



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 de las actividades agrícolas de la cabecera de la Microcuenca
Almendra en la calidad del recurso hídrico del Distrito y Provincia de
Moyobamba**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Heydy Pahola Aspajo García

ASESOR:

Ing. Ángel Tuesta Casique

Código N° 6051619

Moyobamba – Perú

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN -TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



Incidencia de las actividades agrícolas de la cabecera de la Microcuenca Almendra en la calidad del recurso hídrico del Distrito y Provincia de Moyobamba

AUTOR:

Heydy Pahola Aspajo García

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

.....
Ing. M. Sc. Rubén Ruiz Valles

Presidente

.....
Ing. M. Sc. Alfonso Rojas Bardález

Secretario

.....
Lic. M. Sc. Ronald Julca Urquiza

Miembro

.....
Ing. Ángel Tuesta Casique

Asesor

Declaratoria de autenticidad

Heydy Pahola Aspajo García, con DNI N° 71386216, 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 de las actividades agrícolas de la cabecera de la Microcuenca Almendra en la calidad del recurso hídrico del Distrito y Provincia de Moyobamba.**

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 febrero del 2021.



.....
Bach. Heydy Pahola Aspajo García

DNI N° 71386216

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: Aspajo García Heydy Pahola	
Código de alumno : 71386216	Teléfono: 952345295
Correo electrónico : heydyaspajo@gmail.com	DNI: 71386216

(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: "Incidencia de las Actividades agrícolas de la cabecera de la Microcuenca Almendra en la calidad del recurso hídrico del Distrito y Provincia de Moyabamba".
Año de publicación:

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(x)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

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

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

6. Originalidad del archivo digital.

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

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

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

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

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

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


Firma del Autor

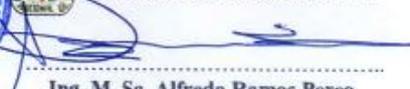
8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

Fecha de recepción del documento:

15 / 06 / 2020



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 familiares por su apoyo incondicional en cada día de mi vida

A los docentes de la Facultad de Ecología por impartir cada día conocimiento valioso para nuestra vida profesional

A Dios por mi guía espiritual a cada momento.

Agradecimiento

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

A mis padres y hermano, 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 general

	Pág.
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento	vii
Índice general	viii
Índice de tablas	ix
Índice de figuras	x
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
 Introducción.....	 1
 CAPÍTULO I.....	 4
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
1.1. Antecedentes de la investigación.....	4
1.2. Bases teóricas.....	9
1.3. Definición de términos básicos.....	18
CAPÍTULO II.....	24
MATERIAL Y MÉTODOS	24
2.1. Material.....	24
2.2. Métodos.....	24
CAPÍTULO III	27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
3.1. Actividades agrícolas que se desarrollan en la cabecera de la microcuenca Almendra del distrito de Moyobamba.	27
3.2. Situación actual de la expansión agrícola en la cabecera de la Microcuenca Almendra del distrito de Moyobamba..	31
3.3. Incidencia que generan las actividades agrícolas en la calidad del recurso hídrico de la cabecera de la microcuenca Almendra del distrito de Moyobamba.....	39
CONCLUSIONES.....	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
ANEXOS	48
Anexo 1: Hoja de encuesta	49
Anexo 2: Resultados de la encuesta.....	50
Anexo 3: Panel fotográfico.....	52

Índice de tablas

Tabla 1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	25
Tabla 2. Tipos de cultivo y número de hectáreas según año de evaluación en la cabecera de la microcuenca Almendra.....	29
Tabla 3. Evolución por tipo de cultivo en los últimos cuatro (04) años.....	31
Tabla 4. Análisis físico-químico de la fuente de agua "Almendra"	32
Tabla 5. Análisis bacteriológico de la fuente de agua "Almendra"	37

Índice de figuras

Figura 1. Partes de una cuenca.	18
Figura 2. Valores de las edades de los propietarios que desarrollan actividades en la cabecera de la microcuenca Almendra.....	27
Figura 3. Valores de los años que los propietarios vienen desarrollando actividades en la cabecera de la microcuenca Almendra como agricultores	28
Figura 4. Valores de los años que los propietarios vienen desarrollando actividades en la cabecera de la microcuenca Almendra como agricultores	28
Figura 5. Valores de la condición de los terrenos donde los propietarios vienen desarrollando actividades en la cabecera de la microcuenca Almendra como agricultore	29
Figura 6. Tipo de cultivo por hectáreas	30
Figura 6. Evaluación del pH.	33
Figura 7. Evaluación del Turbiedad.	34
Figura 8. Evaluación del color.....	34
Figura 9. Evaluación de conductividad.	35
Figura 10. Evaluación de los Sólidos Totales Disueltos.	36
Figura 11. Evaluación de coliformes totales.	37
Figura 12. Evaluación de coliformes termotolerantes.	38
Figura 12. Evaluación de bacterias heterotróficas.....	39
Figura 13. Relación de pH, turbiedad y color con ECAs.	40
Figura 14. Relación de sólidos totales disueltos y conductividad con ECAs.....	41
Figura 15. Relación de los parámetros bacteriológicos con ECAs.....	42

Resumen

La presente investigación se realizó con el objetivo: Evaluar la incidencia de las actividades agrícolas de la cabecera de la microcuenca Almendra en la calidad del recurso hídrico del distrito y Provincia de Moyobamba. De acuerdo al proceso de la investigación se tuvo en cuenta la siguiente metodología: la investigación pertenece al enfoque cuantitativo; de alcance o nivel correlacional; con un diseño no experimental; las conclusiones obtenidas fueron: Las actividades agrícolas que se desarrollan en la cabecera de la microcuenca Almendra son el cultivo de café, cacao, maíz, y las actividades de pastoreo de ganado vacuno (ganadería), así como también las de pan llevar que involucran cultivos de pequeña escala de yuca, plátano, papaya, caña de azúcar y palta que en su conjunto conforman un grupo considerable; se ha verificado que la expansión agrícola se ha estancado y que en algunos casos ha disminuido las hectáreas de terreno utilizado, también se concluye que las actividades agrícolas si inciden en la calidad del agua, siendo la más representativa la ganadería (pastoreo de ganado vacuno), se observó que solo los parámetros bacteriológicos (Bacterias Heterotróficas, Coliformes Termotolerantes y Coliformes Totales) sobrepasan los ECAs (por los residuos de la ganadería se convierten en contaminantes que son arrastradas con facilidad por escorrentía y rapidez hacia el cuerpo de agua), mientras que de la evaluación de los parámetros físico-químicos se observó que no sobrepasan los ECAs.

Palabras clave: Cultivos, parámetros, pasto, café, ganadería.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the impact of agricultural activities in the headwaters of the Almendra micro-watershed on the quality of water resources in the district and province of Moyobamba. According to the research process the following methodology was taken into account: the research belongs to the quantitative approach; of scope or correlational level; with a non-experimental design; the conclusions obtained were: The agricultural activities that are developed in the headwaters of the Almendra micro-watershed are the cultivation of coffee, cocoa, corn, and cattle grazing activities (cattle ranching), as well as those of bread to go that involve small-scale crops of cassava, banana, papaya, sugar cane and avocado that together make up a considerable group; It has been verified that agricultural expansion has stagnated and that in some cases it has reduced the hectares of land used. It has also been concluded that agricultural activities do have an impact on water quality, the most representative being livestock (cattle grazing), it was observed that only the bacteriological parameters (Heterotrophic Bacteria, Thermotolerant Coliforms and Total Coliforms) exceed the ECAs (due to the livestock residues they become pollutants that are easily dragged by runoff and quickly into the water body), while from the evaluation of the phyco-chemical parameters it was observed that they do not exceed the ECAs.

Key words: Crops, parameters, pasture, coffee, livestock.



Introducción

El crecimiento poblacional que viene experimentando el área de estudio (Microcuenca Almendra) ha generado presión al recurso hídrico, el mismo que se ha incrementado el establecimiento de asentamientos humanos en zonas no adecuadas, lo cual ha llevado a una competencia por los recursos limitados de agua dulce.

La falta de programas que permitan superar los problemas de uso de agua, la contaminación, la deforestación, entre otros ha contribuido que se incremente la sobre explotación de los recursos naturales en la zona, lo cual afecta negativamente la calidad del recurso agua.

La EPS Moyobamba brinda servicios de saneamiento en el ámbito de la provincia de Moyobamba; la población total administrada por la EPS es de 44,500 habitantes, con una cobertura de agua potable de 94% y de alcantarillado de 72%, provistas con tres fuentes de agua: quebrada Rumiyaçu - Mishquiyaçu, cuyos caudal promedio y caudal máximo son de 70.2 l/s y 81.1 l/s, respectivamente; la quebrada Juninguillo, con caudal promedio y caudal máximo de 29.7 l/s y 42.3 l/s, respectivamente y la quebrada Almendra, con caudal promedio y caudal máximo de 11.2 l/s y 15 l/s, respectivamente. De las cuales la fuente agua Juninguillo atiende aproximadamente el 16% (1689) del total de usuarios. **(Estudio tarifario, SUNASS, 2014)**

No siendo estas fuentes suficientes para satisfacer las necesidades en la que se refiere a una buena calidad de agua, durante todo el día, ya que una parte de la población de la localidad de Moyobamba tiene acceso al servicio del sistema de agua potable por horas, siendo éstas las partes altas de la localidad, como en la zona de Huastilla, Tahuishco, Punta de Doña, Fonavi I y II, sector de Vista Alegre. Estas viviendas afectadas representan alrededor del 20% del sistema, creando un malestar dentro de la población usuaria de la empresa. Esto atribuido a la falta de preservación del ambiente en la zona próxima a las cabeceras hídricas del sistema de captación de Juninguillo la Mina, ocasionado con ello, que el agua de la quebrada este turbia como consecuencia del lavado de granos de café que se realiza sin ningún tipo de control en las zonas altas, constituyendo una amenaza seria para la sostenibilidad de este proyecto e incluso podría poner en riesgo innecesario la salud de la

población que va a consumir el agua potable procedente de este sistema de captación, si es que no se adoptan las medidas urgentes necesarias para garantizar que el afluente de la quebrada esté libre de agente orgánicos contaminantes como se produce. (**Estudio tarifario, SUNASS, 2014**).

De ello se planteo la siguiente interrogante, ¿Cuál es la incidencia de las actividades agrícolas de la cabecera de la microcuenca Almendra en la calidad del recurso hídrico del distrito y provincia de Moyobamba?, siendo la variable independiente las actividades agrícolas y la variable dependiente la calidad del recurso hídrico; cuyo objetivo general fue: Evaluar la incidencia de las actividades agrícolas de la cabecera de la microcuenca Almendra en la calidad del recurso hídrico del distrito y Provincia de Moyobamba, y los objetivos específicos: Determinar los tipos de actividades agrícolas que se desarrollan en la cabecera de la microcuenca Almendra del distrito de Moyobamba, determinar la situación actual de la expansión agrícola en la cabecera de la Microcuenca Almendra del distrito de Moyobamba y analizar los impactos que generan la actividad agrícola en la calidad del recurso hídrico de la cabecera de la microcuenca Almendra del distrito de Moyobamba; el tipo de investigación aplicada y el nivel correlacional; de los cuales se obtuvo las siguientes conclusiones: Las actividades agrícolas que se desarrollan en la cabecera de la microcuenca Almendra son el cultivo café, cacao, maíz, y las actividades de pastoreo de ganado vacuno (ganadería), así como también las de pan llevar que involucran cultivos de pequeña escala de yuca, plátano, papaya, caña de azúcar y palta que en su conjunto conforman un grupo considerable. El pastoreo de ganado vacuno ocupa una mayor extensión de territorio de aproximadamente 30 ha con respecto a los otros tipos de cultivo, seguido de esta actividad se ocupa en segundo lugar el cultivo de café que ocupa aproximadamente 15 ha de terreno y de casi similar proporción los cultivos que involucran el grupo de pan de llevar con 12 ha respectivamente, las actividades agrícolas en la cabecera de la microcuenca Almendra se han estancado y en algunos casos disminuido las hectáreas de terreno utilizado. De ello se deduce que en la información presentada desde el 2017 a la actualidad, existe una disminución significativa en el uso del territorio de 81 ha a 73 ha respectivamente por los agricultores asentados en la cabecera de la microcuenca Almendra. En el año 2019 se ve una homogeneidad en la cantidad de territorio utilizado para estos cultivos, como resultado de las capacitaciones que venido desarrollando la EPS Moyobamba respecto a estas alternativas ecológicas que forman parte de la compensación por servicios ecosistémicos y

además siguen mantenido constante porque se intensificaron en la zona capacitaciones en nuevas alternativas eco ambientales como el cultivo de orquídeas y la reforestación esto en el marco de la implementación del programa y por último se concluye que las actividades agrícolas si inciden en la calidad del agua en la fuente Almendra y la más representativa es la ganadería (pastoreo de ganado vacuno), se observó que solo los parámetros bacteriológicos (Bacterias Heterotróficas, Coliformes Termotolerantes y Coliformes Totales) sobrepasan los ECAs considerablemente (por los residuos de la ganadería se convierten en contaminantes que son arrastradas con facilidad por escorrentía y rapidez hacia el cuerpo de agua), mientras que de la evaluación de los parámetros físico-químicos se observó que no sobrepasan los ECAs.

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

A nivel internacional:

Díaz -Granda L. (2010). 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.

Guzmán y Díaz (2015). concluye en su estudio que la calidad del agua demostró tener un impacto importante en la mortalidad infantil, por lo que se requiere la adopción de políticas que fortalezcan los sistemas de suministro de agua en el país. Es esencial fortalecer los programas de vigilancia en salud ambiental, para orientar las acciones de mejoramiento de la calidad del agua e influir positivamente en la salud.

Sivicap (2012). El tercer informe de la vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano año 2013, refleja el análisis de la información registrada en el Sistema de Información de la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano-SIVICAP, continuando la serie documental publicada por el Instituto Nacional de Salud-INS para 2011 y 2012. El escrito continúa siendo un análisis descriptivo de la serie de tiempo anual, en el marco situacional de los registros de la vigilancia sanitaria y presenta los nuevos resultados del Índice de Riesgos de la Calidad del Agua-IRCA y niveles de riesgo asociados, manteniendo las relaciones de datos poblacionales, programa de muestreo, calidad de agua suministrada, composición de las Personas Prestadoras-PP (acueductos) del servicio de agua y disgregados por consolidado país, regiones , departamentos y municipios a nivel urbano y rural para este año. Se mantiene para el análisis de la calidad del agua suministrada y la población impactada por su consumo, la desagregación y aproximación de los datos del IRCA obtenido y su asociación al nivel de riesgo dado por zona urbana y rural, como representación de una Escalera de Agua de Consumo, semejante al Programa de Monitoreo Conjunto propuesto por la

Organización Mundial de la Salud-OMS y el Fondo Internacional de las Naciones Unidas para la Educación y la Infancia-UNICEF

Sandia (S/F). 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 agrícolas**. Las dos primeras sólo se asocian a las actividades agrícolas vegetal y pecuaria y los dos restantes a todas; y a continuación se exponen: Ocupacional, asociado con el saneamiento ambiental, asociado con el tipo de vivienda, asociado con aspectos socioeconómicos.

Sandia (S/F), identifica cuatro grupos de riesgo de las actividades agrícolas (Obreros agrícolas, pequeños y medianos productores, personal técnico y población en general y grandes propietarios)

Por su parte investigadores como **Barnola, Raynaud y Lorius (2007)**, reportan que la deforestación trae consigo: Aumento en la cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera, cambio en el clima, erosión de los suelos, aumento o aceleración en el calentamiento global, pérdida en la biodiversidad de nuestro planeta, alteramiento de los ecosistemas y empeoramiento de lo que se conoce como efecto invernadero, etc.

Por otro lado, Según el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, reportan el dióxido de carbono es el gas de efecto invernadero antropogénico más importante; La concentración atmosférica global del dióxido de carbono ha aumentado desde un valor preindustrial de unos 200 ppm a 379 ppm en el 2005. La concentración atmosférica del dióxido de carbono en el 2005 supera con creces la media natural de los últimos 650000 años (180 a 300 ppm), tal y como determinan los corazonces de los hielos. El ritmo de crecimiento anual de la concentración de dióxido de carbono fue mayor durante los últimos 10 años (1995- 2005:1.9 ppm por año), que lo que ha sido desde que se comenzara a medir la atmósfera (1960-2005: 1.4 ppm por año), aunque existe una variación año tras año en la media de crecimiento.

Como una de las principales causas de aumento del efecto invernadero. La deforestación tropical es responsable de aproximadamente el 20% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero. Según el Panel Intergubernamental sobre el

Cambio Climático, la deforestación, principalmente en áreas tropicales, podría representar hasta un tercio del total de emisiones antropogénicas de dióxido de carbono. Pero cálculos recientes sugieren que las emisiones de dióxido de carbono derivadas de la deforestación y la degradación forestal (con exclusión de las emisiones de las turbinas) contribuyen con alrededor del 12% del total de emisiones antropogénicas de dióxido de carbono con un rango de 6 a 17%.

Árboles y otras plantas absorben carbono (en forma de dióxido de carbono) de la atmósfera durante el proceso de la fotosíntesis y liberan oxígeno a la atmósfera durante la respiración normal. Sólo cuando el crecimiento activo de un árbol se puede eliminar el carbono de los bosques durante un período de tiempo anual o más. Tanto la decadencia y la quema de la madera liberan gran parte de este carbono almacenado de nuevo a la atmósfera. A fin de que los bosques absorben dióxido de carbono a la madera debe ser recolectado y transformado en productos de larga duración y los árboles deben ser re-plantado. La deforestación puede causar depósitos de carbono en el suelo para ser liberado.

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.

A nivel nacional:

Ramos (2019). Menciona que según la contrastación y prueba de hipótesis se tuvo el resultado de que: el nivel de conocimiento y actitud se relaciona significativamente con la conservación de recursos hídricos en los agricultores de la comunidad de Querosh

distrito de San Pedro de Chaulan – Huánuco. De los cuales, se llegaron a Conclusiones: Un porcentaje promedio general de 94% de agricultores estudiados tuvieron un nivel de conocimiento bueno y con una actitud positiva al 100% sobre la conservación de recursos hídricos.

Tarqui-Mamani et al., (2016). Obtuvo como resultados en su investigación Calidad bacteriológica del agua para consumo en tres regiones del Perú: Del total de muestras evaluadas, 78,6 % tuvieron coliformes totales en Cajamarca, 65,5 % en Huancavelica y 64,1 % en Huánuco, El 72,0 % tuvieron E. coli en Cajamarca, 37,4 % en Huancavelica y 17,5 % Huánuco. En Cajamarca, el 8,6 % de las muestras de agua fueron de buena calidad bacteriológica, mientras que en Huancavelica fue 4,3% y en Huánuco, 7,2 %, llegando a la siguiente conclusión: que la mayoría de las muestras de agua tuvieron mala calidad bacteriológica evidenciándose coliformes totales. Las tres cuartas partes de los hogares de Cajamarca, la tercera parte de Huancavelica y casi la quinta parte de Huánuco tuvieron E. coli en el agua de consumo humano.

Brousett-Minaya et al., (2018). Concluye en su investigación Evaluación Físico-Química y Microbiológica de Agua para Consumo Humano Puno, Perú; que se determinó que las fuentes de agua de abastecimiento para consumo humano de la población Chullunquiani (2 manantiales y 2 pozos) en general, cumplen con los parámetros físico-químicos del Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano DS. N° 031-2010-SA, de igual modo los metales se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la OMS a excepción del Aluminio y Boro en mínimas cantidades de 0,065mg/l y 0,025mg/l respectivamente.

En los parámetros microbiológicos, el agua no cumple con la normativa, encontrándose valores muy altos en contaminación por E. Coli total en las temporadas de lluvia, llegando a 11 866,6 UFC/100ml ($\pm 813,5$) como valor máximo correspondiente al mes de mayo en el manantial 1, y el valor menor fue registrado en el mes de octubre con 733,3 UFC/100ml ($\pm 152,8$) para el manantial 2. Mediante esta investigación se sugiere la pronta desinfección en los reservorios de almacenamiento, para eliminar contaminación en el trayecto y garantizar su inocuidad como producto final, de esta manera prevenir los factores de riesgo sanitario, promover y proteger la salud de la población.

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 la falta de acceso a servicios públicos básicos: educación, salud, saneamiento, infraestructura, seguridad alimentaria.

Villar (2007). La Agricultura en la Región Andina del Perú. En la región andina distinguimos dos tipos de tierras laborables: tierras de regadío y tierras de secano. Las tierras de regadío se localizan en los valles interandinos o en las inmediaciones de las fuentes, manantiales o puquiales, los cuales están sometidos a una explotación intensiva, especialmente cuando tiene agua permanente. Las tierras de secano se localizan en los flancos andinos y son producidas por efecto de las lluvias que se dan en algunos meses. Si las lluvias se presentan oportunamente, las cosechas son buenas, si es que no, son afectadas por las plagas. Si las lluvias son irregulares, las tierras se vuelven improductivas, ya que la sequía y las heladas destruyen los cultivos.

Según Díaz (2000) informó que “Al cultivar papas resistentes a enfermedades, el agricultor reduce sus costos de producción, pues usa menos pesticidas, obtiene mejores rendimientos y también contribuye con la conservación del medio ambiente”

Según FAO, nos dice que: Entre los años 2005 y 2008 los precios mundiales de los alimentos básicos alcanzaron sus máximos valores en 30 años. Durante los últimos 18 meses de dicho período el precio del maíz aumentó un 74%, mientras en el caso del arroz se incrementó hasta en 166%. Se conoció que en más de 20 países se registraron disturbios relacionados con los alimentos y los expertos decretaron el fin de los alimentos baratos. Entonces, tras alcanzar su valor máximo en junio de 2008, los precios de los alimentos se desplomaron - disminuyeron un 33% en seis meses - a medida que

una extensa crisis financiera y bancaria empujaba a la economía mundial a la recesión. Asimismo, en el año 2010, los países con los niveles más bajos de ingresos y con déficit de alimentos gastaron US\$ 164,000 millones en alimentos importados, cantidad que constituye un máximo histórico y representa un aumento del 20% con respecto al año previo.

1.2. Bases tóricas

Importancia de la calidad del agua.

Cada vez la disponibilidad de agua para consumo humano es menor, debido al crecimiento poblacional, incremento en el consumo *per cápita*, contaminación de las fuentes de agua en general y al manejo inadecuado de las cuencas hidrográficas **(Randulovich 1997)**.

“Tomando como ejemplo los países del Continente Africano, si en Honduras no se define una estrategia de preservación del agua, en los próximos 50 años se quedará sin agua, aunque tenga el suficiente recurso hídrico”, advirtió el coordinador de la Plataforma del Agua del PNUD, Julio Cárcamo, quien sugirió que los distintos sectores del país, involucrados en el tema, tomen acciones inmediatas **(El Heraldó 2004)**.

Aunque el recurso hídrico sea constante, la calidad de la misma va disminuyendo rápidamente, como consecuencia de la contaminación de las fuentes de agua, lo cual genera el estrés hídrico. En la región Centroamericana, la magnitud del problema de la contaminación es alarmante ya que a estas alturas es imposible solucionar el problema mediante la dilución por efecto del aumento del caudal **(Ongley 1997)**.

El peligro de que ciertos elementos solubles se incorporen al agua, y aún más peligroso, si estos elementos están en contacto directo con estas fuentes de agua, provocarán enfermedades en la salud pública. Las implicaciones de consumir agua contaminada son muchas: En el contexto de la salud pública se establece que aproximadamente un 80% de todas las enfermedades y más de una tercera parte de las defunciones en los países en vías de desarrollo tienen principal causa la ingestión del agua contaminada. Se estima que el 70% de la población que vive en áreas rurales de países en desarrollo, está principalmente relacionada con la contaminación de agua por heces fecales **(OPS 1999)**.

Lo anterior tiene una estrecha relación con la escorrentía superficial, una forma de contaminación difusa o no localizada. La contaminación por fuentes no localizadas contribuye significativamente con niveles altos de agentes patógenos en las fuentes de aguas superficiales, especialmente por coliformes fecales de origen humano y animal. En este sentido, un suministro seguro de agua para uso potable en cantidad, calidad y continuidad, contribuye a la reducción de la probabilidad de enfermedades transmitidas por la vía fecal y oral **(OPS 1999)**.

Calidad y cantidad de agua en una microcuenca hidrográfica.

La cuenca hidrográfica es la unidad de análisis y planificación para darle el enfoque integrado al estudio del recurso hídrico superficial y subterráneo. Es el territorio o espacio de terreno limitado por cerros, partes elevadas y montañas, de los cuales se configura una red de drenaje superficial, que, en presencia de precipitación de lluvias, forma el escurrimiento de un río para conducir sus aguas a un río más grande o a otro río principal, lago o mar **(Faustino 2001)**.

En una cuenca hidrográfica se da el deterioro de los suelos, bosques y agua, daño a las aguas superficiales, los cuales de se reflejan como una respuesta inmediata de la cuenca a las alteraciones en la ocurrencia temporal del flujo y el deterioro de la calidad de las aguas de ríos.

Los recursos naturales de una cuenca (agua, suelo, biodiversidad) son renovables si se pueden reemplazarse por la vía natural o mediante la intervención humana. Por el contrario, son no renovables cuando no se les puede reemplazar en un periodo de tiempo significativo en términos de las actividades humanas a que están sometidos **(Ramakrishna 1997)**.

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 et al. 1991**).

Se dice que el 80% del deterioro de la calidad del agua, se debe a sedimentos suspendidos, en su mayoría provenientes de la erosión de suelos como producto de presencia de urbanizaciones, deforestación, actividades agrícolas y ganaderas, siendo este tipo de actividades las que mayor impacto causa en la calidad del agua (**Sinhg 1989**).

La actividad ganadera y su relación con la calidad del agua

La ganadería es una de las prácticas de uso de la tierra más comunes, con impactos sobre la calidad del recurso hídrico. Cuando se da un sobrepastoreo, es un efecto muy negativo desde el punto de vista bacteriológico y químico (**Brooks et al. 1991**).

Generalmente este efecto se observa en lugares de alta precipitación, fuertes pendientes, cercanos a fuentes de agua. Los contaminantes provenientes de estas áreas son arrastradas con facilidad y rapidez hacia los cuerpos de agua. El impacto más significativo se da en el caso de que estas fuentes hídricas estén desprovistas de cobertura vegetal que les de protección, o la ausencia de una zona de amortiguamiento, ya que estas corrientes arrastran microorganismos patógenos, nutrientes y sólidos suspensos (**Brooks et al. 1991**).

Los incrementos de bacterias en el agua se evidencian cuando el ganado pasta en áreas muy cercanas a las fuentes de agua. En un estudio realizado, la cantidad de bacterias en el suelo fue en función del tipo y del número de ganado, y la forma en que los desechos fueron tratados o almacenados (**Brooks et al. 1991**). Asimismo, la contaminación de las aguas superficiales por nutrientes provenientes de áreas de pastoreo afecta la calidad del agua (**Wagner 1996**).

Es por ello que un efecto sobre la calidad del agua se da por la intensidad del sobrepastoreo, ya que afecta la densidad del suelo, con el incremento del pisoteo, de

tal forma que, al ocurrir una lluvia o riego, la capacidad de almacenamiento del suelo es superada fácilmente, e inevitablemente ocurrirá arrastre de nutrientes por efecto de la escorrentía y lixiviación a las fuentes de agua. Se ha estimado que en áreas de ganadería con 1% de pendiente basta con 8 toneladas de peso seco por hectárea de estiércol para que las aguas superficiales sean enriquecidas por nitrógeno y fósforo (**Vidal et al. 2000**).

Los factores que controlan y disminuyen los efectos de la contaminación por el estiércol están íntimamente relacionados a la capacidad de absorción de los cultivos al nitrato y la capacidad de absorción del amonio por parte del suelo. Siendo afectada esta última por la compactación del suelo, lo que provoca una baja liberación de amonio en el suelo y seguido por el transporte a las fuentes de agua mediante la escorrentía (**Vidal et al. 2000**).

La agricultura y su influencia en la calidad del agua

La agricultura constituye una de las actividades más practicadas en el mundo, particularmente en áreas rurales. Su impacto sobre la calidad del agua es de mucha importancia. Aproximadamente el 70% de los recursos hídricos del mundo son usados por la agricultura, lo cual significa el principal factor de la degradación de éstos, como consecuencia de la erosión y de la escorrentía química (**FAO 1993**).

Según **Ongley (1997)**, la agricultura es el mayor usuario del agua dulce a escala mundial y el principal factor de degradación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, debido a la erosión y la escorrentía con productos proveniente de agroquímicos. Esto justifica la preocupación existente por sus repercusiones en la calidad del agua a escala mundial. La agricultura tiene un fuerte impacto sobre el ambiente, especialmente sobre las condiciones de las aguas superficiales y subterráneas, es considerada como una fuente importante de contaminación en las aguas dulces de América Latina.

Las principales fuentes agrícolas contaminantes la constituyen los fertilizantes, pesticidas y la ausencia del manejo de desechos sólidos. La agricultura no es solamente el mayor consumidor de los recursos hídricos, sino que debido a las ineficiencias en su distribución y aplicación sus efluentes que retornan a los recursos de aguas

superficiales o subterráneas contienen grandes cantidades de sales, nutrientes, productos agroquímicos que también contribuyen al deterioro de su calidad (**FAO 1993**).

La expansión agrícola y la deforestación en países tropicales son causas de degradación del agua. Se ha demostrado que plaguicidas asociados con sedimentos son una fuente muy común en países del trópico. En la actualidad, los organismos dedicados a determinar la calidad de agua realizan muestreos más diversos, incluyendo agua, sedimento y biota, con la finalidad de determinar con mayor precisión los plaguicidas que se encuentran en el medio acuático (**IICA 1997**).

En la mayor parte de los países latinoamericanos, uno de los problemas más fuerte es la contaminación derivada de las fuentes no puntuales, como es el caso de la agricultura, dada por el uso de fertilizantes, plaguicidas, insecticidas y residuos que son arrastrados por las lluvias a las fuentes de agua (**Wagner et al. 2000**).

El nitrato es típicamente lixiviado desde los campos cultivados y se mueve a poca profundidad, subterráneamente, hacia las fuentes superficiales; esta lixiviación se reduce hasta en un 15% cuando se dan prácticas de manejo de conservación de suelos y agua (**Wagner 1996, Shilling y Libra 2000**).

De igual manera al usar estiércol de ganado como abono en la agricultura, una porción significativa de amonio puede ser transportada a los cuerpos de agua por escorrentías de los campos agrícolas (**Chambers et al. 2002**).

También se han encontrado altos niveles de nitrato en aguas debajo de las tierras de cultivo; el uso excesivo de fertilizantes, así como las corrientes de agua de tormentas conteniendo nitratos de fertilizantes, parece ser la causa (**OPS 1999**).

Actividades humanas

El uso inapropiado que el hombre ha hecho de la tierra, eliminado las masas boscosas, ha sido causa principal en relación con el caudal de los ríos. Es decir, se refleja en la más rápida evacuación del agua y en la calidad de la misma.

La recepción de aguas contaminadas se da a través de dos fenómenos: las aguas de lluvias que discurren por el suelo y el subsuelo, que luego de su contacto con ella arrastran sub productos de las actividades humanas que cambian su calidad natural, y las aguas que luego de ser usada y transformada su calidad físico- química, son reintegradas a los cuerpos de aguas naturales. El receptor de todas las aguas que discurren por el territorio de la cuenca es el océano.

De igual forma, los acuíferos que son otras fuentes de abastecimiento de agua pueden ser contaminadas por las actividades del ser humano (**Mendoza 1989**). El deterioro de la calidad causado por la contaminación influye sobre el uso de las aguas curso abajo, amenaza la salud humana y el funcionamiento de los sistemas acuáticos, induciendo así la efectiva disponibilidad e incrementando la competencia por agua de calidad (**GWP 1996**).

Cobertura vegetal

Goldman, citado por **Rosal (1982)**, pone de manifiesto que la falta de cobertura vegetal aumenta la escorrentía superficial, agrava el efecto de la lluvia sobre el suelo, haciendo que se aumente la escorrentía superficial, que se rompan los agregados del suelo y que con mayor facilidad las aguas las transporten. Esto evidencia que el estado del suelo y de la vegetación eleva la tasa de sedimentos arrastrados.

La alta cantidad de sedimentos que transportan estas corrientes por la erosión de las zonas agua arriba significa una calidad inferior del recurso agua, limitando su uso en procesos industriales, hidroenergéticos, de irrigación en zonas agua abajo y un mayor costo en su purificación para el consumo humano (**Contreras 1996**)

Actividades forestales.

Otros factores que afectan la cantidad y calidad del agua son las prácticas de manejo forestal que se realizan en terrenos. Esto se da cuando el manejo forestal cambia la producción del área afectando los niveles de las corrientes externas e internas provocando sedimentación de los canales de riego, incremento de avenidas, riesgos y daños por inundaciones (**Serrano 1990**). Limitante para el desarrollo y manejo de las microcuencas, debido a la falta de información real de la calidad del agua.

Abastecimiento y requisitos para la calidad del agua.

En el D.S. N° 030-2010-SA. Reglamento de calidad del agua para consumo humano, establece lo siguiente:

TÍTULO VIII**ABASTECIMIENTO DE AGUA, PROVEEDOR Y CONSUMIDOR****Artículo 45°. Sistema de abastecimiento de agua**

Para efectos de la aplicación del presente Reglamento, se define como sistema de abastecimiento de agua para consumo humano, al conjunto de componentes hidráulicos e instalaciones físicas que son accionadas por procesos operativos, administrativos y equipos necesarios desde la captación hasta el suministro del agua mediante conexión domiciliaria, para un abastecimiento convencional cuyos componentes cumplan las normas de diseño del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento; así como aquellas modalidades que no se ajustan a esta definición, como el abastecimiento mediante camiones cisterna u otras alternativas, se entenderán como servicios en condiciones especiales.

TÍTULO IX**REQUISITOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO****Artículo 59°. Agua apta para el consumo humano**

Es toda agua inocua para la salud que cumple los requisitos de calidad establecidos en el presente Reglamento.

Artículo 60°. Parámetros microbiológicos y otros organismos

Toda agua destinada para el consumo humano, como se indica en el Anexo I, debe estar exenta de:

1. Bacterias coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli*,
2. Virus;
3. Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos; Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos y nemátodos en todos sus estadios evolutivos; y
4. Para el caso de Bacterias Heterotróficas menos de 500 UFC/ml a 35°C.

Artículo 61°. Parámetros de calidad organoléptica

El noventa por ciento (90%) de las muestras tomadas en la red de distribución en cada monitoreo establecido en el plan de control, correspondientes a los parámetros químicos que afectan la calidad estética y organoléptica del agua para consumo humano, no deben exceder las concentraciones o valores señalados en el Anexo II del presente Reglamento. Del diez por ciento (10%) restante, el proveedor evaluará las causas que originaron el incumplimiento y tomará medidas para cumplir con los valores establecidos en el presente Reglamento.

Artículo 62°. Parámetros inorgánicos y orgánicos

Toda agua destinada para el consumo humano, no deberá exceder los límites máximos permisibles para los parámetros inorgánicos y orgánicos señalados en la Anexo III del presente Reglamento.

Artículo 75°. Excepción para LMP de parámetros químicos asociados a la calidad estética y organoléptica.

Los proveedores podrán solicitar temporalmente a la Autoridad de Salud la excepción del cumplimiento de los valores límites máximos permisibles de parámetros químicos asociados a la calidad estética y organoléptica, señalados en la Anexo II. Dicha solicitud deberá estar acompañada de un estudio técnico que sustente que la salud de la población no está en riesgo por el consumo del agua suministrada y que la característica organoléptica es de aceptación por el consumidor.

PARTES DE UNA CUENCA. Las partes de una cuenca según la **Sociedad Geográfica de Lima**.

Cuenca alta. Corresponde generalmente a las áreas montañosas o cabeceras de los cerros, limitadas en su parte superior por las divisorias de aguas. Estas partes comprenden altitudes superiores a los 3,000 metros sobre el nivel del mar, llegando en algunos casos hasta los 6,500 msnm. En tales áreas se concentra el mayor volumen de agua ya sea en forma de nevados o de lluvia, dado que allí la precipitación pluvial es intensa y abundante; es frecuente asimismo la formación de nevados. La topografía de estas zonas es sumamente accidentada y escarpada; en consecuencia, su potencial

erosivo es sumamente alto, pero al mismo tiempo su potencial para la producción hidroenergética también es alta. La precipitación total anual promedio alcanza los 800 hasta 1,600 mm por año. En esta parte es frecuente observar lagos y lagunas con abundante actividad biológica. Aquí se ubican los pastores y campesinos pobres que normalmente desarrollan una economía de autoconsumo y subsistencia; pero al mismo tiempo en estas zonas se encuentra un gran potencial con recursos mineros.

A estas partes altas también se le llama “cabecera de cuenca”, que son las zonas de mayor disponibilidad de agua y de muy buena calidad y que a partir de allí fluyen hacia las partes medias y bajas de las cuencas, ya sea en forma superficial o subterránea. Estas partes altas son claves para su preservación y protección por ser abastecedoras de agua para el resto de la cuenca.

Cuenca media. Donde se juntan las aguas recogidas en las partes altas y en donde el río principal mantiene un cauce definido.

Son las comprendidas entre los 800 y 3000 msnm. Las precipitaciones promedio que caen en estas zonas varían entre los 100 – 800 mm/año. En estas zonas están los valles interandinos, caracterizados por el clima benigno y variado. La función de estas partes de la cuenca está relacionada fundamentalmente con el escurrimiento del agua, siendo frecuente en dicho ámbito la presencia de pequeñas ciudades que la circundan, dándose además como característica, una gran actividad económica.

Cuenca baja o zonas transicionales. Donde el río desemboca a ríos mayores o a zonas bajas tales como estuarios y humedales. Abarcan desde el nivel del mar hasta los 800 msnm. La precipitación promedio que cae en la zona es muy escasa (< 100 mm/año), su pendiente es igualmente baja. En este ámbito están los amplios valles costeros, donde se desarrolla una intensa actividad agropecuaria, así como también se ubican las medianas y grandes ciudades consumidoras. En estas zonas se ubican los grandes proyectos de irrigación con importantes sistemas de embalse. El potencial de aguas subterráneas de estas zonas es alto.

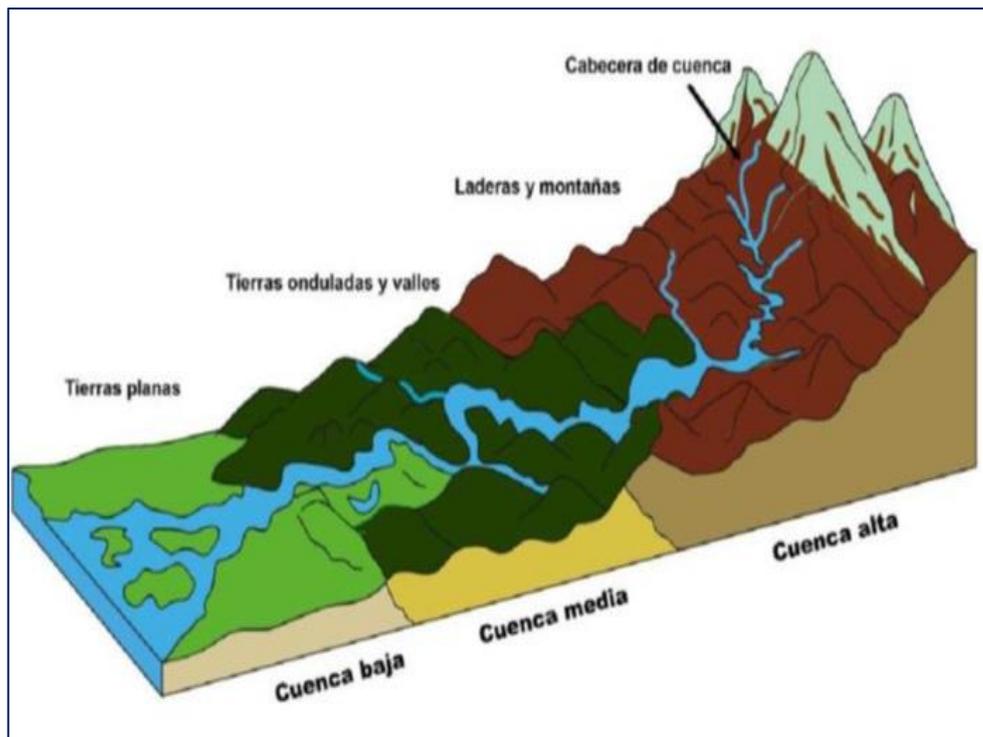


Figura 1. Partes de una cuenca.

La figura muestra la división de una cuenca hidrográfica en baja, media y alta.

1.3. Definición de términos básicos.

“Contaminación es la acción y efecto de introducir materias o formas de energía, o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica” (Gallego 2000). “Dado que el agua rara vez se encuentra en estado puro, la noción de contaminante del agua comprende cualquier organismo vivo, mineral o compuesto químico cuya concentración impida los usos benéficos del agua” (Sagardoy 1993).

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: es aquella que descarga sus aguas en un cauce natural, proviene de una fuente específica, como suele ser un tubo o dique. En este punto el agua puede ser medida, tratada o controlada. Este tipo de contaminación está generalmente asociada a las industrias y las aguas negras municipales.

Contaminación difusa: es el tipo de contaminación producida en un área abierta, sin ninguna fuente específica; este tipo de contaminación está generalmente asociada con actividades de uso de tierra tales como, la agricultura, urbanizaciones, pastoreo y prácticas forestales.

La contaminación puntual es fácil de eliminar, si se cuenta con los medios para almacenar el agua vertida, contaminada y tratarla. Generalmente se utilizan tanques de sedimentación, donde se depositan los sedimentos en el fondo y luego se trata con químicos el agua para ser vertida a las aguas naturales. El sedimento luego se utiliza como abono orgánico y se estabiliza en un lugar seguro. En el caso de la contaminación difusa, su control es más difícil debido a su naturaleza intermitente y su mayor cobertura.

Entre las fuentes de mayor dificultad de controlar, y que causan mayor impacto, se encuentran las fuentes no puntuales de contaminación, caso de parcelas donde fluye el agua sobre la superficie de la tierra arrastrando nutrientes, fertilizantes, plaguicidas y otros contaminantes aplicados en las actividades agropecuarias y forestales (**FAO 1993**). Este tipo de contaminación es causado por escorrentías de tierras agropecuarias, silvicultura, y ocupación urbana. No se produce de un lugar específico y único, sino que resulta de la escorrentía, precipitación y percolación, se presenta cuando la tasa a la cual los materiales contaminantes que entran en el cuerpo de agua, exceden los niveles naturales (**Villegas 1995**).

Las fuentes puntuales de contaminación se desplazan por la superficie terrestre o penetran en el suelo arrastrado por el agua de lluvia. Estos contaminantes consiguen abrirse paso hasta las aguas subterráneas, tierras húmedas, ríos, lagos, y finalmente hasta los océanos en forma de sedimentos y cargas químicas. La repercusión de estos contaminantes puede ir desde pequeños trastornos hasta graves catástrofes ecológicas sobre peces,

aves, mamíferos y salud humana. La característica principal de estas fuentes es que responden a las condiciones hidrológicas (**Ongley 1997**). Como ejemplo de este tipo de contaminación se pueden mencionar las actividades industriales y la contaminación de origen doméstico como excretas humanas, grasas, y jabones (**Repetto y Moran 2001**).

REBOLLEDO LÓPEZ D. (2011). 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.

GARMENDIA ET AL. (2006). ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIOCULTURAL.

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.

CONESA (1983) CITADO POR SANDIA ET AL. (S/F) Expresa que la evaluación de impactos ambientales es un proceso de orden técnico, legal y administrativo de carácter interdisciplinario que tiene por objeto la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividades antrópicas produciría en caso de ser ejecutado; es decir, es una evaluación *ex ante* al proyecto o a la actividad. El objetivo de éste es identificar, predecir, prevenir, mitigar, corregir y valorar los efectos ambientales que las acciones del proyecto o actividad económica puedan causarle al patrimonio ecológico y a la sociedad.

Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM. “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.

ZAROR (2,002), 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.

Agua potable. Define como agua potable aquella que cumple con los requerimientos de las normas y reglamentos nacionales sobre calidad del agua para consumo humano.

Agua de consumo humano: Agua apta para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal.

Cloro residual libre: Cantidad de cloro presente en el agua en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito que debe quedar en el agua de consumo humano para proteger de posible contaminación.

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)

Inocuidad: Que no hace daño a la salud humana.

Coliformes totales: Bacterias aerobias y anaerobias facultativas, grandes negativas no esporuladas y de forma alargada, que desarrollan una colonia roja con brillo metálico en un medio tipo Endo que contenga lactosa tras una incubación de 24 horas a 35°C (Norma Técnica Peruana, 2012).

Coliformes fecales: Bacterias que forman parte del total del grupo coliforme y son definidos como Gram negativas, no esporuladas que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a $44^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ dentro de las $24 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ la mayor especie en el grupo de coliformes termotolerantes es la *Escherichia* que a su vez es el índice de contaminación fecal más adecuado (Norma Técnica Peruana, 2012)

Conductividad: La conductividad eléctrica es la medida de la capacidad (o de la aptitud) de un material o sustancia para dejar pasar (o dejar circular) libremente la corriente eléctrica (Terán, 2003)

Contaminación: Son agentes físicos, químicos y biológicos, extraña a la composición natural del producto (OMS, 2003)

Dureza Total: Presencia de sales de calcio y magnesio y mide la capacidad de un agua para producir incrustaciones (Terán, 2003)

Nitratos: El ión nitrato (NO_3^-) forma sales muy solubles y estables. En un medio reductor puede pasar a nitritos, nitrógeno e incluso amoníaco (Sawyer et al., 2000).

pH: Mide la concentración de los iones hidrógeno y la naturaleza ácida o alcalina de la solución acuosa. (Reynolds, 2002).

Sólidos disueltos totales: Mide específicamente el total de residuos sólidos filtrables (sales y residuos orgánicos) (Marcó et al., 2004).

Sulfatos: El ión sulfato ($\text{SO}_4^{=}$), corresponde a sales de moderadamente solubles a muy solubles (Severiche y González, 2012).

Turbidez: Es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos y que se presentan principalmente en aguas superficiales, en general son muy difíciles de filtrar y pueden dar lugar a depósitos en las conducciones (Reynolds, 2002).

Contaminación por actividades humanas: Las formas de contaminación orgánica y biológica más comunes son las fosas sépticas, pozos negros, fugas de sistemas de alcantarillado, vertido indiscriminado de aguas de letrinas, a la cual se suma la contaminación nacida de la utilización cada vez más intensa de productos químicos de uso domésticos, tales como los detergentes en sus diferentes presentaciones (Contreras et al. 1996).

Contaminación por labores agrícolas: La contaminación por labores agrícolas se produce por los abonos, pesticidas, como insecticidas, herbicidas y plaguicidas utilizados en la agricultura, después de usarlos en la tierra se descomponen aumentando las sales, esto ocasiona que el pH y el contenido de bicarbonatos disminuyan; a esto se suma el quemado de las plantas secas o sobrantes, que contribuyen con la salinización del suelo (Contreras et al. 1996).

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Material

Materiales

- Tablero
- Fichas de campo
- Libreta de campo
- Etiqueta para la identificación de frascos
- Papel secante
- Plumón indeleble
- Frascos de vidrio
- Frascos de plástico de boca ancha, con cierre hermético de primer uso de 500 ml, 1L
- Guantes descartables
- Reactivos para preservar muestras
- Gotero
- Agua destilada
- Caja térmica
- Ice pack

Equipos

- Cámara fotográfica
- GPS
- Medidor multiparamétrico
- Comparador de cloro

Turbidímetro

2.2. Métodos.

Para la determinar las actividades, los procesos y salidas de agricultura en la Microcuenca Almendra se realizó la revisión de archivos oficiales, así como encuestas y entrevistas y para la recolección de datos del factor social, factor económico y factor

ambiental se ejecutarán encuestas, entrevista e inspección ocular. El mismo que se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 1

Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Variable	Indicadores	Técnica	Instrumento
Independiente: X: Actividades Agrícolas	AA1= Posesión	Revisión archivos oficiales, encuestas, entrevistas e inspección ocular	Guías de observación, cámara fotográfica, GPS y cuestionario.
	AA2= Hectáreas de cultivos.		
	AA3= Tipos de cultivos.		
Dependiente: Y: Calidad del recurso hídrico	$Y1 = pH$	Muestreo / Análisis de Laboratorio	Cuestionario, cámara fotográfica. Laboratorio
	$Y2 = SST$		
	$Y3 = DO$		
	$Y4 = Conductividad$		
	$Y5 = Turbiedad$		
	$Y6 = Temperatura$		

Técnicas:

Identificación el área de estudio:

- Reconocimiento de campo del área de estudio.
- Descripción de los procesos.
- Identificación de la distribución del agua.

Monitoreo de agua de consumo humano

- Toma de muestras en campo

Análisis de agua para consumo humano

- Se realizará con un laboratorio de la EPS Moyobamba a fin de tener resultados fehacientes.

Visita de Campo.

- Visitas de campo para evaluar la captación traslado y distribución del agua.

Determinación de posibles efectos en la salud de la población:

- Se realizará una comparación entre los valores obtenidos en los parámetros de calidad de agua que consume la población y la bibliografía existente (Investigaciones relacionadas)

Instrumentos:

- Formatos de Recolección de datos
- Fichas de laboratorio
- Redes de muestreo.
- Equipo multiparámetro portátil (análisis físico-químicos in situ: temperatura, pH)
- GPS

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Actividades agrícolas que se desarrollan en la cabecera de la microcuenca Almendra del distrito de Moyobamba.

Para determinar las actividades que se realizan en la microcuenca Almendra se ejecutó una encuesta aleatoria a 20 pobladores que tienen sus predios dentro de esta, pudiendo constatar la información de la siguiente manera:

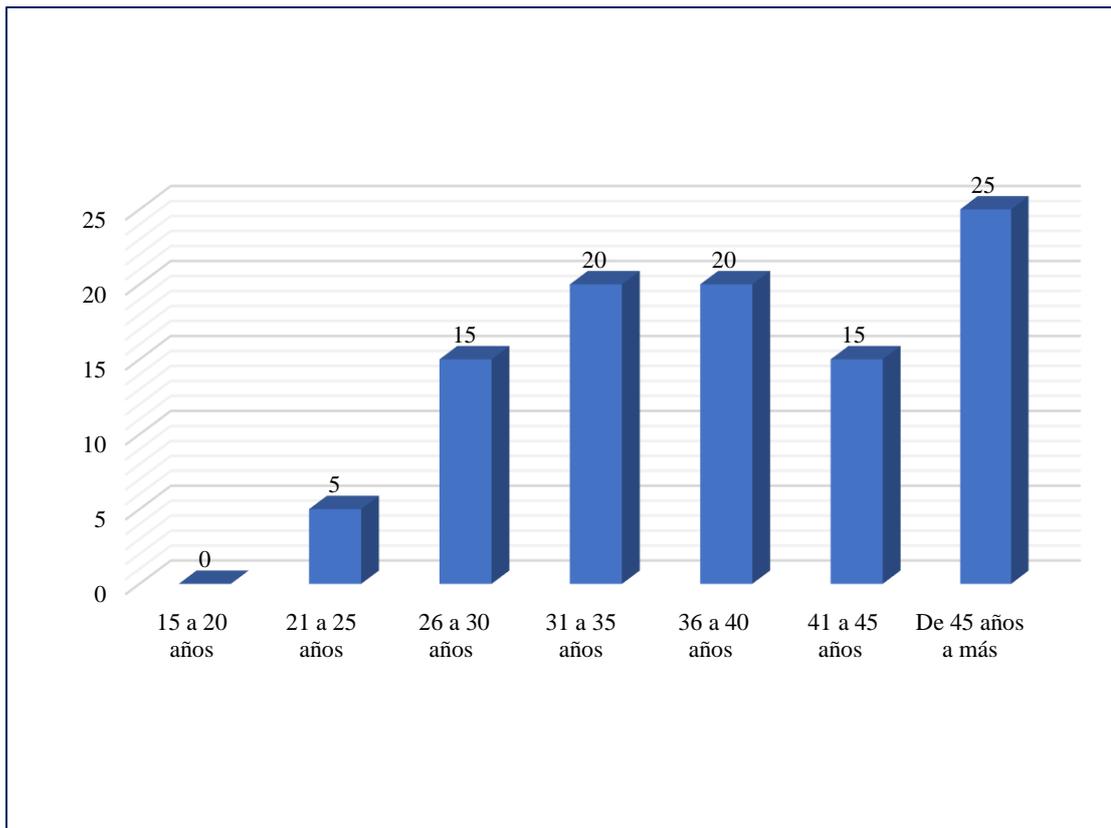


Figura 2. Valores de las edades de los propietarios que desarrollan actividades en la cabecera de la microcuenca Almendra.

Se infiere que el 40 % de los propietarios que desarrollan actividades en la cabecera de la microcuenca Almendra se encuentran entre los 31 y 40 años de edad siendo estos los que más predominan ejercido labores de agricultura. Pero el pico más alto lo ocupan los propietarios que cuentan con una edad más avanzada que oscila a partir de los 45 años a más.

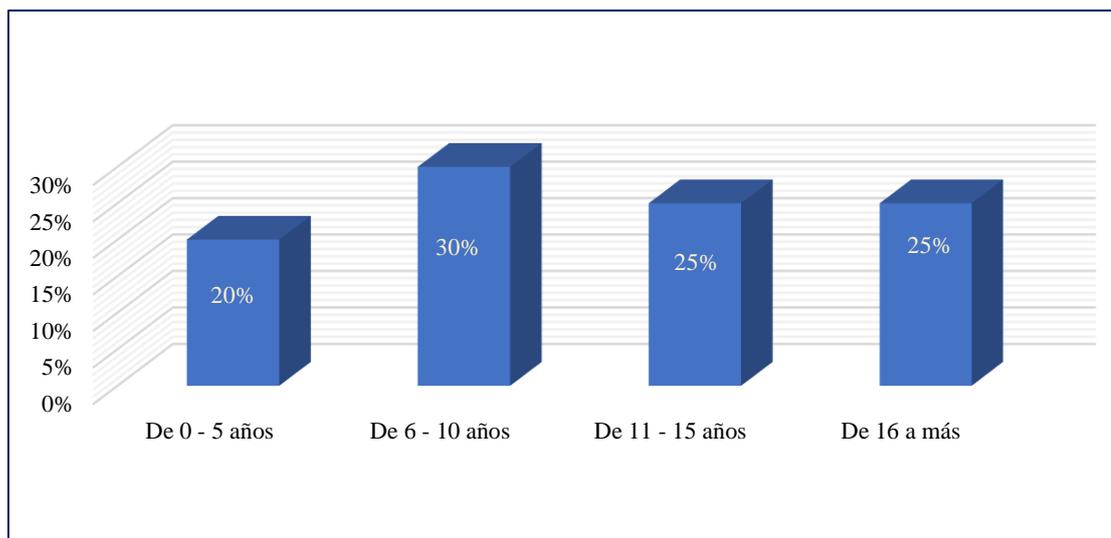


Figura 3. Valores de los años que los propietarios vienen desarrollando actividades en la cabecera de la microcuenca Almendra como agricultores.

En la figura se infiere que el 25 % de los propietarios que desarrollan actividades en la cabecera de la microcuenca Almendra se encuentran desarrollando estas actividades por lo mucho 5 años, otro 25 % de 11 años a 15 años de labor, un 20 % de 16 años a más y el porcentaje más alto que es el 30% está de 6 a 10 años desarrollando actividades.

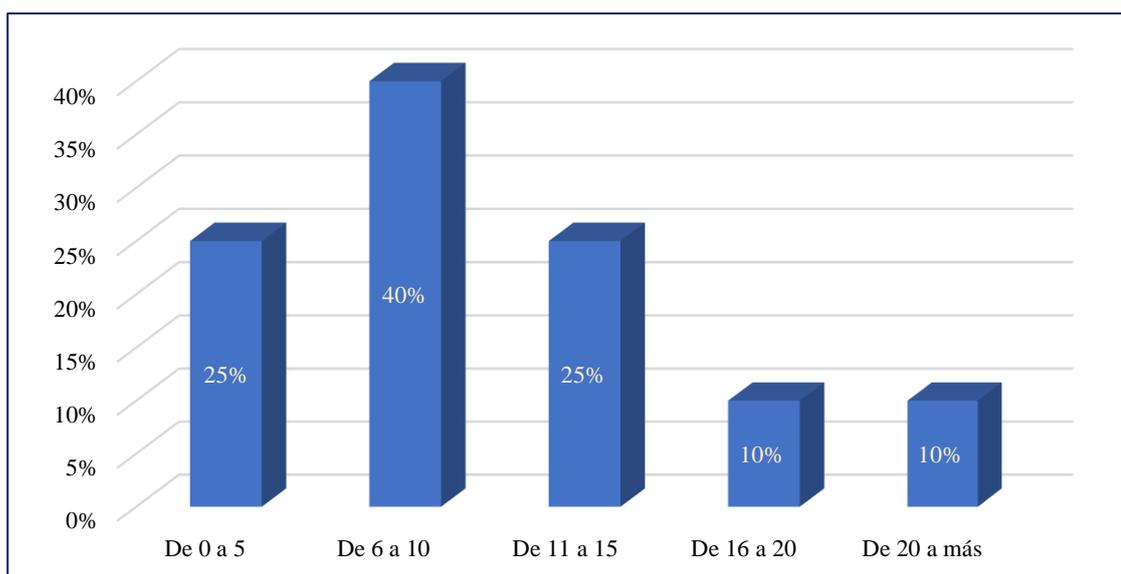


Figura 4. Valores de los años que los propietarios vienen desarrollando actividades en la cabecera de la microcuenca Almendra como agricultores.

Se infiere que el 10% de los propietarios que desarrollan actividades en la cabecera de la microcuenca Almendra tienen de 20 a más ha, otro 10 % de 16 ha a 20 a, un 25 % de 11 a 15 Ha, otro 25 % como máximo cuenta con 5 Ha y el porcentaje más alto que es el 40% está de 6 a 10 Ha como propiedad.

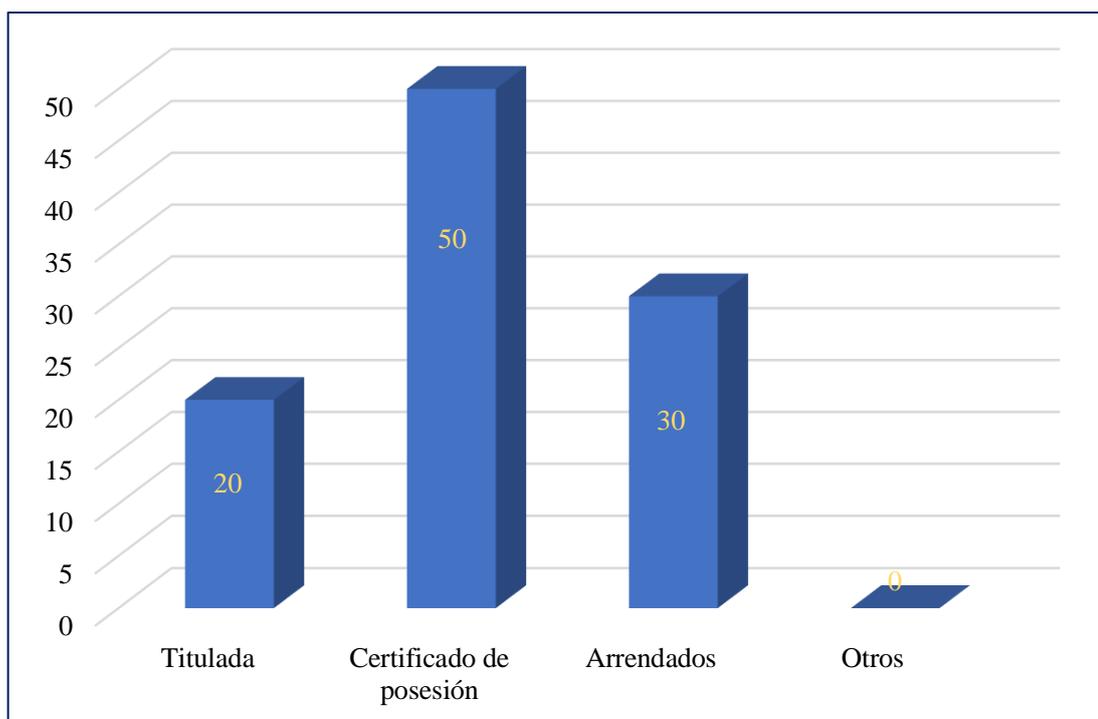


Figura 5. Valores de la condición de los terrenos donde los propietarios vienen desarrollando actividades en la cabecera de la microcuenca Almendra como agricultores.

Se infiere que el 50% de los propietarios que desarrollan actividades en la cabecera de la microcuenca Almendra tienen el terreno en condición de certificado de posesión, un 30 % en forma de arrendatarios y el porcentaje más bajo que es el 20 % de manera titulada.

Tabla 2

Tipos de cultivo y número de hectáreas según año de evaluación en la cabecera de la microcuenca Almendra

Tipos de cultivo	N° ha/ año			
	2017	2018	2019	2020
Café	23	17	15	15
Pastoreo	30	30	30	30
Cacao	10	10	10	10
Maíz	6	8	6	6
Pan llevar*	12	10	12	12
TOTAL	81	75	73	73

*Lo constituyen los cultivos en pequeña escala de yuca, plátano, papaya, caña de azúcar y palta.

Actividades agrícolas que se desarrollan en la cabecera de la microcuenca Almendra del distrito de Moyobamba.

Como resultado de la encuesta aplicada se pudo obtener la siguiente información que se detalla en el gráfico siguiente donde se observa que las actividades agrícolas predominantes en la cabecera de la microcuenca Almendra son las del cultivo de café, cacao, maíz, y las actividades de pastoreo de ganado vacuno, así como también Pan llevar que involucran cultivos de pequeña escala de yuca, plátano, papaya, caña de azúcar y palta que en su conjunto conforman un grupo considerable.

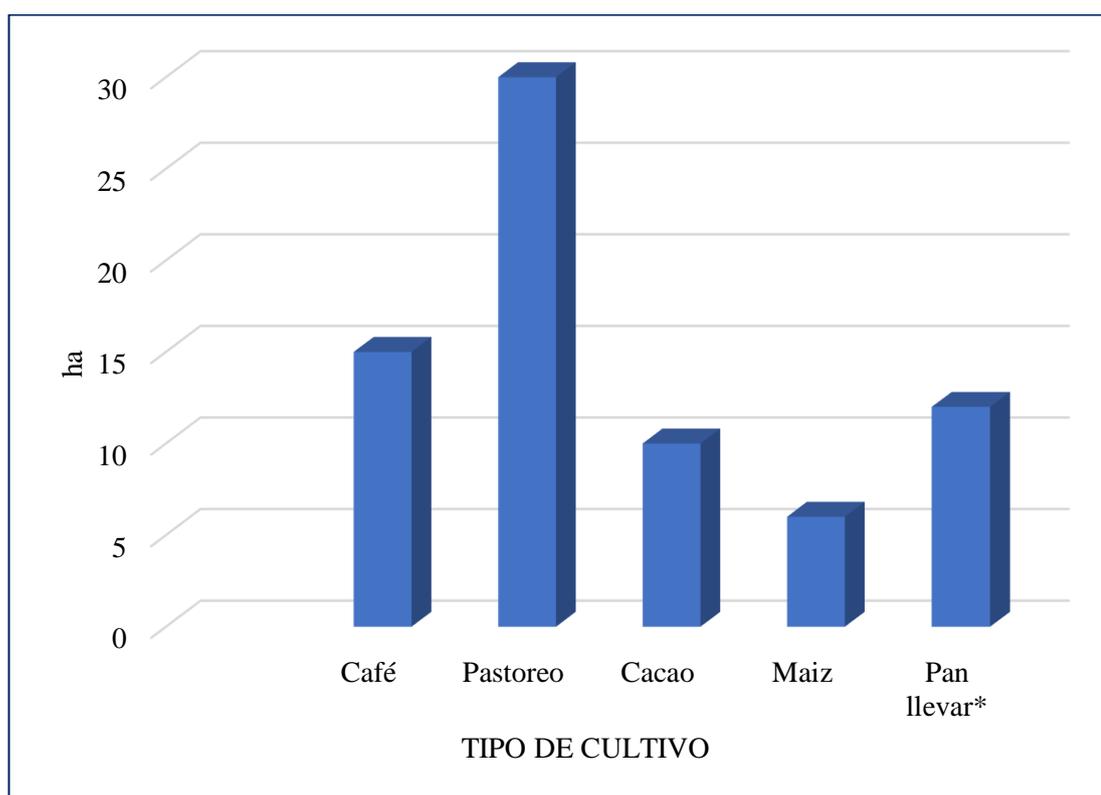


Figura 6. Tipo de cultivo por hectáreas.

Se observa en la figura que las actividades agrícolas que se desarrollan en la cabecera de la microcuenca Almendra, donde se aprecia que el pastoreo de ganado vacuno ocupa una mayor extensión de territorio de aproximadamente 30 ha con respecto a los otros tipos de cultivo. Seguido de esta actividad el cultivo de café que ocupa aproximadamente 15 ha y de casi similar proporción los cultivos que involucran el grupo de pan de llevar con 12 ha respectivamente.

3.2. Situación actual de la expansión agrícola en la cabecera de la Microcuenca Almendra del distrito de Moyobamba.

Como resultado de la encuesta realizada a los propietarios de los predios ubicados en la cabecera de la microcuenca Almendra, se sistematizó la información que se presenta a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 3

Evolución por tipo de cultivo en los últimos cuatro (04) años.

Tipos de cultivo	N° ha/ año			
	2017	2018	2019	2020
Café	23	17	15	15
Pastoreo	30	30	30	30
Cacao	10	10	10	10
Maíz	6	8	6	6
Pan llevar*	12	10	12	12
TOTAL	81	75	73	73

*Lo constituyen los cultivos en pequeña escala de yuca, plátano, papaya, caña de azúcar y palta.

De ello se deduce que en la información presentada desde el 2017 a la actualidad, existe una disminución significativa en el uso del territorio de 81 ha a 73 ha respectivamente por los agricultores asentados en la cabecera de la microcuenca Almendra.

Para el caso del cultivo de café con respecto a los 20 propietarios encuestados, del año 2017 hasta la actualidad existe una disminución significativa de 8 hectáreas de terreno agrícola utilizado. Del año del 2017 al 2018 la plaga de la roya arrasó con los cultivos de café afectando seriamente el cultivo obligando a algunos agricultores a abandonar el cultivo por no existir rentabilidad, buscando alternativas diferentes como la apicultura incrustada en el cultivo. Desde el año 2019 se viene manteniendo a 15 hectáreas utilizadas para este cultivo, como resultado de las capacitaciones que venido desarrollando la EPS Moyobamba respecto a estas alternativas ecológicas que forman parte de la compensación por servicios ecosistémicos.

Por otro lado, en las actividades de pastoreo, el cultivo de cacao, maíz y pan llevar el territorio utilizado se ha mantenido constante porque se intensificaron en la zona

capacitaciones en nuevas alternativas eco ambientales como el cultivo de orquídeas y la reforestación esto en el marco de la implementación del programa de compensación por servicios ecosistémicos que se está desarrollando.

Impacto que generan la actividad agrícola en la calidad del recurso hídrico de la cabecera de la microcuenca Almendra del distrito de Moyobamba.

Impacto en la calidad físico-química de la fuente de agua Almendra.

Producto del monitoreo mensual realizado a la fuente de agua “Almendra” en los parámetros físico-químicos, entre el periodo de marzo a octubre se obtuvo los datos que se presentan a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 4

Análisis físico-químico de la fuente de agua "Almendra"

PARÁMETROS	MESES								TOTAL
	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	
pH (Unidad de pH)	7.68	8.07	8.65	7.44	7.69	7.73	6.80	6.84	60.90
Turbiedad (NTU)	9.28	16.20	2.80	2.59	2.81	3.43	3.11	3.10	43.32
Color (UCV Pt-Co)	10.00	21.00	4.00	1.60	1.70	2.00	1.30	1.10	42.70
Conductividad (µS/cm)	276.90	353.7	439.40	474.50	468.70	994.00	578.00	527.00	3758.50
Sólidos Totales Disueltos (mg/L)	141.10	182.70	224.10	238.00	239.20	265.50	264.10	256.40	1811.10
Fecha de muestreo	06 Mar	03 Abr	21 May	22 Jun	06 Jul	18 Ago	09 Sept	21 Oct	
Hora de muestreo	4:21 p.m.	10:28 a.m.	10:05 a.m.	11:55 a.m.	2:27 p.m.	01:44 p.m.	02:40 p.m.	11:12 a.m.	



a) Valores del potencial de Hidrogeno (pH) de la fuente de agua “Almendra” en el periodo de marzo a octubre.

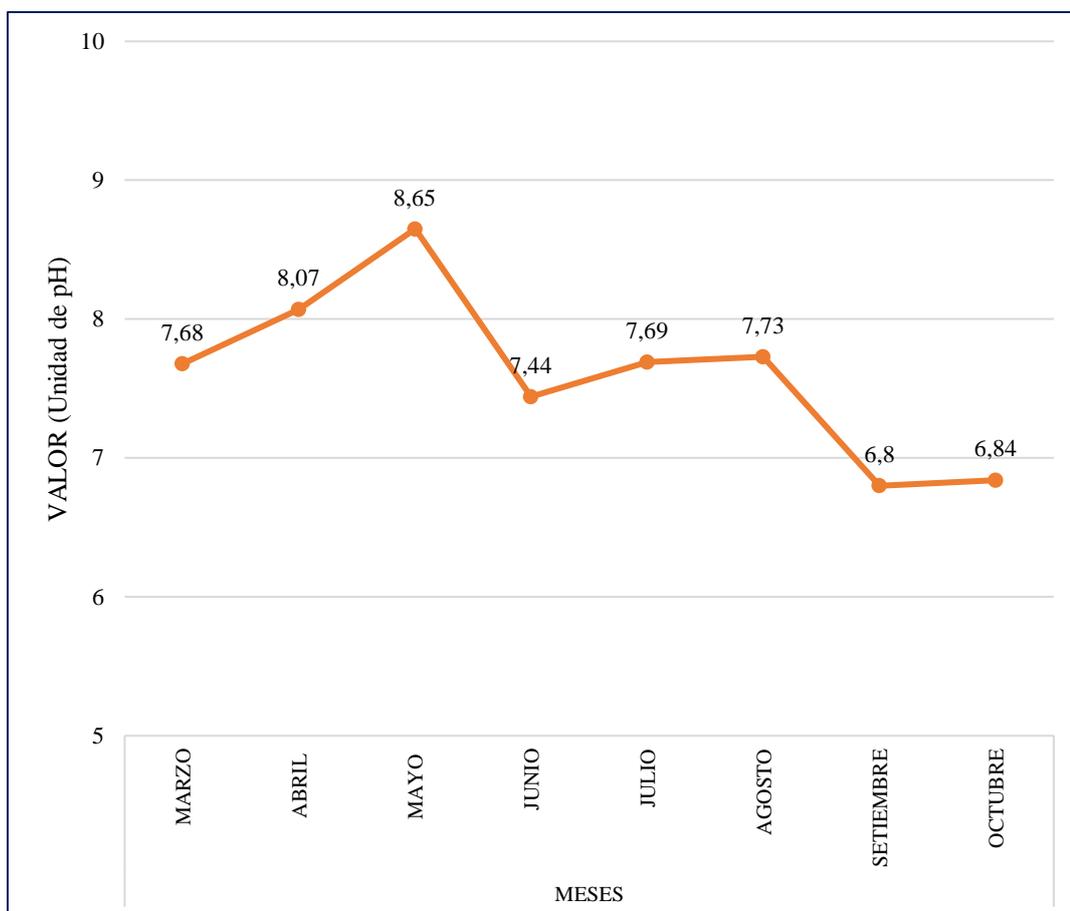


Figura 6. Evaluación del pH.

En la figura se aprecia que el valor más elevado de pH se obtuvo en el mes de mayo, se infiere que es debido que el día del muestreo se presencié una considerable precipitación provocando escorrentías arrastrando residuos de fertilizantes y plaguicidas desde las unidades productivas de café y cacao, además de residuos de la actividad ganadera (estiércol) que contienen grandes cantidades de nitrógeno y fósforo. así como también el valor más bajo se obtuvo en el mes de setiembre.

- b) **Valores de turbiedad (NTU) de la fuente de agua “Almendra” en el periodo de marzo a octubre.**

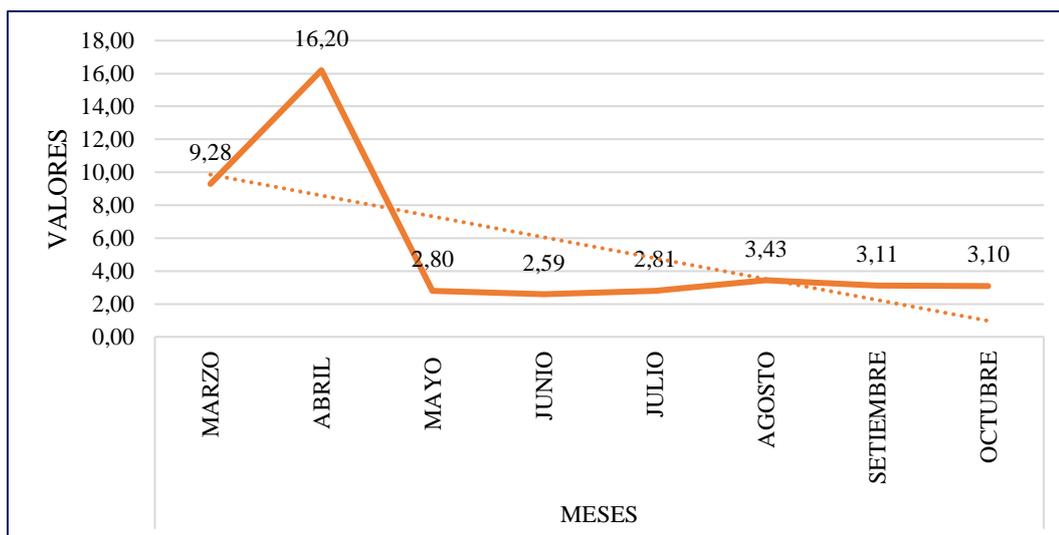


Figura 7. Evaluación del Turbiedad.

En la figura se muestra el comportamiento de la turbiedad de la fuente de agua “Almendra” del periodo marzo – octubre, resaltando el valor más alto en del mes de abril con un valor de 16.20 NTU y el valor mínimo se aprecia en el mes de junio con un valor de 2.80 NTU respectivamente. Además, se evidencia una tendencia de descendencia.

- c) **Valores del color (UCV Pt-Co) de la fuente de agua “Almendra” en el periodo de marzo a octubre.**

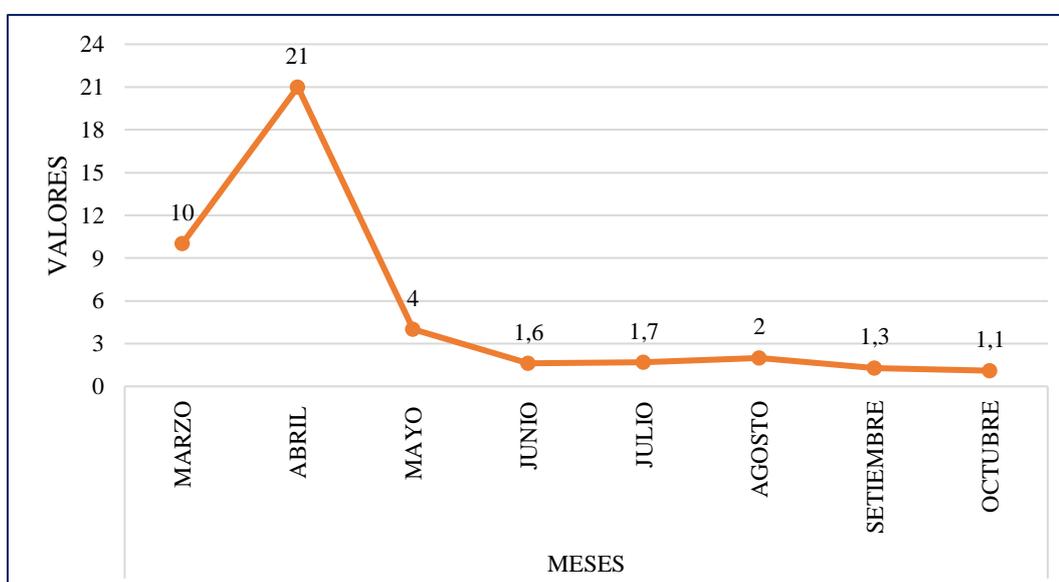


Figura 8. Evaluación del color.

De la figura se aprecia que el comportamiento del color del agua de la fuente “Almendra” del periodo marzo – octubre, mostrando un abrupto asenso de marzo a abril, siendo este el pico más alto con un valor de 21 UCV Pt-Co, después un descenso muy significativo al mes de mayo, de allí en adelante desde junio los valores del color del agua son casi estables y constantes habiendo ligeras variaciones, mostrando su valor más bajo en el mes de octubre con 1.1 UCV Pt-Co.

d) Valores de conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) de la fuente de agua “Almendra” en el periodo de marzo a octubre.

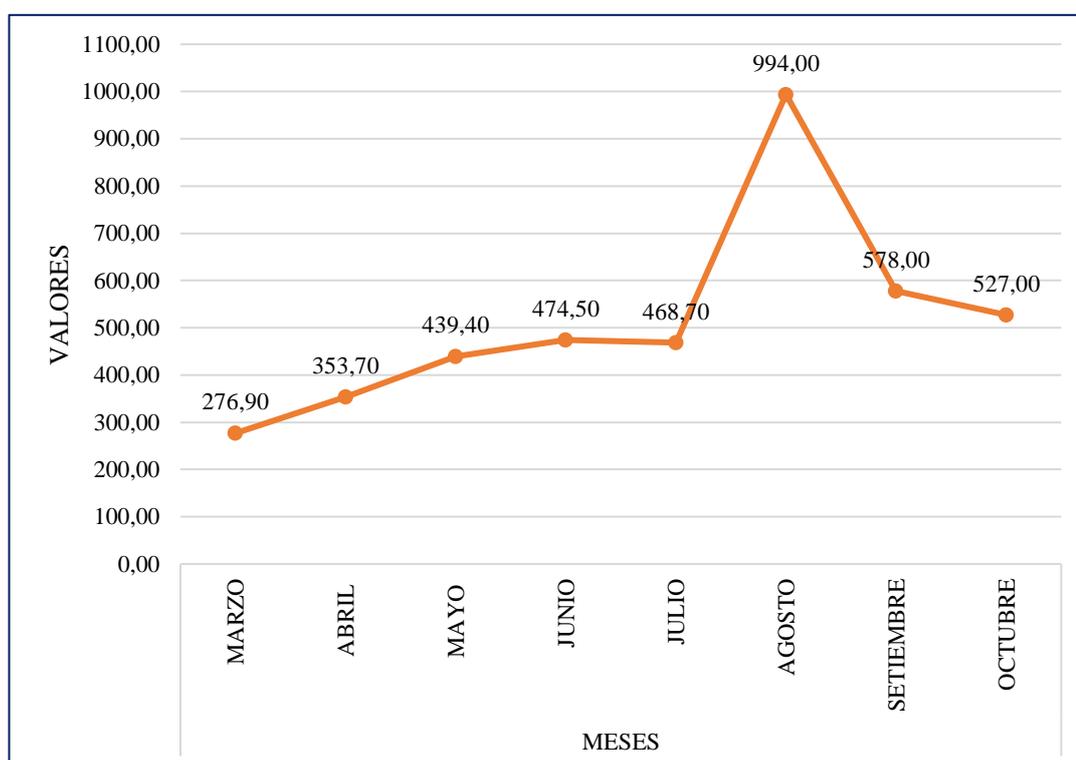


Figura 9. Evaluación de conductividad.

En la figura muestra el comportamiento de la conductividad del agua de la fuente “Almendra” del periodo marzo – octubre, evidenciándose un ascenso gradual desde el mes de marzo (valor mínimo 276.90 $\mu\text{S}/\text{cm}$) a junio, y de junio a julio un descenso mínimo para luego ascender abruptamente hasta llegar a la cima en el mes de agosto con un valor de 994.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$, para que a partir de este descienda gradualmente hasta octubre.

e) **Valores de Sólidos Totales Disueltos (mg/L) de la fuente de agua “Almendra” en el periodo de marzo a octubre.**

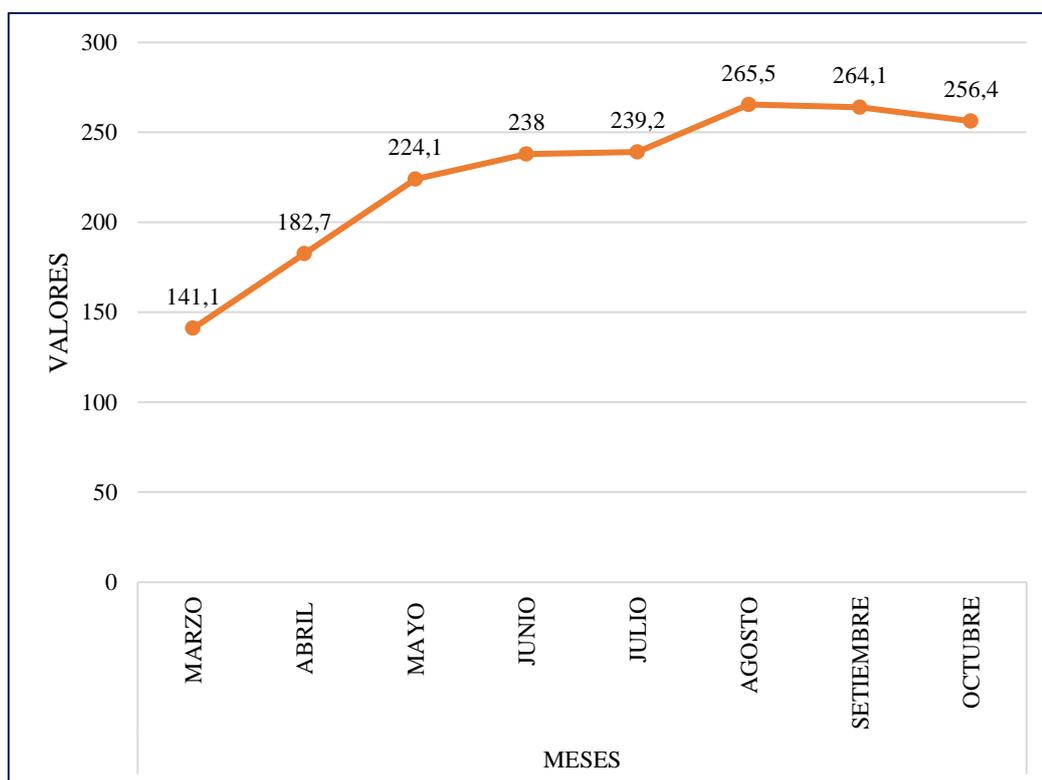


Figura 10. Evaluación de los Sólidos Totales Disueltos.

En la figura se muestra el comportamiento de los sólidos disueltos totales del agua de la fuente “Almendra” del periodo marzo – octubre, apreciándose el mes de marzo el pico más bajo con un valor de 141.1 mg/L de allí iniciándose una curva ascendiente, llegando a su valor máximo en el mes de agosto con 265.5 mg/L.

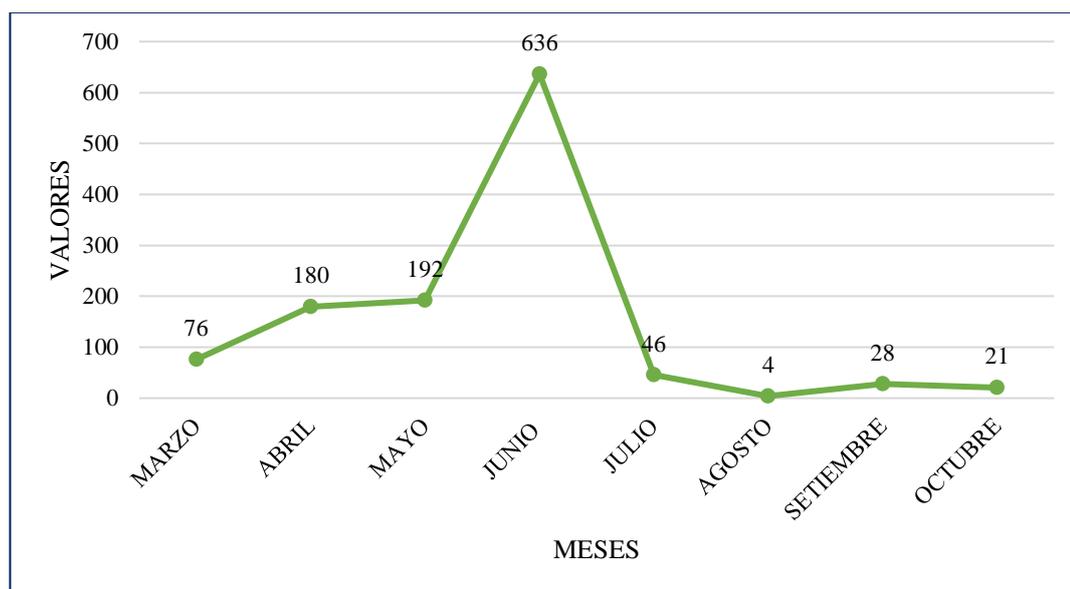
Impacto en la calidad bacteriológica de la fuente de agua Almendra.

Producto del monitoreo mensual realizado a la fuente de agua “Almendra” en los bacteriológicos, entre el periodo de marzo a octubre se obtuvo los datos que se presentan a continuación en la siguiente

Tabla 5*Análisis bacteriológico de la fuente de agua "Almendra"*

PARÁMETROS	MESES								TOTAL
	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	
Coliformes Totales (NTC/100 mL)	76	180	192	636	46	4	28	21	1183
Coliformes Termotolerantes (NTC/100 mL)	0	94	2	20	38	21	76	14	265
Bacterias Heterotróficas (NTC/100 mL)	0	23	20	526	20	20	0	0	609
Fecha de muestreo	11 Mar	27 Abr	21 May	22 Jun	06 Jul	18 Ago	15 Set	21 Oct	
Hora de muestreo	11:08 a.m.	11:53 a.m.	10:51 a.m.	12:06 p.m.	3:16 p.m.	2:06 p.m.	11:25 a.m.	11:57 a.m.	

a. Valores de coliformes totales (NTC/100 mL) de la fuente de agua “Almendra” en el periodo de marzo a octubre.

**Figura 11.** Evaluación de coliformes totales.

En la figura se muestra el comportamiento de los Coliformes totales presentes en el agua de la fuente “Almendra” del periodo marzo – octubre, apreciándose el mes de junio el pico más alto con un valor de 636 NTC/100mL de allí iniciándose una curva descendente, llegando a su valor mínimo en el mes de agosto con 4 NTC/100mL.

b. Valores de coliformes termotolerantes (NTC/100 mL) de la fuente de agua “Almendra” en el periodo de marzo a octubre.

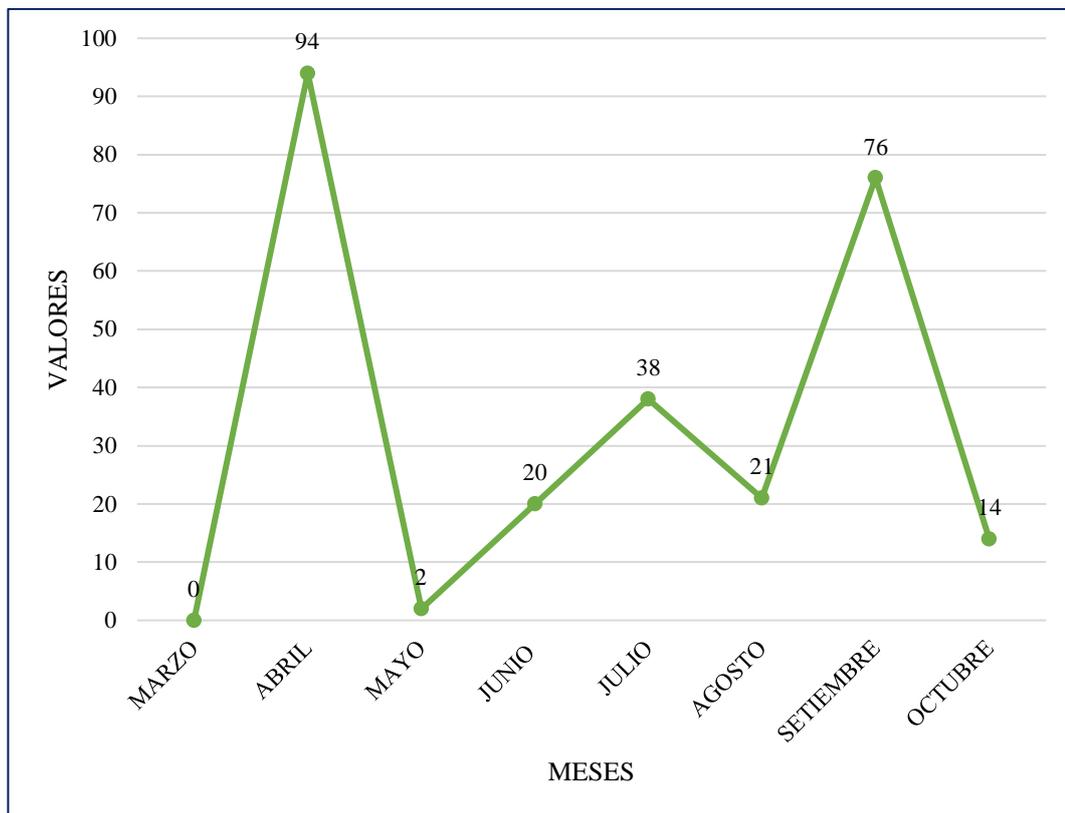


Figura 12. Evaluación de coliformes termotolerantes.

En la figura se muestra el comportamiento de los coliformes termotolerantes presentes en el agua de la fuente “Almendra” del periodo marzo – octubre, apreciándose el mes de abril el pico más alto con un valor de 94 NTC/100mL de allí iniciándose una curva descendente, llegando a su valor mínimo en el mes de mayo con 2 NTC/100mL

c. **Valores de bacterias heterotróficas (NTC/100 mL) de la fuente de agua “Almendra” en el periodo de marzo a octubre.**

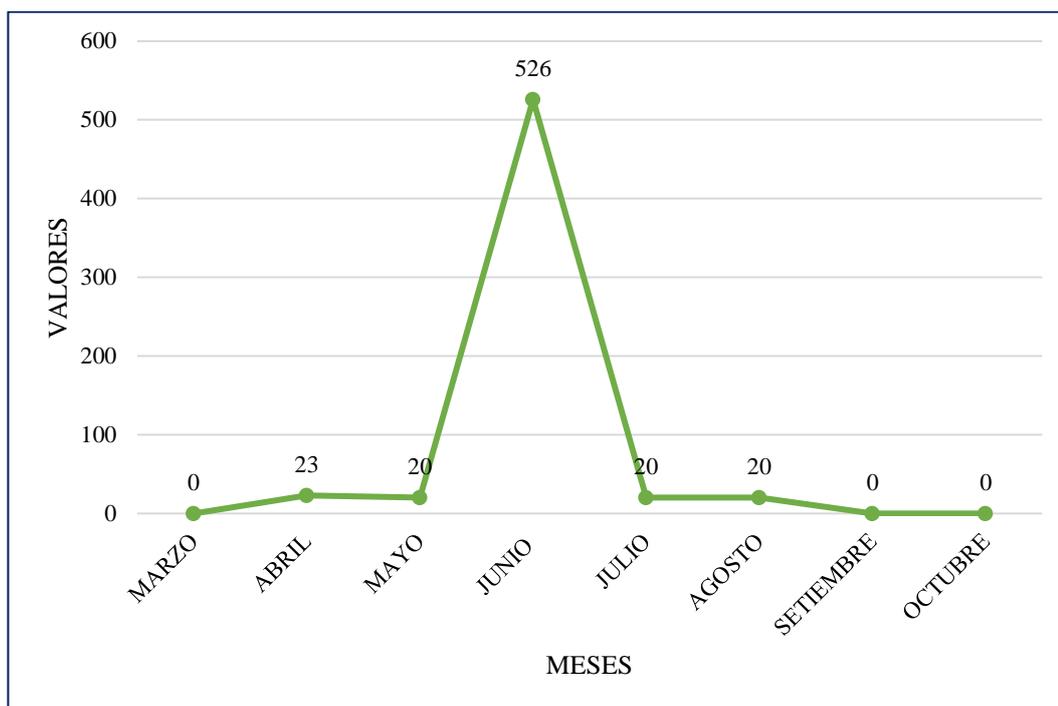


Figura 12. Evaluación de bacterias heterotróficas.

En la figura se muestra el comportamiento de las bacterias heterotróficas presentes en el agua de la fuente “Almendra” del periodo marzo – octubre, observándose que, en los meses de marzo, setiembre y octubre no existe presencia alguna de bacterias heterotróficas, pero en los meses de mayo, julio y agosto existe un valor considerable de estas en el agua de 20 NTC/ 100 mL respectivamente para cada uno de ellos. Sin embargo, se aprecia una abismal diferencia de presencia de bacterias heterotróficas en el mes de junio con respecto a otros meses alcanzando un valor clímax de 526 NTC/ 100 mL.

3.3. Incidencia que generan las actividades agrícolas en la calidad del recurso hídrico de la cabecera de la microcuenca Almendra del distrito de Moyobamba

De acuerdo a los resultados obtenidos de los análisis efectuados a los diferentes parámetros físico-químicos y bacteriológicos de la fuente de agua “Almendra”, se presentan las tablas siguientes de los promedios de cada parámetro durante los ocho meses de evaluación. Así mismo se comparó los resultados con los Estándares de

Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua), específicamente en: **Categoría 1:** Poblacional y recreacional; **Subcategoría A:** Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable. El criterio utilizado para comparar con esta subcategoría radica en que la fuente de agua “Almendra” es captada y utilizada con simple desinfección con cloro para fines de consumo de la población Moyobambina. Y el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM: Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias en el Art. 3.1. menciona aquellas aguas que, por sus características de calidad, reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente. Para fines de entendimiento y sistematización de la información se optó por agrupar de acuerdo su dimensión los parámetros físico-químicos y bacteriológicos evaluados.

A continuación, se muestra los siguientes gráficos de los parámetros fisicoquímicos evaluados comparados con los ECA-Agua. Con fines de entendimiento estos se dividen en dos gráficos, el primero que contiene a los parámetros fisicoquímicos de color, turbiedad y pH, el segundo grafico por su parte contiene los parámetros de: Solidos Totales Disueltos y Conductividad.

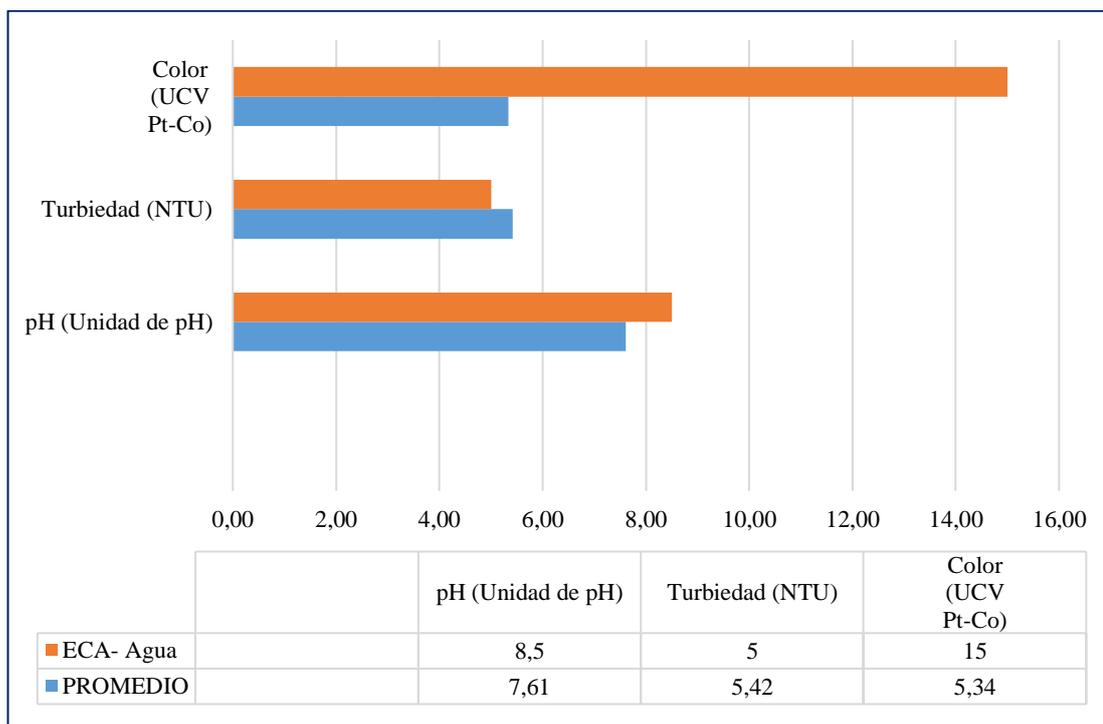


Figura 13. Relación de pH, turbiedad y color con ECAs.

En la figura se evidencia en el eje horizontal los parámetros fisicoquímicos: color, turbiedad y pH, y en el eje vertical los valores de estos respectivamente. Los valores de los parámetros que se están comparando con los ECA-Agua son el promedio de los ocho meses evaluados. Se aprecia los valores de los parámetros de color, turbiedad y pH no superan los ECA-Agua, es decir están por debajo de los valores establecidos.

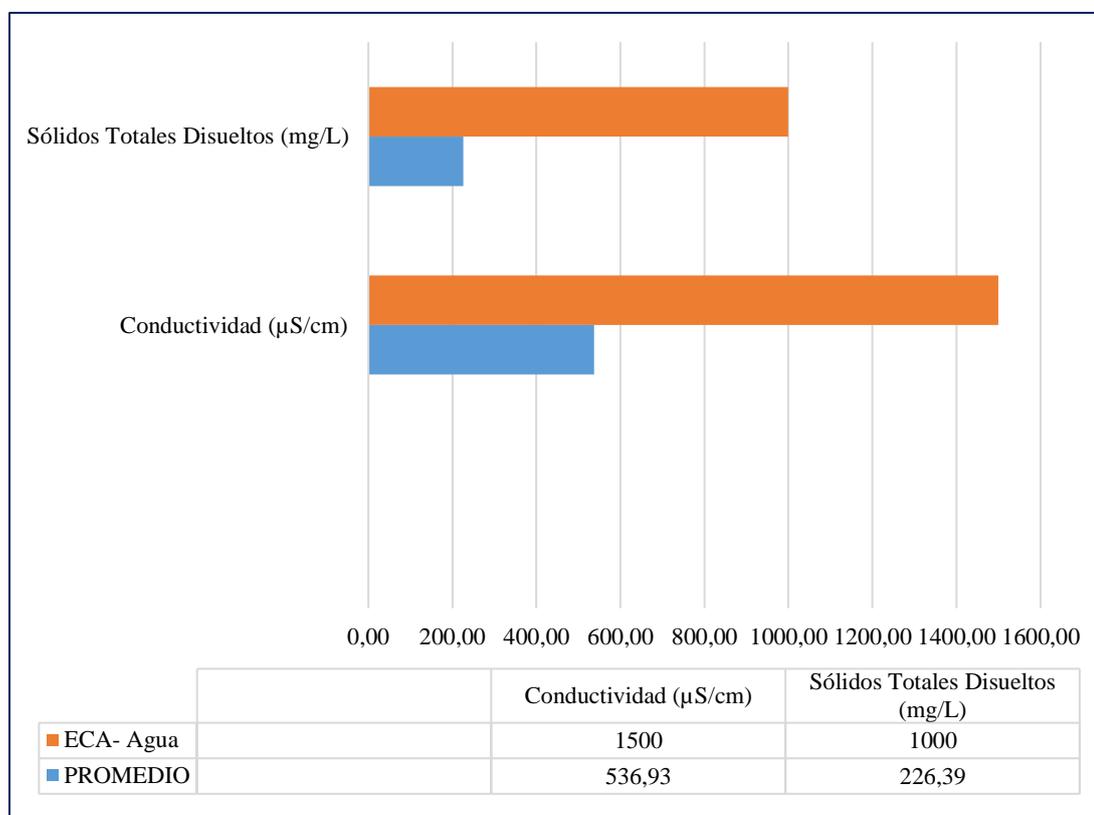


Figura 14. Relación de sólidos totales disueltos y conductividad con ECAs.

En la figura se evidencia en el eje horizontal los parámetros fisicoquímicos: Solidos Disueltos Totales y Conductividad, y en el eje vertical los valores de estos respectivamente. Los valores de los parámetros que se están comparando con los ECA-Agua son el promedio de los ocho meses evaluados. Se aprecia los valores de los parámetros de Solidos Disueltos Totales y Conductividad no superan los ECA-Agua y por el contrario se encuentran muy por debajo de los valores establecidos.

De los parámetros fisicoquímicos evaluados (color, turbiedad y pH, Solidos Disueltos Totales y Conductividad) se concluye que absolutamente todos están por debajo de los valores máximos que establece los ECA-Agua para consumo humano.

A continuación, se muestra el gráfico que representa los parámetros bacteriológicos evaluados comparados con los ECA del Agua.

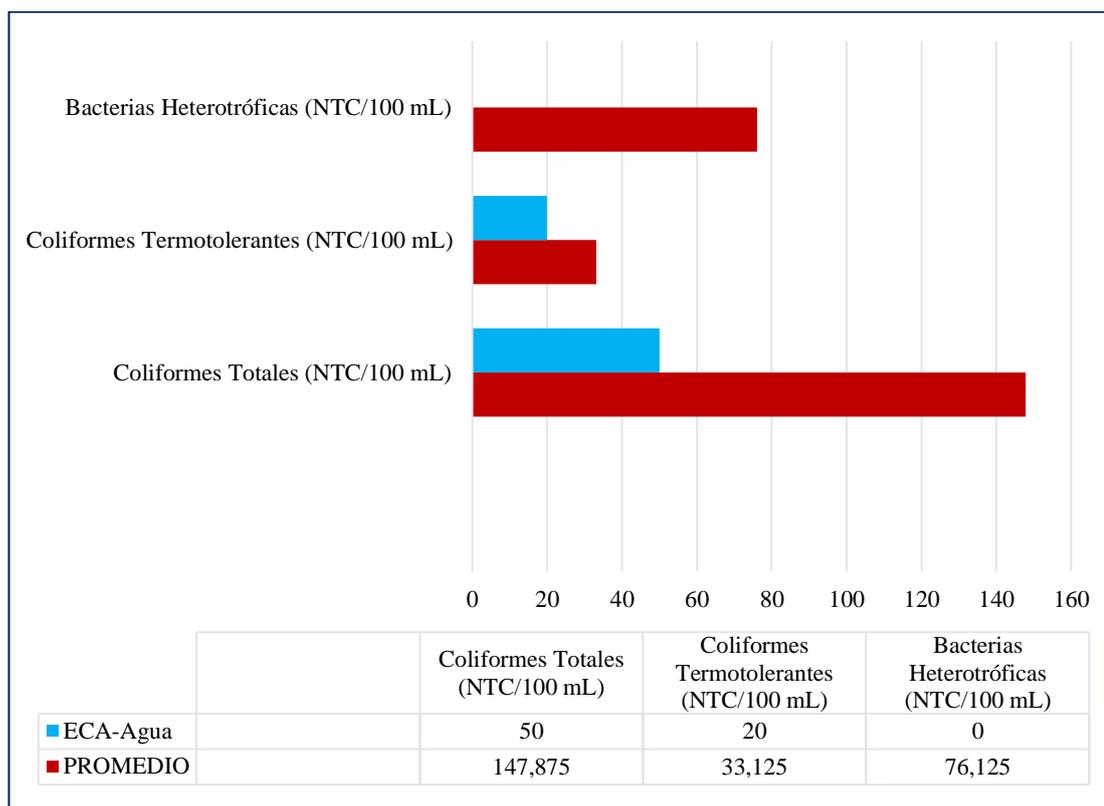


Figura 15. Relación de los parámetros bacteriológicos con ECAs.

En la figura se evidencia en el eje horizontal los parámetros bacteriológicos como son: Bacterias Heterotróficas, Coliformes Termotolerantes y Coliformes Totales. Y en el eje vertical los valores de estos respectivamente. Los valores de los parámetros que se están comparando con los ECA-Agua son el promedio de los ocho meses evaluados. Se aprecia los valores de los parámetros bacteriológicos evaluados todos sin excepción alguna exceden significativamente de forma abrupta los ECA-Agua.

Discusión.

La presente investigación evidencia las actividades agrícolas que se desarrollan en la cabecera de la microcuenca Almendra del distrito de Moyobamba las cuales son la ganadería (pastoreo de ganado vacuno), café, cacao, maíz y las de pan llevar, destacando a la ganadería como la actividad que ocupa más extensión del territorio. El cual contrasta con los resultados obtenidos por **Ricce y Robles en el año 2014** en el cual se

registró actividades económicas agrícolas de la microcuenca Río Negro como: La producción de café, cacao, cítricos (naranja, tangelo, mandarina) y ganadería. De los cultivos mencionados, destaca la producción de café, tanto por la extensión de tierras cultivadas como por el valor comercial de la producción en esta zona.

Como resultado de la investigación realizada, se evidencia que conforme se han ido aplicando mecanismos de conservación como la **compensación por servicios ecosistémicos** que actualmente se ejecuta en la microcuenca Almendra la expansión agrícola se ha estancado y en algunos casos reducido el territorio destinado para estas actividades agrícolas mencionadas, esto debido a que se han brindado capacitaciones por parte de la EPS a los propietarios de estos terrenos en temas de actividades alternativas más eco amigables con el ambiente como la apicultura y conservación forestal nativa. Situación que concuerda con los resultados de la investigación de Paulino en 2018, quien en sus resultados refiere que la intervención que realizan las entidades responsables a las microcuencas con el fin de salvaguardar el recurso hídrico como las charlas intuitivas de agro negocios sostenibles, desarrollando cultivos alternativos como la apicultura incrustada en los cultivos ya establecidos y como también impulsar a la preservación de especies endémicas nativas con el fin de incentivar el agroturismo.

Amachi en el año 2017 hace referencia a que los incrementos de bacterias en el agua se evidencian cuando el ganado pasta en áreas muy cercanas a las fuentes de agua. En un estudio realizado, la cantidad de bacterias en el suelo fue en función del tipo y del número de ganado, y la forma en que los desechos fueron tratados o almacenados. Asimismo, la contaminación de las aguas superficiales por nutrientes provenientes de áreas de pastoreo afecta la calidad del agua. Esta información concuerda perfectamente con los resultados obtenidos en esta investigación contratándose que en los parámetros bacteriológicos evaluados todos superan los estándares de calidad ambiental para agua de consumo humano.

CONCLUSIONES

Las actividades agrícolas que se desarrollan en la cabecera de la microcuenca Almendra son el cultivo café, cacao, maíz, y las actividades de pastoreo de ganado vacuno (ganadería), así como también las de pan llevar que involucran cultivos de pequeña escala de yuca, plátano, papaya, caña de azúcar y palta que en su conjunto conforman un grupo considerable. El pastoreo de ganado vacuno ocupa una mayor extensión de territorio de aproximadamente 30 ha con respecto a los otros tipos de cultivo, seguido de esta actividad se ocupa en segundo lugar el cultivo de café que ocupa aproximadamente 15 ha de terreno y de casi similar proporción los cultivos que involucran el grupo de pan de llevar con 12 ha respectivamente,

Las actividades agrícolas en la cabecera de la microcuenca Almendra se han estancado y en algunos casos disminuido las hectáreas de terreno utilizado. De ello se deduce que en la información presentada desde el 2017 a la actualidad, existe una disminución significativa en el uso del territorio de 81 ha a 73 ha respectivamente por los agricultores asentados en la cabecera de la microcuenca Almendra. En el año 2019 se ve una homogeneidad en la cantidad de territorio utilizado para estos cultivos, como resultado de las capacitaciones que venido desarrollando la EPS Moyobamba respecto a estas alternativas ecológicas que forman parte de la compensación por servicios ecosistémicos y además siguen mantenido constante porque se intensificaron en la zona capacitaciones en nuevas alternativas eco ambientales como el cultivo de orquídeas y la reforestación esto en el marco de la implementación del programa

Las actividades agrícolas si inciden en la calidad del agua en la fuente Almendra y la más representativa es la ganadería (pastoreo de ganado vacuno), se observó que solo los parámetros bacteriológicos (Bacterias Heterotróficas, Coliformes Termotolerantes y Coliformes Totales) sobrepasan los ECAs considerablemente (por los residuos de la ganadería se convierten en contaminantes que son arrastradas con facilidad por escorrentía y rapidez hacia el cuerpo de agua), mientras que de la evaluación de los parámetros físico-químicos se observó que no sobrepasan los ECAs.

RECOMENDACIONES

A la EPS Moyobamba, que siga con el control y seguimiento a las personas que se encuentran en la microcuenca, especialmente en la cabecera, para que no expandan sus fronteras agrícolas, así mismo que realicen capacitación en actividades (alternativas) que generen ingresos a los agricultores.

A los agricultores de la zona el recurso hídrico, conservar los bosques y comunicar de cualquier problema en la microcuenca Almendra a la EPS Moyobamba para que tome medidas de solución.

A los estudiantes de las carreras de ingeniería ambiental y afines a seguir estudiando los problemas de la calidad del agua, y con ello proponer soluciones a ellos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BROUSETT-MINAYA, M., CHAMBI RODRÍGUEZ, A., MOLLOCONDO TURPO, M., AGUILAR ATAMARI, L. y LUJANO LAURA, E., 2018. Evaluación Físico-Química y Microbiológica de Agua para Consumo Humano Puno - Perú. *Fides et Ratio - Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, ISSN 2071-081X.
- CONTRERAS, G.J; COHA, J.M.; MARTÍNEZ, A.M Y AURAZO, M. (1996). Efecto Bactericida de Catabolitos de *Pseudomonas aeruginosa* sobre Coliformes fecales en Agua de Consumo. Lima.
- ESTEVAN BOLEA, MARÍA TERESA (1989) Evaluación del Impacto Ambiental, Fundación MAPFRE; Madrid, España.
- GUZMÁN, B.L., NAVA, G. y DÍAZ, P., 2015. La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbilidad en Colombia, 2008-2012. *Biomedica*, ISSN 01204157. DOI 10.7705/biomedica.v35i0.2511
- MARCÓ L., AZARIO R., METZLER C., Y GARCÍA M. (2004). La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadas a partir de fuentes superficiales. Propuestas a propósito del estudio del sistema de potabilización y distribución en la ciudad de Concepción. Uruguay.
- NORMA TECNICA PERUANA. (2012). Calidad de agua: muestreo, preservación y manipulación de muestras.
- 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
- RAMOS CAJAS L. R. (2019). Nivel de conocimiento y actitudes sobre conservación de recursos hídricos en los agricultores de la comunidad de Querosh - distrito de San Pedro de Chaulan - Huánuco - 2019. *Universidad de Huánuco*. <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/2159>
- REYNOLDS, J. (2002). Manejo integrado de aguas subterráneas, Un reto para el futuro. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José. 348 p.

- 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.
- SANDIA, L. A., M. CABEZA, J. ARANDIA Y G. BIANCHI (S/F). Agricultura, Salud y Ambiente. Cidiat - Fundación Polar. Págs. 244.
- SAWYER, C.; L. MCCARTY; Y G. PARKIN. (2000). Química para Ingeniería Ambiental. Editorial Mc Gra Hill, cuarta edición.
- SEVERICHE C. Y GONZÁLEZ U. (2012). Evaluación analítica para la determinación de sulfatos en aguas por método turbidimétrico modificado. Aguas de Cartagena SA ESP Ing. USBMed, 2012; Vol. 3, No. 2.
- SIVICAP, G. de calidad de A., 2012. Estado de la vigilancia de la calidad de agua para consumo humano en Colombia. *Vigilancia de la calidad de agua para consumo humano*, ISSN 2322-9497.
- SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE AGUA Y SANAAMIENTO (2014). Estudio Tarifario.
- TERÁN, P. (2003). Comparación de métodos para determinación de perímetros de protección de pozos y su aplicabilidad en algunos pozos del sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de El Vigía. Mérida- Venezuela.
- TARQUI-MAMANI, C., ALVAREZ-DONGO, D., GÓMEZ-GUIZADO, G., VALENZUELA-VARGAS, R., FERNANDEZ-TINCO, I. y ESPINOZA-ORIUNDO, P., 2016. Calidad bacteriológica del agua para consumo en tres regiones del Perú. *Revista de Salud Publica*, ISSN 0124004. DOI 10.15446/rsap.v18n6.42708.

ANEXOS

Anexo 1: HOJA DE ENCUESTA

1. ¿Edad del propietario?

2. ¿Hace cuantos años se dedica a la agricultura?

3. ¿Cuánto es la extensión de su terreno agrícola?

4. ¿Qué productos cultiva y cuantas hectáreas aproximadamente tiene entre 2017 a 2020?

Tipos	N° ha/ año			
	2017	2018	2019	2020

Observaciones:

5. ¿En qué condición de posesión tiene su terreno?

Condición del terreno	
Posesión	Marcar con una (x)
Titulada	
Certificado de posesión	
Arrendados	
Otros	

Anexo 2: Resultados de la encuesta.

Edad del propietario		
Rango	Cantidad	%
Entre 15 a 20 años	0	0
Entre 21 a 25 años	1	5
Entre 26 a 30 años	3	15
Entre 31 a 35 años	4	20
Entre 36 a 40 años	4	20
Entre 41 a 45 años	3	15
Mas de 45 años	5	25
TOTAL	20	100

Años como agricultor

Rango	Cantidad	%
De 0 - 5 años	4	20
De 6 - 10 años	6	30
De 11 - 15 años	5	25
De 16 a más	5	25
TOTAL	20	100

Número de hectáreas que posee

Rango	Cantidad	%
De 0 a 5 ha	5	25
De 6 a 10 ha	8	40
De 11 a 15 ha	5	25
De 16 a 20 ha	2	10
De 20 a mas ha	2	10
TOTAL	20	100

Condición del terreno:

Posesión	Cantidad	%
Titulada	4	20
Certificado de posesión	10	50
Arrendados	6	30
Otros	0	0
TOTAL	20	100

Tipo de cultivo

Tipos de cultivo	N° ha/ año		
	2017	2018	2019
Café	23	17	15
Pastoreo	30	30	30
Cacao	10	10	10
Maiz	6	8	6
Pan llevar*	12	10	12
TOTAL	81	75	73

Anexo 3: Panel fotográfico.

