salud humana.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMRESAM-SNV. (2002). Guía de Instituciones Relacionadas con el Desarrollo Local y Regional de la Región San Martín (183 pp.). Tarapoto. Enero

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.

ARTEAGA, G., MARRUGO, J., Y SANCHEZ, J. (2020). Plaguicidas en canales de riego del distrito de La Doctrina (Córdoba-Colombia). *Temas agrarios* [en línea]. Noviembre, 2017, 23(1), 20-36 [fecha de consulta: 07 de setiembre de 2020]. Disponible en: <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/view/1143>.

BENÍTEZ, P., y MIRANDA, L. (2020). Contaminación de aguas superficiales por residuos de plaguicidas en Venezuela y otros países de Latinoamérica. *Rev. Int. Contam. Ambie.* [en línea]. Septiembre, 2013, 29(Número especial sobre plaguicidas), 7-23 [fecha de consulta: 07 de setiembre de 2020]. ISSN: 0188-4999. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37028958001> BARÓN JUSTUS VON LIEBIG (1873); Factores limitantes y la ley del mínimo” químico alemán, creador de la cadena carbonada.

CANTOU, G., ROEL, Á., LAVECCHIA, A. Y GARCÍA, C. (2020). Manejo del agua en arroz: conservación y uso eficiente. [05 de setiembre del 2020]. Disponible en: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/11823/1/Cantou-G.-et-al.-2010.pdf>.

CASTILLO, BESSY; RUIZ, JOSE O.; MANRIQUE, MANUEL A. L. Y POZO, CARLOS (2020) Contaminación por plaguicidas agrícolas en los campos de cultivos en Cañete (Perú). *Espacios*. Marzo, 2020, 41(10), 11-22. ISSN: 0798 1015.

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL. (2018). *Cultivo de arroz (Oryza sativa L.)* [en línea]. San Salvador: Fondo editorial CENTA, 2018. [fecha de consulta: 11 de setiembre de 2020]. Disponible en: [http://centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Centa\\_Arroz%202019.pdf](http://centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Centa_Arroz%202019.pdf).

CHAPPA S.M.; C.E. (2007). Estudio de sistemas de producción practicado por pequeños agricultores del Bosque Seco tropical en la Selva Alta Peruana. Tesis de maestría por sustentar en la Universidad de Chile. (54 pp.)

DECRETO SUPREMO N° 019-2009-MINAM. Reglamento de la Ley N° 27446. Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.

DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>

DIAZ GRANDA L. (2010) “Estudio de impacto ambiental producido en la granja agrícola El Romeral”. Ecuador.

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

ESTEVAN BOLEA, MARÍA TERESA (1989) Evaluación del Impacto Ambiental, Fundación MAPFRE; Madrid, España.

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.

GARMENDIA, A. SALVADOR, A, CRESPO C. y GARMENDIA L. (2006). Evaluación de Impacto Ambiental. España. Edit. Pearson Educación S.A. ISBN: 84-205-4398-5

GOYCOCHEA, T., Y CARRANZA, M. (2016). Determinación del impacto ambiental producido por el uso de agroquímicos en la producción agrícola del distrito de Jepelacio. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Moyobamba: Universidad Nacional de San Martín, 2016. 65 pp. [Fecha de consulta: 10 de agosto de 2020]. Disponible en: [http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/245/6054714.pdf?sequence=1C3%A1n\\_Medrano\\_2016.pdf](http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/245/6054714.pdf?sequence=1C3%A1n_Medrano_2016.pdf).

GUERRERO PADILLA, ANA Y CHICO RUIZ, JULIO (2011) Uso de pesticidas en el Valle Santa Catalina, La Libertad. Perú. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/311734061/Uso-de-pesticidas-en-el-valle-Santa-Catalina-pdf>

INEI. (1995). Resultados de la Población Normalmente Censada, según el IX Censo

- Poblacional. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Región San Martín – Perú.
- LANGE, G. (2006). Pesticide use in Rice cultivation in Tarapoto, Peru. Pesticide residues in blood of farmers, usage behaviour, and health care practices. Master's thesis. Gun Lange. (20 pp.) Department of Environmental Assessment. Swedish University of Agricultural Sciences. Box 7050. SE-750 07 Uppsala. Sweden. Peru.
- METCALF. Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, Vertido y Reutilización de Aguas Residuales. España: McGraw-Hill. 2004.
- MITCHELL, M; STAPP, W; BIXBY, K. (1991) Manual de campo de proyecto del río. Una guía para monitorear la calidad del agua en el río Bravo. Segunda Edición. México.
- MINAM. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua. DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM. Lima, 2017. 10-18.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE (2014) "Guía de Educación Ambiental en zonas marino costeras: Cuidar las playas, cuidarnos del sol". Lima – Perú.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO (MINAGRI). 2015. *Uso y manejo del agua*. Lima, Perú.
- OEFA. Fiscalización de aguas residuales. México, 2014.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). Guías para la calidad del agua potable primer apéndice a la tercera edición Volumen 1 Recomendaciones Organización Mundial de la Salud. 2006
- PÁEZ SERGIO LUIS ALBERTO (2005). Uso de agrotóxicos en el cultivo de tabaco, su impacto socioambiental en la zona centro de la provincia de Misiones, Argentina. Instituto Superior "Antonio Ruiz de Montoya"- Departamento de Geografía, Posadas - Misiones. Argentina Ayacucho 1962 (3300). Disponible en: <http://observatoriogeograficoamericatlatina.org.mx/egal15/Geografiasocioeconomica/Geografiaagricola/42.pdf>
- PANDURO R. (2003). Agricultura Campesina y Biodiversidad. Documento presentado en el curso de maestría: Agricultura Campesina y Biodiversidad. PRATEC – UNAS
- REBOLLEDO LÓPEZ DEISY (2011). Manual para la valoración social de: impactos y daños ambientales de actividades agrícolas.

RODRÍGUEZ, B., MARTÍNEZ, L., PEREGRINA, A., ORTIZ, C., Y CÁRDENAS, O. (2019). Análisis de residuos de plaguicidas en el agua superficial de la cuenca del río Ayuquila-Armería, México. *Terra Latinoamericana*. [En línea]. Febrero 2019, 37(2), 151-161 [fecha de consulta: 07 de setiembre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.28940/terra.v37i2.462>.

ROJAS MARTÍNEZ, SUSANA PAULA (2015). “Producción de Arroz”. CENTRO DE ESTUDIOS: Universidad de San Martín de Porres. FACULTAD: Ciencias Administrativas y Recursos Humanos. ESCUELA: Administración. Lima. Perú.

ROJAS, R. (2002). Elementos de vigilancia y control. Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano. Lima, CEPIS/OPS.

ROQUE, S. (2017). Impactos de actividades antrópicas en el recurso agua en la microcuenca del Río Timarini – Satipo. (Título de Ingeniero Forestal). Satipo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2017. 52 pp. [05 de setiembre del 2020]. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3996/Roque%20%20Aguilar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SANCHEZ C. (1978) Metodología y diseños en la Investigación Científica. Lima.

SANDIA, L. A., M. CABEZA, J. ARANDIA Y G. BIANCHI (2001). Agricultura, Salud y Ambiente. Cidiat - Fundación Polar. Págs. 244. ISBN: 980-07-6838-6,

SENASA (2017). San Martín: Monitoreo preventivo en cultivos de arroz. <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/san-martin-monitoreo-preventivo-en-cultivos-de-arroz/>.

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.

VILLAR CASTILLO F. (2007). La Agricultura es la actividad más importante de nuestros pobladores rurales.

ZAROR ZAROR, C. A. (2002). Introducción a la Ingeniería Ambiental para la Industria de Procesos. Chile.

**ANEXOS**

**Anexo 1: Panel fotográfico**

*Fotografía 1.* Centros poblados en el sector.



*Fotografía 2.* Preparación de terreno para siembra de arroz



*Fotografía 3.* Encuesta a agricultores



*Fotografía 4.* Cultivo de arroz, floreciendo.



*Fotografía 5.* Cultivo de arroz, para cosecha.



**Fotografía 6.** Canales de riego.



**Fotografía 7.** Puntos de monitoreo



*Fotografía 8.* Proceso de preparación de abonos.

## Anexo 2. Ficha de encuesta.

### Instrumento de unidad productivas de arroz.

La siguiente constituye una encuesta, que permitirá conocer las unidades productivas de arroz que existen en el área de influencia del sector Shica en la calidad del agua del Río Indoche del Distrito de Soritor de la Provincia de Moyobamba.

#### Tesis:

Incidencia del cultivo de arroz del sector Shica en la calidad del agua del Río Indoche del Distrito de Soritor de la Provincia de Moyobamba.

1. Edad del propietario.....

1.2. Años como agricultor.....

1.3. Grado de instrucción:

1	Primaria incompleta
2	Primaria completa
3	Secundaria incompleta
4	Secundaria completa
5	superior

1.4. Número de hectáreas que posee.....

1.5. Condición del terreno:

1	Titulada
2	Certificado de posesión
3	Prestada
4	otros

1.6. Tipo de sistema de suministro de agua

1	Riego por gravedad
2	Riego por bombeo
3	Otro

1.7. Tipo de fertilizante que utiliza:

1	Nitrógeno
2	Fosforo
3	Potasio
4	Magnesio
5	Azufre
6	Otros

1.8. Cantidad de fertilizante que utiliza por hectárea:

N°	Fertilizante	Cantidad / ha
1	Nitrógeno	
2	Fosforo	
3	Potasio	
4	Magnesio	
5	Azufre	
6	Otros	

1.9. Maquinaria y/o equipos que utiliza en el proceso de producción de arroz.

N°	Maquinaria y/o equipo	Etapas de producción
1		
2		
3		

1.10. Tipo y cantidad de combustible que utiliza en el proceso de producción de arroz.

N°	Tipo de combustible	Cantidad
1		
2		
3		

1.11. ¿Cuánta producción de arroz, cosechó en el último periodo de siembra por hectárea?

N°	Especie	Cantidad /ha
1		
2		
3		

**Anexo 3: Puntos de monitoreo.**

<b>N°</b>	<b>Punto de monitoreo</b>	<b>Coordenadas</b>
1	Antes del desfogue	-6.051470, -77.056046
2	Después del desfogue	-6.051545, -77.055864