



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

**IMPACTO DEL USO DE AGROQUÍMICOS EN LA
CONCENTRACIÓN DE NITRATOS EN AGUAS
SUBTERRÁNEAS – CERRO EL TORO, SHIRACMACA,
HUAMACHUCO, TRUJILLO, 2016.**

PRESENTADO POR EL BACHILLER

JORGE RAPHAEL SALDAÑA DELGADO

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

ASESOR

Dr. José Elías Sandoval Ríos

CO-ASESOR

M. Sc. Q.F. José Luis Polo Bardales

TRUJILLO – PERÚ

2016

DEDICATORIA

A DIOS;

Quien me permite día a día aprender de las oportunidades que me brinda en mi vida.

A MIS PADRES;

Por ser mí impulso a seguir. Porque sin su apoyo constante, mis proyectos no se concretarían.

A MI HERMANA;

Quien siempre me enseñó con su ejemplo alcanzar mis metas, por su amistad y todos los buenos momentos que pasó a su lado.

A MIS AMIGOS;

A mis amigos, Arturo, Valeria y Diego, por brindarme su amistad sincera y por apoyarme en los momentos más difíciles de mi vida.

AGRADECIMIENTO

A mi Co-asesor de tesis, M. Sc. Q.F. José Luis Polo Bardales, por su apoyo incondicional en la realización de este trabajo. Gracias por haber permitido que esto se concrete. Es un gran profesor y maestro. Mis mejores deseos para usted en la vida profesional y familiar. Mi respeto y estima, con usted.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	1
1.1. Descripción de la Realidad Problemática:.....	2
1.2. Delimitaciones y definición del problema:	18
1.3. Formulación del problema:	20
1.4. Objetivo de la investigación:	20
1.5. Hipótesis de la investigación:.....	21
1.6. Variables e Indicadores:	21
1.7. Viabilidad de la investigación:.....	21
1.8. Justificación e importancia de la investigación:.....	22
1.9. Limitaciones de la investigación:.....	22
1.10. Tipo y nivel de la investigación:	23
1.11. Método y diseño de la investigación:	23
1.12. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información:	25
1.13. Cobertura del estudio:	26
1.14. Cronograma y presupuesto	27
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	29
2.1. Antecedentes de la investigación:.....	30
2.2. Marco histórico:	32
2.3. Marco conceptual:	39
CAPÍTULO III: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	42

3.1. Análisis e interpretación de resultados:.....	43
3.2. Análisis estadístico:	49
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
4.1. Conclusiones:	60
4.2. Recomendaciones:	61
FUENTES DE INFORMACIÓN	62
ANEXOS	66
GLOSARIO DE TERMINOS.....	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Contaminación de ríos del Perú.....	13
Tabla N° 02: Disponibilidad de recurso hídrico a nivel nacional	13
Tabla N° 03: Principales plagas que atacan a las diferente variedades de papa .	15
Tabla N° 04: Insecticidas utilizados para combatir plagas en las principales variedades de papa.....	17
Tabla N° 05: Fungicidas utilizados para combatir enfermedades en las principales variedades de papa.....	17
Tabla N° 06: Definición de los agroquímicos	40
Tabla N° 07: Clasificación del agua según la zona de muestreo y su clasificación	44
Tabla N° 08: Principales grupos de agroquímicos usados en la comunidad de Shiracmaca	46
Tabla N° 09: Resultados de la concentración de Nitratos en aguas subterráneas, del cerro El Toro, Shiracmaca, Huamachuco, durante los meses de Abril, Mayo y Junio del 2016	47
Tabla N° 10: Resultados de la concentración de nitritos en aguas subterráneas del cerro El Toro, Shiracmaca, Huamachuco, durante los meses de Abril, Mayo y Junio del 2016	48
Tabla N° 11: Promedio de cada punto de monitoreo de la concentraciones de Nitratos	49
Tabla N° 12: Análisis de varianza de un factor - Nitratos.....	49
Tabla N° 13: Valores establecidos en el ECA agua, para el parámetro nitratos...	51
Tabla N° 14: Correlación de Pozo de cianuración (P1) entre los ECA agua (Parámetro nitratos)	51
Tabla N° 15: Correlación de socavón (P2) entre los ECA agua (Parámetro nitratos)	52

Tabla N° 16: Correlación de puente de Shiracmaca (P3) entre los ECA agua (Parámetro nitratos)	52
Tabla N° 17: Correlación de tierra de cultivo (P4) entre los ECA agua (Parámetro nitratos)	52
Tabla N° 18: Correlación de reservorio (P5) entre los ECA agua (Parámetro nitratos)	53
Tabla N° 19: Promedio decada punto de monitoreo de las concentraciones de Nitritos	54
Tabla N° 20: Análisis de varianza de un factor - Nitritos	54
Tabla N° 21: Valores establecidos en el ECA agua, para el parámetro nitritos	55
Tabla N° 22: Correlación de Pozo de cianuración (P1) entre los ECA agua (Parámetro nitritos).....	56
Tabla N° 23: Correlación de socavón (P2) entre los ECA agua (Parámetro nitritos)	56
Tabla N° 24: Correlación de puente de Shiracmaca (P3) entre los ECA agua (Parámetro nitritos).....	57
Tabla N° 25: Correlación de tierra de cultivo (P4) entre los ECA agua (Parámetro nitritos).....	57
Tabla N° 26: Correlación de reservorio (P5) entre los ECA agua (Parámetro nitritos)	57

ÍNDICE DE FÍGURAS

Figura N° 01: Ciclo del Nitrógeno	3
Figura N °02: Porcentaje de emisiones de nitrógeno anuales.....	7
Figura N° 03: Ciclo de los agroquímicos y medicamentos en el ambiente.....	8
Figura N° 04: Índice de agresividad de la actividad agropecuaria en la Provincia de Buenos Aires y el impacto potencia de los agroquímicos.....	10
Figura N° 05: Importancia de la papa en relación con otros cultivos, según estudio de adopción de variedades de papa en Huamachuco.....	15

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01: Puntos de dispersión del promedio de Nitratos	50
Gráfico N° 02: Puntos de dispersión del promedio de Nitritos	55
Gráfico N° 03: Tipo de Agroquímicos usados por la comunidad de Shiracmaca .	71
Gráfico N° 04: Tipo de cultivos sembrados en la comunidad de Shiracmaca	71
Gráfico N° 05: Nombre del agroquímico usado en los cultivos de la comunidad de Shiracmaca	72

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 01: Matriz de consistencia.....	66
Anexo N° 02: Formato de encuesta	69
Anexo N° 03: Equipos utilizados	73
Anexo N° 04: Constancia de equipos y análisis	76
Anexo N° 05: Plano de zonas de muestreo.....	78
Anexo N° 06: Ciclo del nitrógeno y ciclo del cianuro	80
Anexo N° 07: Fotos	83

RESUMEN

El presente trabajo estuvo referido específicamente a determinar la concentración de nitratos en aguas subterráneas impactados por el uso de agroquímicos en cinco áreas aledañas al cerro El Toro-Shiracmaca-Huamachuco, mediante espectroscopia UV- VIS. Así también, proporcionar información sobre la consecuencia de la presencia de nitratos en concentraciones elevadas y resaltar las medidas preventivas.

Para cumplir con este trabajo, se inició con una recolección de datos en tres fases: Fase de diagnóstico, Fase de Recolección de muestras y la Fase de determinación de nitratos; obteniendo en promedio las siguientes concentraciones de Nitratos: pozo de cianuración 21,854 mg/L, socavón 24.144mg/L, puente Shiracmaca 26.831mg/L, tierra de cultivo 29,025mg/L y en el reservorio 24.861mg/L; donde se aplicó la prueba estadística correspondiente a la metodología empleada en el tipo y nivel de la investigación.

Por lo tanto, es de suma importancia la presente investigación porque pretende esclarecer si los valores obtenidos sobrepasan los valores establecidos por los Estándares nacionales de calidad ambiental para agua, Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

ABSTRACT

The present work was referred specifically to determine the concentration of nitrates in groundwater affected by the use of agrochemicals in five nearby areas of hill The Bull, Shiracmaca, Huamachuco, by means spectroscopy UV-VIS. Also, provide information on possible consequences of the presence of nitrates in high concentrations and emphasize preventive measures.

To fulfill this work, it began with data collection in three phases: Diagnostic phase, Sample collection phase and the Determining step nitrates; obtaining in average the following concentrations of nitrates: Well cyanidation 21,854 mg/L, galley 24,144 mg/L, bridge Shiracmaca 26,831 mg/L, farmland 29,025 mg/L and the reservoir 24.861 mg/L; where applied the corresponding statistical test to the methodology employed in the type and level of the research.

Therefore, it is great importance the present research because it pretends to clarify if the values obtained exceed the values established by the National standards of environmental quality for water, Supreme decret N° 015-2015-MINAM.

INTRODUCCIÓN

El mundo a través del desarrollo de la ciencia y la tecnología ha permitido a nuestra sociedad despegar en muchos aspectos de nuestras actividades y hacer menos complejas las actividades que años atrás eran tediosas y ello gracias al desarrollo de la misma. En la actualidad, está representando un enorme desafío en nuestros días; debido al problema de no tener un control de ella entre lo éticamente responsable con el medio ambiente y principalmente sobre nosotros mismos como sociedad.

La revolución científica y el desarrollo de las ciencias químicas, sintetizaron a nivel de laboratorio diferentes sales inorgánicas y aparecieron las industrias de fertilizantes y su extensión de aplicación en los cultivos en todo el mundo para su aplicación en diferentes cultivos agrícolas; siendo su impacto social requerido con el uso de diferentes sustancias químicas para beneficio productivo, dichas sustancias como: fertilizantes, pesticidas, plaguicidas y su acción residual de ellos en el suelo, fuentes hídricas y en los alimentos que el hombre consume; así como, las diferentes alteraciones genéticas y enfermedades sobre diferentes poblaciones humanas.

La contaminación por agroquímicos se produce cuando estos se utilizan en mayor cantidad o por el uso continuo de estos, de lo que puede absorber los cultivos o cuando se eliminan por acción del agua o del viento de la superficie del suelo antes de que puedan ser absorbidos, estos excesos de nitrógeno y fosfatos pueden infiltrarse o son arrastrados por percolación o infiltración en las aguas subterráneas o ser arrastrados en curso de agua, provocando efecto en los animales y en el hombre.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. Descripción de la Realidad Problemática

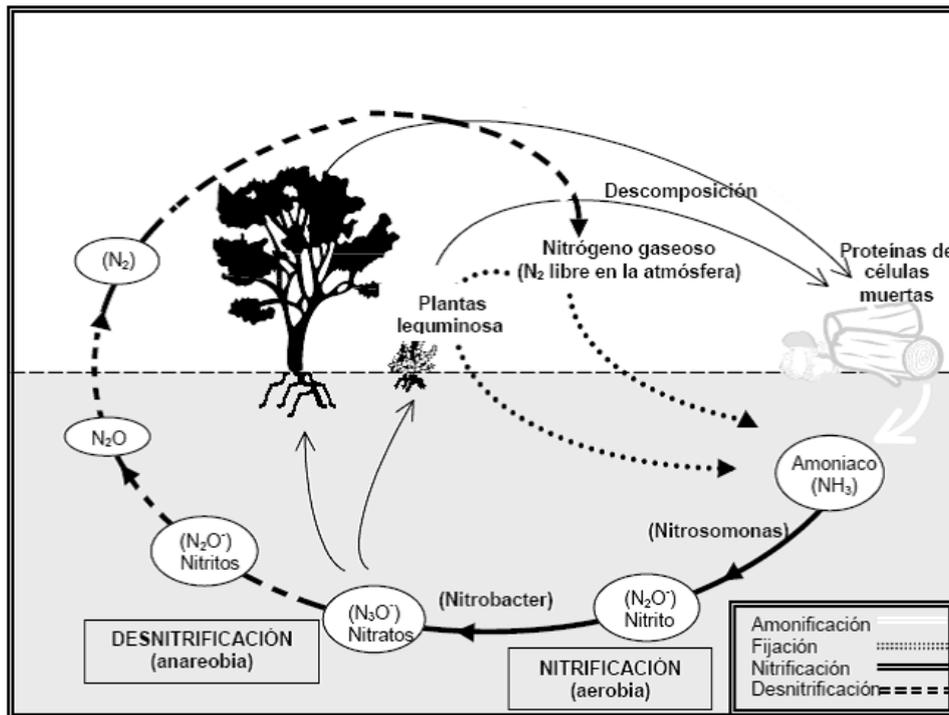
La contaminación con nitratos de las aguas subterráneas es una preocupación a nivel mundial, que ha ido tomando mayor importancia en el último tiempo. Actualmente, provocada principalmente por la agricultura que es uno de los problemas que afecta al medio ambiente mundial, donde el Perú no se encuentra exento de dicho problema y uno de estos impactos negativos son consecuencia del uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas. Por lo tanto, aunque la agricultura trae grandes beneficios económicos a la vez trae graves problemas socio- ambientales.

Una fuente principal de contaminación difusa a través de la agricultura, constituyen la principal fuente de contaminación de las aguas (superficiales y subterráneas). La contaminación difusa tiende a adquirir cada vez mayor protagonismo en la degradación de los recursos hídricos, ya que, cuanto mayor es el grado de depuración y limitación de los vertidos puntuales, mayor es el peso relativo de este tipo de contaminación, sobre todo si se tiene en cuenta que en determinadas cuencas hidrográficas la aportación de nitrógeno de origen difuso representa más del 50% del total de la cuenca.

Los nitratos (NO_3^-) dado que son compuestos químicos inorgánicos que forman parte del ciclo del nitrógeno en el medio ambiente, se pueden unir a compuestos orgánicos e inorgánicos formando sales u otros compuestos y pueden encontrarse en pequeñas cantidades en el suelo, los alimentos y las aguas (superficiales y subterráneas). Estos nitratos proceden a su vez de un ciclo natural, en parte de la descomposición natural de proteínas de plantas o animales por medio de microorganismos dando lugar al catión amonio (NH_4^+), el cual oxida a nitritos y éstos a nitratos. (Antón, A. y Lizaso, J.; 2001).

En general, los nitratos son muy solubles en agua debido a la polaridad del ión; la estructura de éste es plana y de alta estabilidad, con el nitrógeno en el centro y los oxígenos en las esquinas de un triángulo equilátero y, en ella, cada uno de los enlaces N-O es un híbrido de un enlace sencillo y uno doble. Esta es la forma del nitrógeno más estable termodinámicamente en presencia de oxígeno, por lo que, en los sistemas acuáticos y terrestres, los materiales nitrogenados tienden a transformarse en nitratos.

Figura N° 01: Ciclo del Nitrógeno



Fuente: Antón, A. y Lizaso, J.

El ión nitrito es menos estable que el ión nitrato, es muy reactivo y puede actuar como agente oxidante y reductor; por lo que sólo se encuentra en cantidades apreciables en condiciones de baja oxigenación. Esta es la causa de que los nitritos se transformen rápidamente para dar nitratos, y de que, en general, estos últimos predominen en las aguas, tanto superficiales como subterráneas, así como en el ambiente. Esta reacción de oxidación se puede efectuar en los sistemas biológicos y por factores abióticos. (Antón, A. y Lizaso, J.; 2001).

Es importante señalar que las aguas subterráneas se forman a partir de las infiltraciones de las lluvias y por aportes de los cursos superficiales, lo que nos trae una latente preocupación, puesto que poblaciones hacen uso de este recurso sin tener conocimiento de la contaminación del agua por nitratos, y que trae efectos sobre la salud humana por la ingesta de este contaminante bien disuelto en el agua o bien en los alimentos. Aunque los nitratos son un producto normal del metabolismo humano, el agua con altas concentraciones en nitratos, representa un riesgo en la salud. Si se bebe agua con elevadas concentraciones de nitratos, la acción de determinados microorganismos en el

estómago puede transformar los nitratos en nitritos, que al ser absorbido en la sangre convierte a la hemoglobina en metahemoglobinemia. (Leanza, L.; Parente, J.; Varanese, C.; 2005).

- **Enfoque a Nivel Mundial**

La situación de disponibilidad de los recursos naturales agrícolas a nivel mundial es menos favorable que en el pasado. La expansión del área sembrada, el deterioro de los suelos en ciertos ecosistemas frágiles, el agotamiento y la creciente contaminación del agua de riego comienzan a ser problemas relevantes a nivel mundial agravados por el impacto negativo del cambio climático. La disponibilidad mundial de tierras es de 13,2 mil millones de hectáreas. De estas, el 12% están cultivadas, 28% son bosques y el 35% pastos y ecosistemas boscosos. La mayor parte de las 159 millones de hectáreas de tierras incorporadas a la agricultura durante los últimos 50 años han sido tierras bajo riego. Por el contrario, las tierras agrícolas de secano han disminuido ligeramente por el abandono de tierras que resulta principalmente de situaciones de erosión y agotamiento. (FAO, 2015).

Por otra parte, en investigaciones realizadas por la FAO, la agricultura está contribuyendo de manera significativa al calentamiento global. Se estima que la producción agrícola contribuye con el 15% de la emisión total de GEI y con el 30% si se incluyen los efectos del mal manejo de los bosques. Esta producción de GEI está agravada por el creciente uso de fertilizantes y agroquímicos en la agricultura y el crecimiento de la producción de proteína animal.

Un caso particularmente grave es el agua de riego, que representa el 70% del uso total de agua y es reabastecida a través de ciclos hidrológicos en los cuales el agua de lluvia representa sólo el 9%. En algunas regiones del mundo con bajos regímenes pluviométricos como el Medio Oriente, el norte del África, Asia Central y el Noroeste de China, la extracción de lagos y otras fuentes de agua están virtualmente extinguidos y consecuentemente la producción bajo riego está seriamente amenazada. Estimaciones de FAO sugieren que el área agrícola irrigada podría expandirse de los 301 millones

de hectáreas actuales a sólo 318 millones en el año 2050, una expansión mucho menor a la que ha ocurrido en las últimas décadas. (PIADAL, 2013).

Todas estas tendencias que han originado una creciente degradación y escasez económica de los recursos naturales agrícolas a nivel mundial es preocupante sumado a satisfacer las necesidades de aumentar la producción de alimentos y otros productos y servicios derivados de la agricultura para responder al rápido incremento de la demanda mundial. Es en este contexto mundial que es importante evaluar la situación del uso de nuestros recursos.

Así mismo, la tecnología y el continuo desarrollo de la misma, ha forzado al hombre como especie a buscar mejores métodos para obtener un mejor rendimiento en cultivos y pasturas. La agricultura como una de las actividades que el hombre realiza para su subsistencia y las técnicas utilizadas en la práctica de la agricultura crea alteraciones en el medio natural, desde las más imperceptibles hasta las representan claros impactos sobre el medio en que se desarrollan, sólo los pastos y los cultivos ocupaban el 37 por ciento de la superficie de tierras de labranza del mundo en 1999. Casi dos terceras partes del agua utilizada por el hombre se destina a la agricultura. En Asia, la proporción aumenta hasta cuatro quintas partes. (FAO, 2015).

Además la producción agropecuaria suma unos profundos efectos en el medio ambiente en conjunto que son la principal fuente de contaminación del agua por nitratos, fosfatos y plaguicidas. También son la mayor fuente antropogénica de gases responsables del efecto invernadero, metano y óxido nitroso, y contribuyen en gran medida a otros tipos de contaminación del aire y del agua. Los métodos agrícolas y su alcance son uno de las principales causas de la pérdida de biodiversidad del mundo.

La agricultura afecta también a la base de su propio futuro a través de la degradación de la tierra, la salinización, el exceso de extracción de agua y la reducción de la diversidad genética agropecuaria. Sin embargo, las consecuencias a largo plazo de estos procesos son difíciles de cuantificar.

Si se utilizan más métodos de producción sostenible, se podrán atenuar los efectos de la agricultura sobre el medio ambiente. No cabe duda de que, en algunos casos, la agricultura puede desempeñar una función importante en la inversión de estos efectos, por ejemplo, almacenando carbono en los suelos, mejorando la filtración del agua y conservando los paisajes rurales y la biodiversidad. Esta contaminación de las aguas subterráneas por los productos y residuos agroquímicos es uno de los problemas más importante en casi todos los países desarrollados y cada vez más en muchos países en desarrollo. (FAO, 2015).

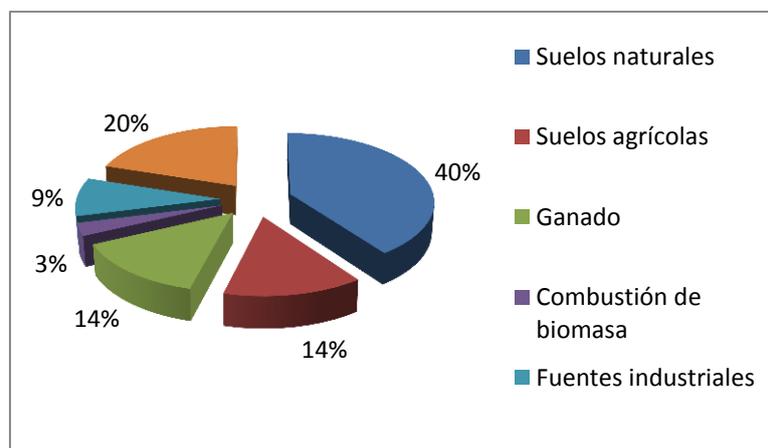
La contaminación por fertilizantes se produce cuando éstos se utilizan en mayor cantidad de la que pueden absorber los cultivos o cuando se eliminan por acción del agua o del viento de la superficie del suelo antes de que puedan ser absorbidos. Los excesos de nitrógeno y fosfatos pueden infiltrarse en las aguas subterráneas o ser arrastrados a cursos de agua. Esta sobrecarga de nutrientes provoca la eutrofización de lagos, embalses y estanques y da lugar a una explosión de algas que suprimen otras plantas y animales acuáticos.

En las proyecciones de cultivos para el año 2030, se supone un menor crecimiento del uso de fertilizantes nitrogenados que en el pasado. Si se puede mejorar el rendimiento, el incremento en el uso total de fertilizantes entre 1997-99 y 2030, podría ser tan reducido como el 37 por ciento. Sin embargo, el uso actual en muchos países en desarrollo es muy ineficaz. En China, el mayor consumidor del mundo de fertilizantes nitrogenados, casi la mitad del nitrógeno aplicado se pierde por volatilización y de un 5 a un 10 por ciento más por infiltración. (FAO, 2015).

Insecticidas, herbicidas y fungicidas también se aplican intensamente en muchos países, tanto desarrollados como en desarrollo, lo que provoca la contaminación del agua dulce con compuestos carcinógenos y otros venenos que afectan al ser humano y a muchas formas de vida silvestre. Los plaguicidas también reducen la biodiversidad, ya que destruyen hierbas e insectos y con ellos las especies que sirven de alimento a pájaros y otros animales.

El uso de plaguicidas se ha incrementado considerablemente a lo largo de los últimos 35 años, alcanzando tasas de crecimiento del 4 al 5,4 por ciento en algunas regiones. En los años noventa se apreció una disminución del uso de insecticidas, tanto en países desarrollados como: Francia, Alemania y el Reino Unido, como en unos cuantos países en desarrollo, como la India. En contraste, el uso de herbicidas continuó aumentando en la mayoría de los países. A medida que aumente la preocupación por la contaminación y la pérdida de biodiversidad, el uso futuro de plaguicidas puede crecer más lentamente que en el pasado. (FAO, 2015).

Figura N° 02: Porcentaje de emisiones de nitrógeno anuales de diversas fuentes.
Fuente, adaptado de Moiser y Kroeze (1998).

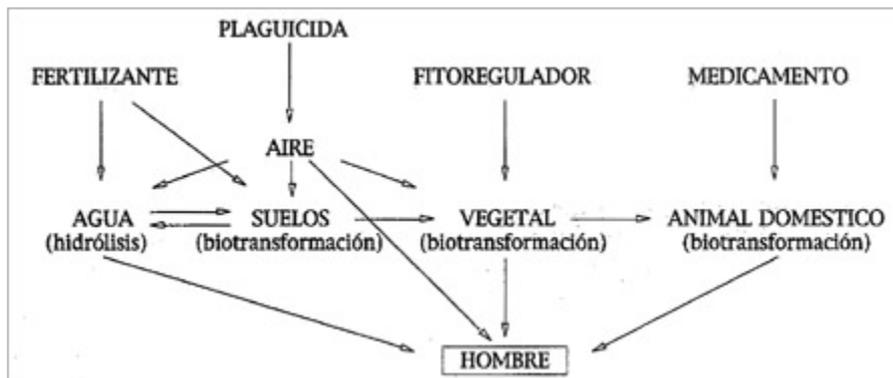


Emisiones totales. 15 millones de toneladas/año

Fuente: FAO

Entre los compuestos químicos usados en la producción de un alimento, destacan los agroquímicos (fertilizantes, plaguicidas y fitorreguladores) y medicamentos veterinarios, usados tanto para proteger o tratar los vegetales y animales en un predio. Luego que estos compuestos químicos cumplieron sus objetivos en la producción de alimentos, aún pueden permanecer como tales o como residuos. Estos residuos pueden generarse ya sea por acción de los elementos del medio ambiente: aire, agua, luz ultravioleta o bien por procesos de biotransformación por hongos, bacterias o animales superiores. Finalmente a través de estos procesos pueden llegar al hombre. (Tapia Z.; 2000).

Figura N° 03: Ciclo de los agroquímicos y medicamentos en el medio ambiente y en el hombre.



Fuente: Tapia, Z.

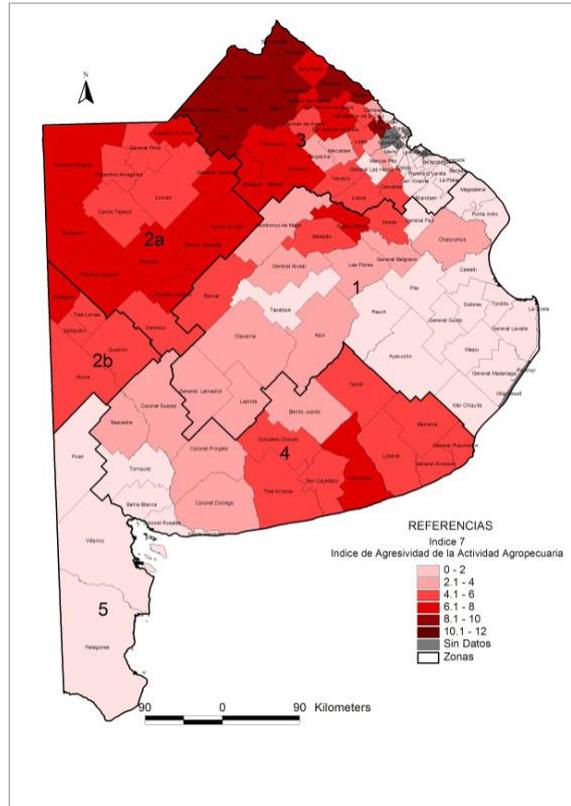
Puesto que, los Nitratos (NO_3^-) y nitritos (NO_2^-) son compuestos nitrogenados. El Nitrógeno es un nutriente fundamental para los organismos fotosintetizadores, pero si está en exceso puede determinar graves problemas en la calidad de agua. El nitrógeno en conjunto con el fósforo, es causante del proceso de eutrofización, la problemática más seria y extendida de los sistemas acuáticos tanto a nivel mundial. El nitrato en concentraciones mayores a los 10mg/L, puede ser tóxico para muchos organismos. El nivel natural de nitrato en aguas superficiales es típicamente bajo (menor a 1mg/L), pero en efluentes contaminados puede llegar a 30 mg/L. Las fuentes de nitrato incluyen pérdidas en las cámaras sépticas, uso de fertilizantes, actividad ganadera y algunas descargas industriales. Debido a su gran solubilidad en agua, el nitrato es perdido más rápidamente de los suelos que otros nutrientes (como el fósforo en forma de fosfato). Como consecuencia el nitrato es mejor indicador de posibles fuentes contaminantes. Aguas que estén contaminadas con materia orgánica rica en nitrógeno puede tener bajas concentraciones de nitratos. La descomposición de la materia orgánica disminuye el nivel de oxígeno disuelto, lo cual disminuye la velocidad a la cual el amoníaco (NH_3 , una forma más reducida del Nitrógeno), es oxidado a nitrito (el que es considerablemente más tóxico que el nitrato) y luego a nitrato. Por esto es útil monitorear también la concentración de nitritos. (Leanza, L.; Parente, J.; y Varanese, C.; 2005).

▪ Enfoque a Nivel Latinoamericano

El desarrollo de la agricultura sumado a la tecnología, métodos de eficiencia y productividad durante las últimas décadas no ha encontrado exentat a Latinoamérica de este desarrollo a escala mundial. Pero todo ello seguido de un crecimiento demográfico veloz que obliga a una actividad como la agricultura a equiparar dicho crecimiento, ¿pero será posible satisfacer las necesidades a nivel mundial a tal velocidad, sin afectar al medio ambiente?, es una interrogativa que Latinoamérica debe afrontar.

El tema de la agricultura y su efecto sobre el medio ambiente no es algo nuevo, dado que solo está actividad implica la manipulación e intervención en el ecosistema del planeta por el hombre. Está realidad se ve reflejada inevitablemente en países de América Latina, cuyas malas prácticas agrícolas producen la erosión del suelo, lo cual reduce la productividad y perjudica la calidad del agua y degrada la tierra. Una de estas malas prácticas lo conforman, el mal uso de agroquímicos, en un lema que los productores han llamado “devolver a la tierra, los recursos perdidos”, para incentivar el uso de fertilizantes, que a su vez son fuente principal de la contaminación por nitratos. De hecho ya en países de Latinoamérica ya se viene debatiendo el uso de estos agroquímicos, países como Argentina que se han involucrado en el desarrollo de investigaciones relacionadas al uso de los agroquímicos cuya motivación es cuestionar el modelo actual de producción agropecuaria basado en el uso intensivo de insumos agroquímicos. (UNLP, 2015)

Figura N° 04: Índice de agresividad de la actividad agropecuaria en la Provincia de Buenos Aires y el impacto potencial de los agroquímicos.



Fuente: UNLP

En Chile por ejemplo, las aguas subterráneas para consumo humano representan más del 40% del volumen total de agua consumido en las zonas urbanas y el 76% en las zonas rurales. Por ello se ha llevado evaluaciones ante el riesgo de contaminación con nitratos en pozos de suministro de agua potable en Chile, parte de una de estas investigaciones reveló que el 14% de los pozos estudiados presentaron valores de concentración de nitratos mayores que los permitidos por la normativa nacional de aquel país. De hecho se sabe que el nitrato es uno de los contaminantes más frecuentes de las aguas subterráneas y su presencia puede asociarse a problemas de salud humana, especialmente en grupos sensibles como los lactantes. Estos, al ingerir fórmulas lácteas preparadas con agua con altas concentraciones de nitrato, pueden presentar metahemoglobinemia o «síndrome del niño azul». Es una de las razones que llevo a Chile a estudiar los procesos de contaminación asociados a sistemas de producción agrícola, encontrando valido sus resultados, demostrando que el impacto más

importante es la lixiviación de nitratos y la contaminación de las aguas subterráneas por las diferentes actividades agropecuarias. (José A., Jorge N., Luis S. Marcelino C.; 2006).

Sin embargo, otros países de Latinoamérica presentan los mismos problemas y parte de esta realidad también lo vive Brasil, a través de científicos de la Universidad Federal de Río de Janeiro, que han estado monitoreando las aguas alrededor de Río durante los últimos 20 años, sus análisis han revelado tendencias preocupantes para nitratos y otros parámetros, investigaciones llevadas a raíz del próximo inicio de los juegos olímpicos en Brasil. (Katy, L.; 2015).

Además por otra parte ya varios investigadores tanto de Argentina, Chile y Brasil han investigado también sobre los efectos de los fertilizantes y su efecto en el agua por parte de los nitratos y poder paliar sus efectos. A través de diferentes técnicas conjuntas científicos de la Universidad Nacional del Litoral (UNL) en Argentina, de la universidad Federal de Río Grande del Sur (Brasil) y de Chile, estos han estado trabajando en el desarrollo de procesos de descontaminación a través de diferentes técnicas y poder afrontar el problema de la agricultura como principal aportante de nitratos, brindando una esperanza a una actividad que se ha cuestionado por el uso de los agroquímicos en los cultivos y que varios países latinoamericanos deben afrontar. (Katy, L.; 2015).

▪ **A Nivel Nacional**

Una de las más grandes preocupaciones que existe hoy en día en el Perú es la excesiva utilización de productos químicos para la agricultura y en especial para todos los cultivos. En los últimos años ha llamado la atención el incremento del uso de insumos agroquímicos utilizados en la producción de diversos cultivos. Así mismo en el país las ventas de agroquímicos han avanzado preocupantemente, cerca del 4% y 5% llegó su crecimiento a finales del 2014, debido a una demanda por el crecimiento de cultivos de agroexportación como: la uva, el arroz, papa y paltos.

Ejemplo claro de ello, la uva requirió plaguicidas por US\$ 24 millones, solo US\$ 4 millones menos que lo demandado para la papa, solo en ese año.

De otro lado, en Perú operan nuevas firmas extranjeras (Bayern, BASG y otras) y más de 15 nacionales. Por tipo de producto, sus ventas se concentran en insecticidas (37%), fungicidas (35%), herbicidas (20%) y reguladores de crecimiento (8%), estos datos reflejan lo importante que es para el país la compra y uso de los agroquímicos, tema que debería debatirse al conocerse las consecuencias de su uso. (Josimar, C.; 2015).

Los agroquímicos según se precisa es para lograr altos niveles de productividad, dichos cultivos son sometidos a la aplicación de frecuentes y altas dosis de agroquímicos, entre ellos fertilizantes, herbicidas, insecticidas y fungicidas.

En varias investigaciones realizadas anteriormente por entidades gubernamentales internas, externas o por personas naturales han arrojado resultados curiosos en base a la contaminación de cuerpos de agua por agroquímicos y dichos resultados no son nada amigables, en un informe realizado en el VRAE por la Oficina de las Naciones Unidas contra la droga y el delito ya nos viene advirtiendo del uso de agroquímicos en el cultivo de la coca, el desconocimiento por parte de los productores en usar grandes cantidades de agroquímicos y que por factores climáticos discurren a los cursos de agua, afectando a la biodiversidad y a la población que consume el agua. Este uso de agroquímicos para el cultivo de coca, analistas estiman que anualmente se aplica alrededor de 700 mil litros de agroquímicos en este cultivo que va destinado al narcotráfico envenenando ríos, suelos y depredando la flora y fauna de los valles. (UNODC, C.; 2010).

La contaminación del agua por fertilizantes inorgánicos sobre todo nitrógeno es peligrosa por las enfermedades que puede producir en las personas, sumado al desconocimiento de la población peruana, en sus efectos. Por

ejemplo la ingesta de alimentos o de agua con cantidades elevadas de nitratos desarrolla la metahemoglobinemia, que se manifiesta en dificultades respiratorias y vértigos debido a la falta de oxigenación de los tejidos.

La falta de conocimiento de los productores en zonas rurales del país, que no miden las consecuencias ambientales al usar grandes cantidades de productos agroquímicos, al ser utilizados persisten un tiempo en un suelo agrícola y luego por factores climáticos discurren a los cursos de agua, afectando a la biodiversidad y a la población al consumir el agua y los alimentos, ocasionando enfermedades y mortandad por acumulación de toxinas.

Tabla N° 01: Contaminación de ríos del Perú.

Río	Parámetro de riesgo
Huallaga	Nitratos, cobre, oxígeno disuelto
Llaucano	cobre, zinc, cadmio y plomo
Santa	Coliformes totales, cobre, plomo, cianuro, nitratos
Rímac	Coliformes totales, plomo, cianuro, nitratos
Pisco	Salinidad, cadmio, níquel, plomo, cianuro, arsénico
Locumba	Salinidad, mercurio, cadmio, níquel, arsénico
Mantaro	Nitratos, cadmio, cobre, plomo, zinc
Moche	Mercurio, cadmio, plomo, cobre y arsénico

Fuente: DGAS, 1992.

Tabla N° 02: Disponibilidad de recursos hídricos a nivel nacional.

Vertiente (Hm ³)	Recurso hídrico (Hm ³)			Cuenca hidrográfica	
	Total	Agua superficial (Hm ³)	Agua subterránea (Hm ³)	Cantidad	Extensión (Km ²)
Total	2 045 609	2 042 870	2 739	106	1 285 215
Pacífico	37 030	34 291	2 739	53	279 689
Atlántico	1 998 405	1 998 405		44	956 751
Titicaca	10 174	10 174		9	48 775

Fuente: INEI, 2008.

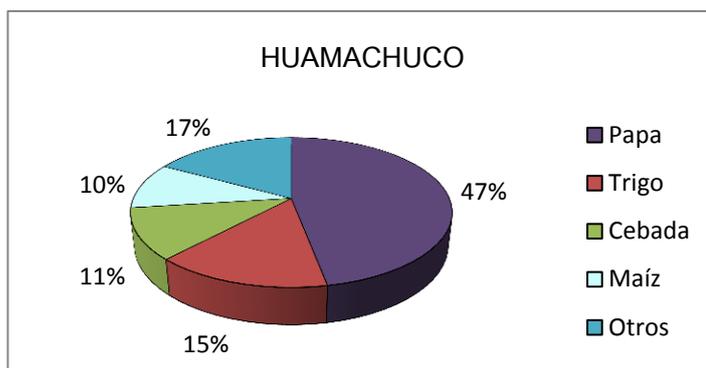
▪ A Nivel Local

La población de Shiracmaca-Huamachuco, debido al continuo crecimiento demográfico y demanda de una mayor productividad para el sustento, las costumbres de la población orientadas al uso sin control de estos productos en sus cultivos y el no conocer los efectos en la salud y en el medio ambiente, puede originar un problema que ellos mismos no prevén. Por lo tanto, el incorrecto manejo de agroquímicos afecta significativamente el bienestar y la salud de la población, los riesgos de contraer enfermedades y de producir impactos ambientales adversos varían considerablemente en cada una de las etapas por las que atraviesan los nitratos.

Según un estudio realizado en el distrito de Huamachuco, la agricultura ocupa como principal actividad el 57%, por el resto de actividades del distrito y cuyas comunidades pobres ven como principal sustento a esta actividad, cuyos principales cultivos se basan en la papa 47%, Trigo 15%, Cebada 11%, Maíz 10% y entre otros 17%. (Luis M.; Victor S. y Graham T. 2008).

En Huamachuco, el cultivo de la papa se combina y se rota principalmente con cereales (trigo, cebada, maíz) y su superficie representa casi el 50% del área del cultivo. En la mayoría de los casos los agricultores realizan sus siembras entre agosto, septiembre y octubre, para cosechar entre febrero, marzo y abril respectivamente. El 58% de los agricultores cultivan en promedio una hectárea de papa, otro 40% siembran en promedio un poco más de 2 hectáreas, los cuales cubren el mayor porcentaje de la superficie total de papa.

Figura N° 05: Importancia de la papa en relación con otros cultivos, según estudio de adopción de variedades de papa en Huamachuco, Perú (2008).



Fuente: Luis M.; Victor S. y Graham T. 2008

Una de las plagas que afecta en mayor en mayor proporción en Huamachuco es el gorgojo, además de otras plagas como gusano de tierra y el epitrix.

Tabla N° 03: Principales plagas que atacan a las diferentes variedades, según estudio de adopción de variedades de papa en Huamachuco, Perú (2008).

Nombre	HUAMACHUCO	
	Canchán (n=84)	Amarilis (n=74)
<i>Gorgojo</i>	50	46
<i>Mosca minadora</i>	-	-
<i>Gusano de tierra</i>	23	20
<i>Epitrix</i>	20	21
<i>Comedor de hoja*</i>	-	-
<i>Pulgones</i>	-	-
<i>Illa kuro</i>	-	-
<i>Polilla</i>	34	32

*cortador, cogollero, cigarrita, loritos.

Fuente: Luis M.; Victor S. y Graham T. 2008

La mayor diversidad de agroquímicos tiene relación con el grado de comercialización de los productos en Huamachuco donde se identificaron un total de 15 productos insecticidas y 10 productos funguicidas. Como principales insecticidas destacan: Bulldock y Furadan, de estos productos se utiliza en promedio de un litro por hectárea, con promedios de aplicación de 2 y 3 veces respectivamente para cada producto. En general en este distrito se estima que las variedades Amarilis y Canchán utilizan en promedio un

litro de insecticidas por hectárea y se aplica entre 2 y 6, con un promedio de 2 veces. (Luis M.; Victor S. y Graham T. 2008).

Por otro lado, Ridomil (metalaxil) fungicida sistémico y de contacto, es el producto usado con mayor frecuencia para combatir la Mancha, una de las principales enfermedades que afectan a la papa, se aplica en promedio 3 veces y se utiliza en promedio más de 1 kilogramo por hectárea. En la evaluación de todos los fungicidas de la zona, resultó que las variedades: Libertena y Amarilis utilizan en promedio 1.4 kilos por hectárea y aplican en promedio 4 veces respectivamente. (Luis M.; Victor S. y Graham T. 2008).

En los costos promedios de producción de las variedades de papas como principal cultivo, Amarilis y Canchán no presentan diferencias significativas. Los montos promedios para ambas variedades pueden fluctuar entre S/.2.500 – S/.2.800 nuevos soles dependiendo del tamaño de productor. Se aprecia una relación directa entre ambos factores. Es decir, a menor tamaño del productor menor costo promedio. Los principales componentes del costo promedio total lo constituyen la compra de abono (38%), mano de obra (23%) y semilla (16%). En menor proporción se identifican los gastos en fungicidas (5%), insecticidas (5%) y fertilizantes químicos (7%). (Luis M.; Victor S. y Graham T. 2008).

Tabla N° 04: Insecticidas utilizados para combatir plagas en las principales variedades, según estudio de adopción de variedades de papa en Huamachuco, Perú (2008).

Nombre	HUAMACHUCO					
	Amarilis(n=84)			Canchán(n=74)		
	(a)	(b)	(c)	(a)	(b)	(c)
<i>Bulldock</i>	35	1	2	38	1	2
<i>Furadan</i>	34	1,3	2,8	31	1,3	2,7
<i>Tamarón</i>	14	1	2,4	12	1	2,1
<i>Carbofor</i>	3	1	2	4	1	2
<i>Diafuran</i>	3	1,2	2,3	1	2	2
<i>Paratión</i>	3	0,7	1,7	3	0,7	2,3
<i>Monofox</i>	-	-	-	3	1,7	2
<i>Campal</i>	2	1,5	2	2	1,5	2
<i>Laser</i>	2	1	3	1	1	3
<i>Tifón</i>	2	2	2,8	1	3	3,5
<i>Aldrex</i>	1	1	3	-	-	-
<i>Carbodan</i>	1	1	2	-	-	-
<i>Eltra</i>	1	1	2	1	1	2
<i>Fenquid</i>	1	1	1,5	1	1	3,5
<i>Ridal</i>	1	1	3	1	1	3
Promedios		1,1	2,4		1,1	2,3

(a) Número de parcelas; (b) Cantidad promedio utilizado (lt/parcela); (c) Promedio del número de aplicaciones. **Fuente:** Luis M.; Victor S. y Graham T. 2008

Tabla N° 05: Fungicidas utilizados para combatir enfermedades en las principales variedades de papa, según estudio de adopción de variedades de papa en Huamachuco, Perú (2008).

Nombre	HUAMACHUCO					
	Amarilis(n=84)			Canchán(n=74)		
	(a)	(b)	(c)	(a)	(b)	(c)
<i>Ridomil</i>	46	1,2	2,8	42	1,1	2,9
<i>Fitoraz</i>	13	1,7	3,3	14	1,9	3,6
<i>Dithane</i>	8	1	2,9	8	1	2,9
<i>Ataque</i>	7	1,4	2,5	7	1,7	2,5
<i>Antracol</i>	1	2	4	-	-	-
<i>Galven</i>	1	2	3	1	2	3
<i>Primitivo</i>	1	2	3	-	-	-
<i>Pasitran</i>	1	1	2	1	1	2
<i>Hieloxil</i>	1	0,5	2	1	0,5	2
<i>Aldrex</i>	-	-	-	1	0,5	2
Promedios		1,2	2,9		1,3	3,0

(a) Número de parcelas; (b) Cantidad promedio utilizado (kgt/parcela); (c) Promedio del número de aplicaciones. **Fuente:** Luis M.; Victor S. y Graham T. 2008

1.2. Delimitaciones y Definición del Problema

1.2.1. Delimitaciones

A. Delimitación Espacial

Esta investigación recopilará y analizará la información referente al problema de la contaminación por agroquímicos y evaluará la concentración de nitratos en aguas subterráneas ubicadas en el cerro el Toro, Shiracmaca, Huamachuco, La Libertad 2016.

B. Delimitación Temporal

La presente investigación se tomó como punto de partida el mes de abril hasta al mes de junio del año 2016, que permitió establecer los objetivos planteados.

C. Delimitación Social

El presente trabajo de investigación está dirigido a la comunidad de Shiracmaca en Huamachuco, La Libertad; pueden ser los principales responsables a través de las diversas actividades antropogénicas, y afectados su vez; se justifica por ser un tema de vital importancia hoy más que nunca con respecto a nuestra salud; ya que un estudio realizado en 1996 en Indiana (EE.UU), logro determinar que el consumo de aguas con concentraciones de N- (NO_3^-) entre 19 mg/L y 29 mg/L aumentaba la frecuencia de abortos espontáneos. Así como también existirían evidencias que el consumo prolongado de agua con altas concentraciones de NO_3^- puede provocar cáncer; debido a que también los nitratos pueden formar nitrosaminas y nitrosamidas, los cuales son compuestos que pueden ser cancerígenos. (Perdomo, C.; Casanova, O. y Ciganda, S.; 2001).

D. Delimitación Conceptual:

1. Tecnología de Información:

Mediante espectrofotometría se va analizar y cuantificar la concentración Nitratos y de otro parámetro en las aguas subterráneas del distrito.

2. Gestión del Proceso escogido:

Para la culminación con éxito del proyecto, se indago conocer qué tipo de productos agroquímicos hacia uso los pobladores de Shiracmaca, a través de una encuesta y utilizó el método espectrofotométrico, para obtener los valores de los puntos de monitoreo. Además para respalda toda la información de los efectos de los agroquímicos se hizo uso de trabajos de investigaciones de la web.

De acuerdo a las estrategias de desarrollo del método mencionado, se espera lograr un resultado confiable, basándonos en parámetros pre-establecidos por los estándares nacionales de la calidad del agua, los cuales aseguran dicha comparación, materia de investigación.

1.2.2. Definición del Problema

La agricultura en nuestro país se ha dedicado a la explotación de los suelos y el uso de técnicas para obtener grandes beneficios, siendo el uso intensivo de agroquímicos responsable de la contaminación de aguas subterráneas y aguas superficiales, impactando negativamente en las reservas naturales y en la salud humana, en el caso del Cerro el Toro, Shiracmaca-Huamachuco, el inadecuado manejo de los agroquímicos por los productores del distrito de Shiracmaca, que optan por el uso fertilizantes y otros plaguicidas, según entrevista con algunos pobladores, vendría a ser una fuente de contaminación en los cuerpos de agua presentes en la zona de estudio.

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema Principal

¿En qué medida el uso de agroquímicos influye en la concentración de Nitratos en aguas subterráneas del Cerro el Toro-Shiracmaca-Huamachuco, durante los meses de abril, mayo y junio del año 2016?

1.3.2. Problemas específicos

¿En qué medida el uso de agroquímicos influye en la concentración de Nitritos en aguas subterráneas del Cerro el Toro-Shiracmaca-Huamachuco, durante los meses de abril, mayo y junio del año 2016?

¿Cuál es la calidad de las aguas subterráneas desde el punto de vista de los parámetros analizados?

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivo General

Determinar en qué medida el uso de agroquímicos en las aguas subterráneas del Cerro el Toro-Shiracmaca-Huamachuco, durante los meses de abril, mayo y junio del año 2016.

1.4.2. Objetivos Específicos

Determinar en qué medida el Impacto del uso de agroquímicos influye en la concentración de Nitratos y nitritos en aguas subterráneas del Cerro el Toro-Shiracmaca-Huamachuco, durante los meses de abril, mayo y junio del año 2016.

Hallar la calidad de aguas subterráneas desde el punto de vista de los Estándares Nacionales de calidad Ambiental para agua – Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

1.5. Hipótesis de la investigación

Influye el uso de agroquímicos directamente en la concentración de Nitratos y nitritos en aguas subterráneas del Cerro el Toro-Shiracmaca-Huamachuco, durante los meses de abril, mayo y junio del año 2016.

1.6. Variables e Indicadores

1.6.1. Variable Independiente

Uso de agroquímicos

A. Indicadores

Volumen de agroquímicos usado por cultivo, empleado por los pobladores para el mantenimiento y enriquecimiento de nutrientes de los suelos y plantas, además controlar, prevenir o destruir cualquier plaga.

B. Índices

kg/ha, g/L, y g de concentración de agroquímico.

1.6.2. Variable Dependiente

Concentración de Nitratos

A. Indicadores

Volumen de concentración de nitratos presente en las aguas subterráneas, obtenidos en cada punto o estación de muestreo.

B. Índices

mg/L de la concentración de nitratos.

1.7. Viabilidad de la Investigación

1.7.1. Viabilidad Técnica

Se dispone del tiempo requerido y de los equipos necesarios que serán útiles para el desarrollo del presente proyecto de investigación.

1.7.2. Viabilidad Operativa

El presente proyecto se desarrollará con el apoyo del asesor de investigación y mi persona in situ.

1.7.3. Viabilidad Económica

Los gastos de la presente investigación serán financiados en su totalidad por el investigador, por ser estudio de carácter académico.

1.8. Justificación e Importancia de la investigación

1.8.1. Justificación

El Proyecto permitió conocer el enfoque teórico de las variables en estudio, el deseo de esta investigación es verificar si la concentración de nitratos está jugando un rol principal, por posible influencia de los agroquímicos que a través de la lixiviación pueden estar incorporándose a las aguas subterráneas del lugar de estudio a consecuencia del uso de agroquímicos por los pobladores en la aplicación de sus cultivos.

1.8.2. Importancia

Su importancia radica en su aplicabilidad, considerando que se trata de un aspecto fundamental (la salud humana), ya que la actividades antropogénicas como es la actividad agrícola influye en la población de Shiracmaca, ciudad de Huamachuco, afectados directa o indirectamente por el uso agente químicos, y por el uso de esta fuente hídrica para sus actividades diarias, la identificación del contaminante, que puede implicar un riesgo para su población permitirá promover el uso de otros tipos de agroquímicos o técnicas amigables que minimicen el impacto ambiental y para poder así identificar los problemas de salud que provocaría este impacto con los análisis respectivos.

1.9. Limitaciones de la Investigación

Las limitaciones de esta investigación se basan en la desconfianza por parte de la población, debido a que pueden brindar datos, no tan fiables, en la ejecución de la encuesta realizada y denegar el acceso a algunas áreas de estudio, por desarrollarse allí una minera informal.

1.10. Tipo y Nivel de Investigación

1.10.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación es Concluyente, porque nos permitirá comprobar si el uso de agroquímicos influye directamente en la concentración de Nitratos en aguas subterráneas.

1.10.2. Nivel de Investigación

El nivel de investigación es Correlacional, porque demostrará la influencia de los agroquímicos en la concentración de nitratos de aguas subterráneas al compararlo, mediante Pearson, con los Estándares Nacionales de calidad Ambiental para agua – Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

1.11. Método y Diseño de la Investigación

1.11.1. Método de la Investigación

Se aplica el método deductivo indirecto, porque analizará las muestras realizadas para determinar el problema, si influye el uso de agroquímicos en la concentración de nitratos en aguas subterráneas.

1.11.2. Diseño de la Investigación

El diseño de investigación es transversal, en la cual se desarrolló en tres fases, a través de la manipulación de la variable dependiente, durante un momento determinado.

a) Fase de diagnóstico:

Los puntos escogidos deberán presentar la característica de ser aguas subterráneas, donde haya alguna filtración o bebederos en zonas cercanas impactadas por la actividad agrícola del cerro El Toro, Shiracmaca–Huamachuco.

b) Fase de Recolección de muestras:

Las muestras serán recolectadas en el caserío de Shiracmaca, en los alrededores del Cerro del Toro en la provincia de Huamachuco;

por ser un lugar donde se generan y acumulan los nitratos, se escogerán diferentes puntos sospechosos de posible contaminación.

- **Recolección, almacenamiento y entrega de Muestras**

Recolectar 1000 mL de muestra en frascos de vidrio o polietileno. Los análisis deben realizarse lo más pronto posible. Se puede almacenar hasta por 48 h a 4°C. Para un periodo mayor, preservar con 2 mL de ácido sulfúrico/L y almacenar a 4°C. (Aguilar, M.; 2001)

Estos análisis serán realizados en la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional de Trujillo, donde se hicieron los pagos respectivos para su análisis mediante espectrofotometría.

c) Fase de determinación cuantitativa de nitritos y nitratos:

- **Determinación Espectrofotométrica de Nitratos por Reducción a Nitritos**

El nitrato (NO_3^-) siempre se reduce cuantitativamente a nitrito (NO_2^-) en presencia de cadmio (Cd). Este método emplea gránulos de cadmio, disponible comercialmente, tratado con sulfato de cobre (CuSO_4) y empacado en columna de vidrio. (Aguilar, M.; 2001).

En la determinación colorimétrica se emplea dos reactivos orgánicos: ácido sulfanílico y el α -naftilamina, los cuales son el principio del Método Modificado de Griess - Ilosvay.

El nitrito producido se determina entonces por diazotización de la Sulfanilamida acoplada con dihidrocloruro de N-(1-naftil) etilendiamina para formar un azo compuesto altamente colorido que se mide espectrofotométricamente o colorimétricamente. La reacción del ácido sulfanílico con la α naftil amina se basa en la diazotación del ácido sulfanílico con el ácido nitroso y su copulación con la α naftil amina para formar un azo colorante rojo. (Aguilar, M.; 2001).

Se pone una gota de la solución en análisis, neutra o acidulada con ácido acético, sobre una placa de toque y se agrega una gota del reactivo α naftil amina. Se forma un color rojo. Para determinar la presencia de nitritos en la muestra y realizar las correcciones necesarias se puede hacer un análisis sin el paso de reducción.

Este método es aplicable en el intervalo de concentraciones entre 0,01 mg de N-NO₃-/L a 1,0 mg de N-NO₃-/L. El método se recomienda especialmente para niveles de nitrato por debajo de 0,1 mg N/L, donde otros métodos carecen de la sensibilidad adecuada. (Aguilar, M.; 2001).

1.12. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información

1.12.1. Técnicas

- **Observación de campo**

Consiste en el contacto directo del investigador con la realidad para la obtención de datos, como: Volumen de agroquímicos, composición física, etc. (Sampieri, Fernández, Baptist, 2014).

- **Evaluación**

Permite obtener información como: evaluación del análisis documental, comparación de anteriores investigaciones, comparación de muestras con los Estándares Nacionales de la calidad Ambiental para agua – Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

1.12.2. Instrumentos

A. Guías de observación de campo

Se utilizó un registro de los datos y valores, los cuales permitirán obtener información de la ubicación y las concentraciones de Nitritos estandarizadas.

B. Formato de registro de datos

Luego de obtenido los resultados a través de la evaluación en laboratorio, dichos resultados será registrados en cuadros o gráficos para su comparación con los estándares nacionales.

1.13. Cobertura del Estudio de Investigación

1.13.1. Universo

Está conformada por las aguas subterráneas aledañas al cerro El Toro – Shiracmaca, Huamachuco.

1.13.2. Muestra

La Evaluación de la contaminación de nitratos en el cerro el toro, Shiracmaca, lo cual, por repetición tiende al infinito.

Las muestras serán recolectadas en el caserío de Shiracmaca, en los alrededores del Cerro del Toro en la provincia de Huamachuco, se escogerán diferentes puntos sospechosos de posible contaminación. La muestra será elegida mediante un diseño aleatorio simple, y el cálculo del tamaño de la muestra(n), tendrá como base la ecuación para muestreo de atributos, las muestras que no cuenten con la fiabilidad necesaria serán descartadas, considerando solo las muestras de mayor fiabilidad.

$$\text{Fórmula: } n = (Z^2 P.Q)/E^2$$

Dónde:

n = Tamaño muestral

Z α = Es el valor correspondiente a la distribución Z = 0.05 = 1.96

P = Prevalencia esperada del parámetro a evaluar, en caso de desconocerse (P = 0.3), que hace mayor el tamaño muestral

Q = 1 – p (si p= 70%, q = 30%)

E = Error que se prevé cometer si es del 12%, E = 0.12

Reemplazando datos se obtiene:

$$n = \frac{(1.96)^2 (0.7) (0.3)}{(0.12)^2}$$

$$n = 56$$

1.14. Cronograma y Presupuesto

1.14.1. Cronograma de ejecución del proyecto

AÑO 2016								
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
Elaboración del proyecto	X	X	X					
Revisión de la literatura		X	X	X				
Aprobación del proyecto				X				
Compra de materiales	X	X	X	X	X			
Trabajo de Campo			X	X	X	X		
Obtención de datos			X	X	X	X		
Análisis de datos				X	X	X		
Obtención de resultados				X	X	X		
Redacción del informe de investigación				X	X	X		
Presentación del informe de investigación						X		
Revisión del informe de investigación						X		
Aprobación del informe de investigación							X	
Sustentación del informe de investigación								X

Fuente: Elaboración Propia

1.14.2. Presupuesto

PRESUPUESTO DE BIENES Y SERVICIOS							
Naturaleza del gasto	Partida	Materiales y Equipos	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario s/.	Costo total s/.	
Bienes	2.3.1.99.1.99	Agua destilada	Litros	8	1	8	
	2.3.1.99.1.99	Bolsas polietileno	Unidad	8	1	8	
	2.3.1.5.1.2	Plumón indeleble punta fina	Unidad	2	2.50	5	
	2.3.1.5.1.2	Papel Bond A-4	Millar	1	25	25	
	2.3.1.5.1.2	Folder	Unidad	2	3	6	
	2.3.1.5.1.2	Lapiceros	Unidad	2	0.50	1	
	2.3.1.5.1.2	Etiquetas	Unidad	2	1	2	
	2.3.1.6.1.4	Guantes	Unidad	4	0.50	2	
	2.3.1.6.1.4	Mascarilla	Unidad	6	0.50	3	
	2.6.3.2.6.1	USB Kingston 16 g	Unidad	2	30	60	
	2.6.3.2.6.1	Cámara fotográfica	Unidad	1	350	350	
SUB TOTAL						470.00	
Servicios	2.1.1.1.1	Asesor	Asesor	1	1000	1000	
	2.3.1.1.1.1	Alimentos y bebidas	Unidad	4	15	60	
	2.3.2.1.2.1	Movilidad	Viaje de campo	4	100	400	
	2.3.2.1.2.1	Movilidad	Viaje ciudad	30	1	30	
	2.3.2.2.4.4	Empastados	Empaste	3	20	60	
	2.3.2.2.4.4	Fotocopiado e impresiones	Copia	300	0.10	30	
	2.3.2.2.2.1	Recargas	-	1	50	50	
	2.3.2.2.2.2	Internet	Hora	20	1	20	
	2.3.2.5.1.1	Hospedaje	Cuarto	2	50	100	
	2.3.2.7.4.2	Procesamiento estadístico	Asesor	1	150	150	
	2.3.27.2.99	Análisis de laboratorio	Muestra	3	200	600	
	2.3.1.99.1.99	Kit nitratos	Unidad	1	141	141	
	2.3.1.99.1.99	Kit nitritos	Unidad	1	172	172	
	SUBTOTAL						2,813.00
	TOTAL						3,283.00

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

Vinelli, R. (2012). “Estudio analítico de nitratos en aguas subterráneas en el distrito San Pedro de Lloc. Tesis para optar el Título de: Licenciado en Química en la Pontificia Universidad Católica del Perú.” Su problema fue: ¿En qué medida los nitratos influyen en las aguas subterráneas del distrito de San Pedro de Lloc, 2012?; el objetivo general fue: El objetivo de esta tesis es determinar cuantitativamente los contenidos de nitratos y otros parámetros asociados en aguas de pozos para lo cual se desarrollará un programa de monitoreo cuyo resultado será transferido a la comunidad campesina involucrada. La conclusión principal fue: Los niveles de nitratos en las estaciones de muestreo no presentan, en ninguno de los casos, concentraciones elevadas; por lo que se concluye que ni en las zonas urbanas, ni en las ganaderas o agrícolas, este parámetro presenta un peligro para la salud hasta el momento, pero debemos señalar que el agua subterránea podría ser susceptible a la contaminación de nitrato por filtración de pozos sépticos y/o otros sistemas como también el uso de fertilizantes en las tierras de cultivo en un futuro.

Martínez, J. (2009). “El nitrógeno en las aguas subterráneas de la comunidad de Madrid: Descripción de los procesos de contaminación y desarrollo de herramientas para la designación de zonas vulnerables. Tesis doctoral en la Universidad de Alcalá de Henares.” Su problema fue: ¿En qué medida el nitrógeno influye en las aguas subterráneas de la comunidad de Madrid?; el objetivo general fue: Evaluar la utilidad de los índices paramétricos de vulnerabilidad intrínseca y de vulnerabilidad específica de las aguas subterráneas a la contaminación por nitrato como herramientas para la gestión y planificación de los recursos hídricos, en el marco geográfico de la Comunidad de Madrid. La conclusión principal fue: Los resultados de esta Tesis Doctoral sugieren que la declaración y el seguimiento de las Zonas Vulnerables deben plantearse desde un punto de vista multidisciplinar y dinámico, considerando las variaciones espacio-temporales del nitrógeno en las masas de agua, integrando información sobre la calidad química del agua, el medio físico y los usos del territorio. Herramientas como los índices de vulnerabilidad y las técnicas de análisis

multivariante han resultado sumamente útiles para la identificación e interpretación de las Zonas Vulnerables a escala regional.

Martínez, F.; Barrios, O.; Rodríguez, A.; Téllez, J. y Quezada, G. (2011). “El exceso de nitratos: un problema actual en la agricultura. Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua.” Citan en su investigación el impacto del uso de los fertilizantes nitrogenados, sus efectos de la contaminación en el suelo y el impacto ambiental del exceso de fertilizantes nitrogenados.

Arumi, J.; Núñez, J.; Salgado, L. y Claret, M. (2006). “Evaluación del riesgo de contaminación de pozos de suministro de agua potable rural en Chile. Rev. Panam. Salud Pública.” Citan en su investigación, evaluar el riesgo asociado a la contaminación con nitrato de pozos noria de suministro de agua potable rural en la zona de Parral, Chile.

Madrigal, I. (2004). “Retención de plaguicidas en suelos de dispositivos amortiguadores: Barreras de hierba y zonas arboladas: Papel de las materias orgánicas. Tesis para obtener el título de Doctor del Institut Agronomique Paris-Grignon.” Expone en su investigación el efecto de los agroquímicos en los suelos y las aguas superficiales y que tiene por objetivo evaluar el papel de materias orgánicas en la sorción de herbicidas, por tres diferentes tipos de ocupación de suelo: un suelo de cultivo, un suelo de una barrera de hierba y un suelo de una zona arbolada.

Ramírez, T. (2009). “Efectos de agroquímicos en las propiedades físico-químicas y biológicas en suelos del Tachira – Venezuela. Monografía de grado para optar el título de especialista en Química Ambiental.” Expone que las constantes aplicaciones de agroquímicos principalmente insecticidas y fungicidas son aportes continuos a los suelos, una proporción importante del agroquímico aplicado sobre los cultivos no llega a éstos, pudiendo ser movilizándose hasta el suelo.

2.2. Marco Histórico

Shiracmaca ubicada a 3030 msnm, en el distrito de Huamachuco, en la Provincia de Sánchez Carrión de la Región Libertad, es una comunidad dedicada como principales actividades para el ingreso económico de sus pobladores, la minería y la agricultura, por lo cual refleja una realidad poco atendida en esta última actividad y que toma interés la presente investigación, el estudio de la influencia de los agroquímicos en la concentración nitratos de los pozos usados (aguas subterráneas), por la población aledaña a cerro el toro.

2.2.1. Aguas Subterráneas

Es aquella parte del agua existente bajo la superficie terrestre que puede ser colectada mediante perforaciones, túneles o galerías de drenaje o la que fluye naturalmente hacia la superficie a través de manantiales o filtraciones a los cursos fluviales (Ordoñez, J.; 2011).

Los cuerpos de agua en donde se llevó la recolección de muestras, Shiracmaca-Huamachuco, por no tener una fuente conocida que alimente estos cuerpos de agua presentes allí, entran en la definición de Ojo de Agua o manantial, puesto que se encuentran en zonas donde existen aguas subterráneas. Que tiene por concepto, ser una descarga del agua subterránea en la superficie de la tierra. Los manantiales se clasifican según su formación geológica, la cantidad de descarga, la temperatura del agua (termal, caliente, fría), el contenido mineral o las fuerzas por las cuales se forman (por gravedad o por presión). (Marsily, L.; 2003).

No existe un normatividad o marco legal en nuestro país, que regule los parámetros para las actividades que generen contaminación en cuerpos de agua de esta categoría. Por lo tanto nos guiaremos como marco referencial de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, con su última modificación a los parámetros y valores, Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

2.2.1. Agroquímicos

A. Antecedentes

La agricultura tiene un impacto ambiental grande, desde la explotación de los suelos y el mal uso de técnicas que solo degradan y sobrepasan la capacidad de asimilación y recuperación de los suelos. El medio ambiente está expuesto a impactos negativos más o menos significativos, asociados a la escala y la tecnología de producción.

Una de las más grandes preocupaciones que existe hoy en día es dar el uso adecuadamente de productos químicos para la agricultura y en especial para los cultivos como son hortalizas, menestras, frutales cereales entre otros. (Sánchez, M.; 2009)

Cuando hacemos un recorrido por el campo y encontramos agricultores haciendo aplicaciones químicas lo primero que se nos ocurre preguntar: ¿cómo profesionales del campo, saben que plaga está afectando?, ¿qué producto está aplicando para combatir la plaga o enfermedad?, ¿qué tipo de profesional realizó las recomendaciones pertinentes?, y cómo se hizo el diagnóstico respectivo, son preguntas que dejan en incertidumbre su uso y aplicación.

Sin embargo en la práctica encontramos que en la mayoría de cultivos como hortalizas, maíz, frutales entre otros, se no se hace un uso adecuado del mismo, observamos el uso indiscriminado aplicado por muchos agricultores hasta una doble dosis de lo que se necesita para controlar una plaga (01 litro/hectárea siendo la dosis técnica solo 0.4 litros/hectárea), otro ejemplo es que se aplica productos químicos que se desintegran en el ambiente en periodos de 04 a 06 meses después de la aplicación, sin embargo se aplica en cultivos como fresa, tomate, lechuga etc., que se cosechan a los 04 a 05 días después haber aplicado este mortal agroquímico, además se aplica productos químicos sin haber llevado cursos de capacitación, muchas casas comerciales

de agroquímicos venden productos de contrabando de procedencia de Ecuador y Bolivia donde su legislación les permite utilizar estos productos. (Sánchez, M.; 2009)

El uso de agroquímicos según se precisa es para lograr altos niveles de productividad, dichos cultivos son sometidos a la aplicación de frecuentes y altas dosis de agroquímicos (Sánchez, M.; 2009), estos a su vez se desplazarán a través de la tierra y los cuerpos de agua y el medio ambiente atmosférico, por medio de procesos naturales como la Fijación de N_2 , aunque el término fijación también se usa para definir la fijación de N por las bacterias (fijación biológica) y la fijación antropogénica, es decir, la realizada por actividades humanas (producción de energía, producción de fertilizantes y cultivos) que produce N “reactivo” (NO_x , NH_Y y N orgánico). Cuando un plaguicida es liberado en el medio ambiente interacciona con los componentes bióticos y abióticos de éste, sufriendo transformaciones en su estructura, capaces de modificar profundamente sus características físico-químicas y su acción biológica. (IGME, 2009)

La degradación del plaguicida dará lugar a nuevos compuestos que no necesariamente han de ser menos tóxicos que la sustancia original; así cuando el producto de degradación resulta menos tóxico que la sustancia original se trata de una inactivación o detoxificación, si por el contrario, el producto de degradación resulta con mayor toxicidad que el original, se trata de una activación.

La degradación puede ser parcial o total, llegando en casos extremos a la obtención de compuestos inorgánicos como H_2O , CO_2 , haluros, amonio, fosfatos, etc. Las reacciones de degradación son muy variadas (oxidación, reducción, hidrólisis, sustitución, eliminación de grupos funcionales, etc.) pudiendo estar medidas tanto por agentes orgánicos (principalmente bacterias del suelo),

como inorgánicos. También son significativos otros procesos, como la fotólisis (IGME, 2009).

2.2.2. Nitratos

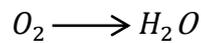
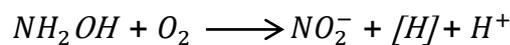
A. Antecedentes

Debido a que el nitrato es uno de los más frecuentes contaminantes de aguas subterráneas en áreas rurales. El origen de los nitratos en aguas subterráneas es principalmente de fertilizantes e insecticidas, sistemas sépticos y almacenamiento de estiércol u operaciones de extensión. Por lo tanto, la contaminación de las aguas subterráneas parte de un suelo contaminado, debido que ha superado su capacidad de amortiguación para una o varias sustancias y como consecuencia pasa de actuar como un sistema protector a ser causa de problemas para el agua, la atmósfera y los organismos. (Sánchez, H.; 2009).

El primer aporte, es a través del uso de insecticidas, para el control de plagas de insectos, siendo muy agresivos y devastadores en la tierra, por la utilización de nitratos, fosfatos. Otro aporte de nitratos encuentra su fuente en los fertilizantes nitrogenados que aportan el nitrógeno añadido como abono, (NH_4^+) y (NO_3^-). Este nitrógeno sigue los mismos modelos de reacción que el nitrógeno liberado por los procesos bioquímicos a partir de residuos de plantas. Así, la urea es sometida a la amonificación (formación de NH_4^+) y nitrificación previas para su utilización por los microorganismos y plantas. El amonio puede ser oxidado a nitratos y ser fijado por las partículas sólidas del suelo o utilizado sin cambio por los microorganismos y las plantas. Los nitratos pueden ser absorbidos directamente por microorganismos y plantas o pueden perderse por volatilización y lavado. Entre los efectos secundarios de la aplicación de fertilizantes nitrogenados se encuentran: la aportación de nutrientes como S, Mg, Ca, Na y B; la variación de la reacción del suelo (acidificación o alcalinización); el incremento de la actividad biológica del suelo con importantes efectos indirectos

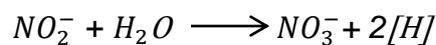
sobre la dinámica global de los nutrientes; daños por salinidad y contaminación de acuíferos, causados por una dosificación muy alta, y daños causados por las impurezas en los productos de descomposición y la acción de la cianamida cálcica de herbicidas y fungicidas. (Boixadera, J. y Cortés, A.; 2000).

Oxidación de NH_4^+ (amonio) a NO_2^- (nitrito), las bacterias del género nitrosomas convierten el amonio a nitrito.



Fuente: Miliarium

Oxidación del NO_2^- (nitrito) a NO_3^- (nitrato), las bacterias del género nitrobacter convierten el nitrito a nitrato.



Fuente: Miliarium

Los nitratos se producen de forma natural en el agua subterránea, pero su presencia en altas concentraciones es generalmente el resultado de la actividad humana, entre los que destacan principalmente la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos, la aplicación de plaguicidas y el uso de sistemas de saneamiento in situ. Las sustancias fertilizantes de nitrógeno y residuos orgánicos se oxidan y transformados por las reacciones químicas y biológicas y el resultado es la presencia de nitratos en el suelo. Por lo tanto, siendo extremadamente soluble en agua, el nitrato, se mueve con facilidad y contamina las aguas subterráneas. Esta solubilidad le permite ser retenido por la fase sólida del suelo mientras lo sea el agua, por lo cual este anión puede lixiviarse fácilmente y alcanzar las napas de agua subterránea, pudiendo permanecer allí por décadas. El origen de este (NO_3^-) es variado, pudiendo provenir tanto de fuentes

localizadas como no localizadas. Las fuentes no localizadas son todas aquellas en donde no existe un punto fijo de entrada de los contaminantes al sistema, como es el caso de la agricultura. (Antón, A. y Lizaso, J.; 2001) ;(Perdomo C., Casanova O. y Ciganda V.; 2001).

Los nitratos deben ser controlados en el agua potable principalmente porque niveles excesivos pueden provocar metahemoglobinemia, o “la enfermedad de los bebés azules”. Aunque los niveles de nitratos que afectan a los bebés no son peligrosos para niños mayores y adultos, sí indican la posible presencia de otros contaminantes más peligrosos procedentes de las residencias o de la agricultura, tales como bacterias o pesticidas.

La principal vía de entrada de los nitratos en el cuerpo, es la vía oral. Aproximadamente el 5-10% de la ingesta total de nitratos es convertida a nitritos por las bacterias de la saliva, estómago e intestino delgado del ser humano.



(Reducción de nitrato a nitrito en el cuerpo humano)

Fuente: Miliarium

Esta reacción es pH dependiente, no produciéndose la reducción a nitritos si el pH está por debajo de 4 y por encima de 9.

Después de la absorción, tanto nitratos como nitritos se distribuyen con rapidez a todos los tejidos. En las ratas se ha demostrado que los nitritos atraviesan la barrera placentaria. No se ha demostrado que los nitritos se bioacumulen.

Una vez en la sangre, el nitrito reacciona con el ión ferroso (Fe_2^+) de la desoxihemoglobina, formando metahemoglobina en la cual el hierro se encuentra en estado férrico (Fe_3^+), por lo que es incapaz de transportar el oxígeno. (Gisbert, J.; 1998).

La principal vía de eliminación de los nitratos es la vía urinaria. Aproximadamente el 60-70% de los nitratos son excretadas por la orina en las primeras 24 horas como nitratos, amonio o urea. Casi el 25% son excretados por la saliva. (Perdomo C., Casanova O. y Ciganda V.; 2001).

B. Marco legal

Las bases legales que sustentan mi objetivo de estudio son:

- **La Ley 28611, Ley General del Ambiente**, por medio de su Artículo I - Del derecho y deber fundamental y su Artículo 31° - Del Estándar de Calidad Ambiental.

- **Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM**, por medio de su modificación a través del **Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM**, establece la modificación de los parámetros y valores ECA para agua. En base a esta última modificación, tomaremos de guía para comparar los valores obtenidos (nitratos y nitritos), en nuestros puntos de muestreo, contrastándolos con los parámetros de las categorías establecidas en el ECA agua y que puedan ajustarse a la realidad del uso de los cuerpos de agua, presentes en la zona de estudio.

Dentro de la norma se tiene en consideración las siguientes precisiones de las categorías de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

- ❖ **Categoría 1: Población y recreación.**
 - **Sub Categoría 1A:** Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.
 - **Sub Categoría 1B:** Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.
 - **Sub Categoría 1C:** Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado.

- ❖ **Categoría 2:** Actividades marino costeras.
- ❖ **Categoría 3:** Riego de vegetales y bebida de animales.
 - **Sub Categoría D1:** Vegetales de tallo bajo y alto.
 - **Sub Categoría D2:** Bebidas de animales.
- ❖ **Categoría 4:** Conservación del ambiente acuático.

2.3. Marco conceptual

- **Variable Independiente**

- a) **Agroquímicos**

Son todas aquellas sustancias que se utilizan en la agricultura para el mantenimiento y la conservación de los cultivos, estos productos son usados para que las plantas tengan un estado saludable. En otras palabras estas sustancias que se producen sintéticamente, son encaminadas principalmente a disminuir, controlar o erradicar una plaga o cualquier organismo patógeno de una planta o cultivo. (Camacho, Y.; 2015).

Para comprender la noción de los agroquímicos, una definición de uso, se entiende por una sustancia que tiene como objetivo controlar, prevenir o destruir cualquier plaga, incluyendo aquellos transmisores de enfermedades humanas.

Otras definiciones que nos brinda el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, la cual se presenta en:

Tabla Nº 06: Definición de los agroquímicos, según la Real academia Española (2014)

AGROQUÍMICO
<i>1. adj. Perteneiente o relativo a la agroquímica.</i>
<i>2. adj. Elaborado por procedimientos químicos y destinados a las necesidades de la producción agrícola. Apl. a un producto, u. t. c. s. m.</i>
<i>3. f. Parte de la química aplicada que trata de la utilización de productos químicos en la agricultura, como abonos, herbicidas, etc., y del uso industrial de materias orgánicas procedentes de explotaciones agrarias, como aceites, resinas, etc.</i>

Fuente: Real Academia Española

Según Tipos y funciones de los agroquímicos:

Insecticidas: aquellos utilizados para evitar plagas de insectos, funcionan inhibiendo enzimas vitales en los cultivos. (Camacho, Y.; 2015).

Fertilizantes: es un estimulante utilizado para el enriquecimiento del suelo, favoreciendo así el crecimiento y desarrollo del cultivo más rápidamente. (Camacho, Y.; 2015).

Herbicidas: son los que generalmente se utilizan para desechar y evitar el crecimiento de plantas no deseadas en los cultivos. De acuerdo el tipo de planta que no se quiera dejar crecer, se aplica un herbicida específico. (Camacho, Y.; 2015).

Fungicidas: funcionan al igual que los herbicidas e insecticidas pero repelen todo tipo de hongos en plantas o cultivos. (Camacho, Y.; 2015).

Acaricidas: funcionan al igual que los herbicidas, insecticidas y fungicidas pero repelen todo tipo de ácaros (como garrapatas) en plantas o cultivos. (Camacho, Y.; 2015).

Fitoreguladores: son aquellos productos a base de hormonas que permitirán incrementar o estimular el crecimiento de la planta o incluso paralizar el desarrollo de las raíces. (Camacho, Y.; 2015).

- **Variable dependiente**

- a) Nitratos**

Según la definición científica, el nitrato es un compuesto inorgánico compuesto por un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de oxígeno (O); el símbolo químico del nitrato es NO_3^- , con peso molecular de 62 g/mol. (LENNTECH, 2016). Además son una fuente vital de nitrógeno(N) para las plantas. Cuando se utilizan fertilizantes de nitrógeno en la tierra, los nitratos pueden ser transportados por la lluvia, el riego y otras aguas superficiales a través del suelo hacia el agua subterránea. Los desechos humanos y de animales también pueden agregar a los nitratos en el agua subterránea. Los altos niveles de nitratos en el agua potable también pueden sugerir que hay otros contaminantes. (Sanz, C.; 2013).

CAPÍTULO III

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1. Análisis e Interpretación de resultados

Establecimos de este capítulo, este pertenece a la metodología que se aplicó.

Los resultados demuestran que el uso de agroquímicos tienen un efecto en los suelos, a través de lixiviación o infiltración o también serán degradados por medio de reacciones de degradación muy variadas (oxidación, reducción, hidrólisis, sustitución, eliminación de grupos funcionales, fotólisis, etc.) pudiendo estar medidas tanto por agentes orgánicos (principalmente bacterias del suelo), como inorgánicos. (IGME, 2009).

La degradación puede ser parcial o total, llegando en casos extremos a la obtención de compuestos inorgánicos como H_2O , CO_2 , haluros, amonio, fosfatos, etc. (IGME, 2009). Es importante conocer estas reacciones, que sufrirán los fertilizantes y los plaguicidas, puesto que al no aprovecharse totalmente por las plantas, ni los microorganismos o degradados por medio de reacciones físico-químicas, resultante de estas reacciones el Nitrógeno N, cambiando luego a amoníaco (NH_3) o amonio (NH_4^+), que posteriormente dará paso a la formación de nitritos (NO_2^-) y nitratos (NO_3^-).

En el presente estudio se utilizaron Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, **Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM**, por medio de su modificación a través del **Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM**, que rigen en el Perú, para establecer como guía de comparación entre los parámetros de los estándares y los resultados obtenidos (nitratos y nitritos) por el estudio. Con el objetivo de ver si los resultados cumplen con estos parámetros establecidos.

Las muestras fueron tomadas de afloramientos (ojos de agua o posibles manantiales) de aguas subterráneas y no de aguas subterráneas propiamente dichas, para luego ser llevadas a laboratorio y obtener los valores de concentración de nitratos y nitritos, por medio de la Universidad Nacional de Trujillo. Luego así establecer una correlación y poder demostrar la influencia de los agroquímicos en la concentración de nitratos y nitritos de las aguas subterráneas, comparándolo, mediante Pearson, con los Estándares Nacionales de calidad Ambiental para agua – **Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM**.

Tabla N° 07: Clasificación del agua según la zona de muestreo y su clasificación.

Puntos de muestreo	Zona de muestreo	Actividades	Estado del cuerpo de agua	Clasificación del agua utilizada por la población	Parámetros evaluados
P-01	Pozo de cianuración	Actividad urbana	Sin uso	<p>Categoría 1: Poblacional y recreacional, Subcategoría A1: Aguas que puede ser potabilizadas con desinfección.</p> <p>Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, Subcategoría D1: Vegetales de tallo bajo y alto Subcategoría D2: Bebida de animales</p>	Nitritos y nitratos
P-02	Socavón	Actividad urbana	Sin uso	<p>Categoría 1: Poblacional y recreacional, Subcategoría A1: Aguas que puede ser potabilizadas con desinfección.</p> <p>Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, Subcategoría D1: Vegetales de tallo bajo y alto Subcategoría D2: Bebida de animales</p>	Nitritos y nitratos
P-03	Puente	Agricultura	Uso	<p>Categoría 1: Poblacional y recreacional, Subcategoría A1: Aguas que puede ser potabilizadas con desinfección.</p> <p>Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, Subcategoría D1: Vegetales de tallo bajo y alto Subcategoría D2: Bebida de animales</p>	Nitritos y nitratos
P-04	Tierra de cultivo	Agricultura, Actividad urbana	Uso	<p>Categoría 1: Poblacional y recreacional, Subcategoría A1: Aguas que puede ser potabilizadas con desinfección.</p> <p>Categoría 3: Riego</p>	Nitritos y nitratos

				de vegetales y bebida de animales, Subcategoría D1: Vegetales de tallo bajo y alto Subcategoría D2: Bebida de animales	
P-05	Reservorio	Actividad urbana	Uso	Categoría 1: Poblacional y recreacional, Subcategoría A1: Aguas que puede ser potabilizadas con desinfección. Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, Subcategoría D1: Vegetales de tallo bajo y alto Subcategoría D2: Bebida de animales	Nitritos y nitratos

Fuente: Elaboración Propia. Categorías y subcategorías realizadas a partir del Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

Interpretación:

- Debido a que las aguas subterráneas del estudio, no cuentan con una clasificación establecida en el ECA agua, nos tomamos la libertad de reflejar estas zonas de muestreo de acuerdo al uso, que le da la población, a los cuerpos de agua y así encaje con una categoría correspondiente y puedan ser evaluadas, en caso cumpla o no los parámetros dispuestos en el ECA agua.

Tabla N° 08: Principales grupos de agroquímicos usados en la comunidad de Shiracmaca, Huamachuco, 2016.

Agroquímicos	Nombre del agroquímico	Riqueza de nutrientes en %	Resumen de ficha técnica	Aplicación de producto por cultivo	Influencia en concentración de nitratos
Fertilizantes	<p>Nitrato de amonio NH_4NO_3</p> <p>Sulfato de potasio K_2SO_4</p> <p>Sulfato de amonio $(NH_4)_2SO_4$</p> <p>Urea CH_4N_2O</p>	<p>Nitrato de amonio: 33% de Nitrógeno y 3% Fosforo por bolsa de 50 kg.</p> <p>Sulfato de potasio: 50% de Potasio y 18% de Azufre por bolsa de 50 kg.</p> <p>Sulfato de amonio: 21% de Nitrógeno y 24% de Azufre por bolsa de 50 kg.</p> <p>Urea: 46% Nitrógeno por bolsa de 50 kg.</p>	Nocivos tanto para la salud humana y al medio ambiente, todos indican toxicidad para organismos acuáticos y cuerpos de aguas.	<p>Nitrato de amonio: 50 kg/ha</p> <p>Sulfato de potasio: 50 kg/ha</p> <p>Sulfato de amonio: 50 kg/ha</p> <p>Urea: 50 kg/ha</p>	El NH_4NO_3 , $(NH_4)_2SO_4$ y CH_4N_2O , influyen principalmente, Por su carga residual, que luego será aprovechado por microorganismos, a través de diversas reacciones de degradación.
Insecticidas	<p>Tamarón $C_2H_8NO_2PS$,</p> <p>Campal $C_{22}H_{19}Cl_2NO_3$</p>	No incluye el porcentaje de aporte de elementos químicos Su venta es a través de botellas de concentración de 600 g/L (Tamarón) y 250 g/L (Campal 250 CE)	Nocivos tanto para la salud humana y al medio ambiente, todos indican toxicidad para organismos acuáticos y cuerpos de aguas.	<p>Tamarón: 1,5 L/ha</p> <p>Campal: 0,5 L/ha</p>	El $C_2H_8NO_2PS$ y $C_{22}H_{19}Cl_2NO_3$, influyen principalmente, Por su carga residual, que luego será aprovechado por microorganismos, a través de diversas reacciones de degradación.
Fungicidas	<p>Antracol $(C_5H_8N_2S_4Zn)_x$</p> <p>Fitoraz [Pronineb $(C_5H_8N_2S_4Zn)_x$ + Cymoxanil($C_7H_{10}N_4O_3$)]</p> <p>Ridomil $(C_{15}H_{21}NO_4)$</p>	No incluye el porcentaje de aporte de elementos químicos Su venta es a través de bolsas con concentración de 700 g/Kg (Antracol), 500 g(Fitoraz) y (Ridomil)	Nocivos tanto para la salud humana y al medio ambiente, todos indican toxicidad para organismos acuáticos y cuerpos de aguas.	<p>Antracol: 2,5 kg/ha</p> <p>Fitoraz: 2 kg/ha</p> <p>Ridomil: 2 a 2,5 kg/ha</p>	El Antracol , Fitoraz y el Ridomil influyen principalmente, Por su carga residual, que luego será aprovechado por microorganismos, a través de diversas reacciones de degradación.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

- Se realizó una encuesta a 20 pobladores, para conocer el tipo de cultivo y el uso de agroquímicos que empleaban en ellos. Por lo tanto, pudimos observar que los principales productos cultivados en la comunidad, incluyen papa, maíz, cebada, col, lechuga, rabanito y lentejas. Dentro del marco del uso de los agroquímicos predominantes, destacan 3 tipos, entre ellos los fertilizantes, insecticidas y fungicidas. Estos eran más usados para el cultivo de la papa, el maíz y lentejas, el resto de cultivos según indican algunos pobladores no hacían uso de estos productos, porque desarrollaban una agricultura saludable, como el uso de fertilizantes naturales, por ejemplo: usaban el abono animal de sus ovejas y cuyes, pero lo que no era necesario la aplicación de otros productos químicos en el resto de cultivos. (Ver Anexo 02: Encuesta)

Tabla N° 09: Resultados de la concentración de nitratos en aguas subterráneas del cerro el toro, Shiracmaca, Huamachuco, durante los meses de Abril, Mayo y Junio del 2016.

Puntos de muestreo	Zona de muestreo	Mes de Abril	Mes de Mayo	Mes de Junio
P-01	Pozo de cianuración	21,049 mg/L	21,986 mg/L	22,526 mg/L
P-02	Socavón	23,002 mg/L	24,058 mg/L	25,373 mg/L
P-03	Puente de Shiracmaca	23,000 mg/L	28,041 mg/L	29,451 mg/L
P-04	Tierra de cultivo	26,369 mg/L	29,338 mg/L	31,369 mg/L
P-05	Reservorio	22,854 mg/L	27,365 mg/L	24,365 mg/L

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

- Se obtuvieron las muestras, fueron llevadas al Co-asesor técnico, para la obtención de los valores en el laboratorio de la Facultad de Farmacia y Bioquímica - Universidad Nacional de Trujillo, mediante espectroscopia UV- VIS, de los meses de abril, mayo y junio de cada zona de muestreo de la concentración de nitratos presente en las aguas subterráneas expresadas en mg/L.

- Desde una apreciación simple, todos los valores encontrados, figuran dentro de lo normal, pero se puede observar que los resultados obtenidos, desde el más bajo de: 21,049 mg/L y 21,986 mg/L, registran un aumento de 0.937 mg/L, hasta el mayor de: 29,338 y 31,369 mg/L, registran un aumento de 2.031 mg/L. Dentro de los factores que pueden influir en el aumento es el uso de Fertilizantes nitrogenados, la descomposición de materia orgánica, o el uso de uso de abono proveniente de sus animales. Pero requiere de un análisis estadístico para determinar si existe una influencia por parte del uso de los agroquímicos.

Tabla N° 10: Resultados de la concentración de nitritos en aguas subterráneas del cerro el toro, Shiracmaca, Huamachuco, durante los meses de Abril, Mayo y Junio del 2016.

Puntos de muestreo	Zona de muestreo	Mes de Abril	Mes de Mayo	Mes de Junio
P-01	Pozo de cianuración	0,356mg/L	0,419mg/L	0,493 mg/L
P-02	Socavón	0,312 mg/L	0,372 mg/L	0,428 mg/L
P-03	Puente de Shiracmaca	0,349 mg/L	0,365 mg/L	0,426 mg/L
P-04	Tierra de cultivo	0,262 mg/L	0,328 mg/L	0,379 mg/L
P-05	Reservorio	0,267 mg/L	0,284 mg/L	0,291 mg/L

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

- Luego de obtener las muestras de cada zona de muestreo, fueron llevadas al Co-asesor técnico, para la obtención de los valores en el laboratorio de la Facultad de Farmacia y Bioquímica - Universidad Nacional de Trujillo, mediante espectroscopia UV- VIS, de los meses de abril, mayo y junio de cada zona de muestreo, de la concentración de nitritos presente en las aguas subterráneas, estos valores también registran un aumento desde el más alto de: 0,493 mg/L hasta el menor de: 0,262 mg/L. Los factores, son los mismos que influyen a los nitratos. Los valores encontrados, figuran dentro de lo normal, pero requiere un análisis estadístico para determinar si existe una influencia por parte del uso de los agroquímicos.

3.2 Análisis estadístico

A. Resultados estadísticos de nitratos

Hipótesis:

- **H0:** Influye el uso de agroquímicos directamente en la concentración de Nitratos en aguas subterráneas en el Cerro el Toro-Shiracmaca-Huamachuco, durante los meses de abril, mayo y junio del año 2016.
- **H1:** No influye.

Tabla N° 11: Promedio de cada punto de monitoreo de las concentraciones de Nitratos.

Puntos de muestreo	Zona de muestreo	Mes de Abril	Mes de Mayo	Mes de Junio	Promedio
P-01	Pozo de cianuración	21,049 mg/L	21,986 mg/L	22,526 mg/L	21,854
P-02	Socavón	23,002 mg/L	24,058 mg/L	25,373 mg/L	24,144
P-03	Puente de Shiracmaca	23,000 mg/L	28,041 mg/L	29,451 mg/L	26,831
P-04	Tierra de cultivo	26,369 mg/L	29,338 mg/L	31,369 mg/L	29,025
P-05	Reservorio	22,854 mg/L	27,365 mg/L	24,365 mg/L	24,861

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

- Resultados obtenidos de la concentración de nitratos cada zona de muestreo durante los meses de abril, mayo y junio del 2016, con sus respectivos promedios para la comprobación estadística.

Tabla N° 12: Análisis de varianza de un factor - Nitratos

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
P1	3	65,561	21,8536667	0,55851633
P2	3	72,433	24,1443333	1,41100033
P3	3	80,492	26,8306667	11,5025303
P4	3	87,076	29,0253333	6,32332033
P5	3	74,584	24,8613333	5,27204033

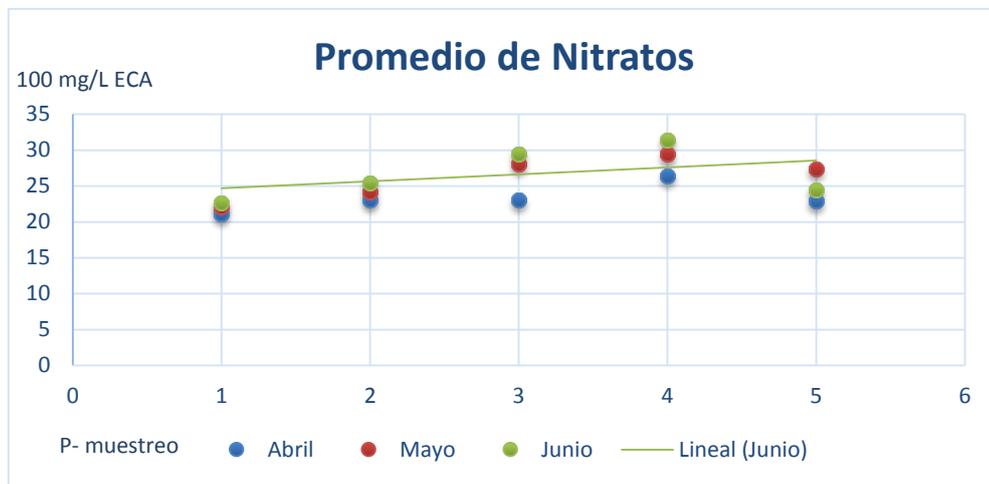
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	88,8509476	4	22,2127369	4,43060112	0,02562848	3,47804969
Dentro de los grupos	50,1348153	10	5,01348153			
Total	138,985763	14				

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

- Como el F calculado es > que el F de tabla por lo tanto rechazamos el H0 quiere decir que el uso de agroquímicos no influye en la concentración de nitratos en aguas subterráneas, tienen un promedio dentro de lo normal según estándares de calidad.

Gráfico N° 01: Puntos de dispersión del promedio de Nitratos



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

- Vemos que los promedios obtenidos en los tres meses tienen un comportamiento directamente proporcional, se encuentran dentro del nivel normal de los estándares de calidad que mostramos a continuación.

Tabla N° 13: Valores establecidos en el ECA agua, para el parámetro nitratos (NO_3^-).

Estándares nacionales de calidad ambiental para agua	UND	Valores consolidados para el parámetro nitratos (NO_3^-)
Categorías		
Categoría 1: Poblacional y recreacional, Subcategoría A1: Aguas que puede ser potabilizadas con desinfección.	mg/L	50
Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, Subcategoría D1: Vegetales de tallo bajo y alto	mg/L	100
Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, Subcategoría D2: Bebida de animales		100

Fuente: Elaboración Propia, realizada a partir del Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

Veamos si existe Correlación entre el promedio y estándares de calidad:

Tabla N° 14: Correlación de Pozo de cianuración (P1) entre los ECA Agua (Parámetro Nitratos)

	P1	Estándares
Correlación de Pearson	1	,932
P1 Sig. (bilateral)		,235
N	3	3
Correlación de Pearson	,932	1
Estándares Sig. (bilateral)	,235	
N	3	3

Fuente: Elaboración Propia

Vemos que el valor de $p = 0.235$ esto es > 0.05 por lo tanto no existe correlación alguna.

Tabla N° 15: Correlación de Socavón (P2) entre los ECA Agua (Parámetro Nitratos).

		P2	Estándares
P2	Correlación de Pearson	1	,833
	Sig. (bilateral)		,373
	N	3	3
Estándares	Correlación de Pearson	,833	1
	Sig. (bilateral)	,373	
	N	3	3

Fuente: Elaboración Propia

Vemos que el valor de $p = 0.373$ esto es > 0.05 por lo tanto no existe correlación alguna.

Tabla N° 16: Correlación de Puente de Shiracmaca (P3) entre los ECA Agua (Parámetro Nitratos).

		P3	Estándares
P3	Correlación de Pearson	1	,978
	Sig. (bilateral)		,133
	N	3	3
Estándares	Correlación de Pearson	,978	1
	Sig. (bilateral)	,133	
	N	3	3

Fuente: Elaboración Propia

Vemos que el valor de $p = 0.133$ esto es > 0.05 por lo tanto no existe correlación alguna.

Tabla N° 17: Correlación de Tierra de cultivo (P4) entre los ECA Agua (Parámetro Nitratos).

		P4	Estándares
P4	Correlación de Pearson	1	,915
	Sig. (bilateral)		,265
	N	3	3
Estándares	Correlación de Pearson	,915	1
	Sig. (bilateral)	,265	
	N	3	3

Fuente: Elaboración Propia

Vemos que el valor de $p = 0.265$ esto es > 0.05 por lo tanto no existe correlación alguna.

Tabla N° 18: Correlación de Reservoirio (P5) entre los ECA Agua (Parámetro Nitratos).

		P5	Estándares
P5	Correlación de Pearson	1	,757
	Sig. (bilateral)		,453
	N	3	3
Estándares	Correlación de Pearson	,757	1
	Sig. (bilateral)	,453	
	N	3	3

Fuente: Elaboración Propia

Vemos que el valor de $p = 0.453$ esto es > 0.05 por lo tanto no existe correlación alguna.

Interpretación de correlación:

- De acuerdo a los análisis de correlación antes indicados, vemos que no existe correlación alguna entre los parámetros observados. Todos estos resultados no requieren de una gráfica de comparación entre los puntos de muestreo y los ECA Agua, porque al compararlos, los puntos de dispersión de los puntos de muestreo se encontrarían demasiados alejados de los valores establecidos en los ECA agua.

B. Resultados estadísticos de nitratos

Hipótesis:

- **H0:** Influye el uso de agroquímicos directamente en la concentración de Nitritos en aguas subterráneas en el Cerro el Toro-Shiracmaca-Huamachuco, durante los meses de abril, mayo y junio del año 2016.
- **H1:** No influye.

Tabla N° 19: Promedio de cada punto de monitoreo de las concentraciones de Nitritos.

Puntos de monitoreo	Zona de muestreo	Mes de Abril	Mes de Mayo	Mes de Junio	Promedio
P-01	Pozo de cianuración	0,356 mg/L	0,419 mg/L	0,493 mg/L	0,423
P-02	Socavón	0,312 mg/L	0,372 mg/L	0,428 mg/L	0,371
P-03	Puente de Shiracmaca	0,349 mg/L	0,365 mg/L	0,426 mg/L	0,380
P-04	Tierra de cultivo	0,262 mg/L	0,328 mg/L	0,379 mg/L	0,323
P-05	Reservorio	0,267 mg/L	0,284 mg/L	0,291 mg/L	0,281

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

- Resultados obtenidos de la concentración de nitritos cada zona de muestreo durante los meses de abril, mayo y junio del 2016, con sus respectivos promedios para la comprobación estadística.

Tabla N° 20: Análisis de varianza de un factor - Nitritos

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
P1	3	1,268	0,42266667	0,00470233
P2	3	1,112	0,37066667	0,00336533
P3	3	1,14	0,38	0,001651
P4	3	0,969	0,323	0,003441
P5	3	0,842	0,28066667	0,00015233

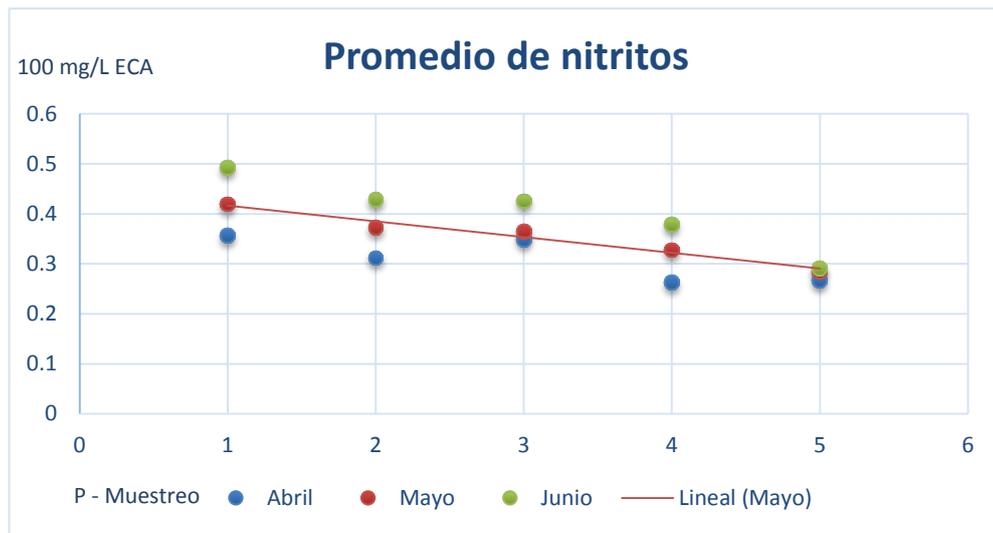
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,0359936	4	0,0089984	3,37980769	0,053833552	3,47804969
Dentro de los grupos	0,026624	10	0,0026624			
Total	0,0626176	14				

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

- Como el F calculado es < que el F de tabla por lo tanto aceptamos el H0 quiere decir que el uso de agroquímicos tiene una influencia muy baja en la concentración de nitritos en aguas subterráneas, tienen un promedio dentro de lo normal según estándares de calidad.

Gráfico N° 02: Puntos de dispersión del promedio de Nitritos.



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

- Vemos que los promedios obtenidos en los tres meses tienen un comportamiento Inversamente proporcional, se encuentran dentro del nivel normal de los estándares de calidad que mostramos a continuación.

Tabla N° 21: Valores establecidos en el ECA agua, para el parámetro nitritos (NO_2^-).

Estándares nacionales de calidad ambiental para agua	UND	Valores consolidados para el parámetro nitritos (NO_2^-)
Categorías		
Categoría 1: Poblacional y recreacional, Subcategoría A1: Aguas que puede ser potabilizadas con desinfección.	mg/L	3
Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, Subcategoría D1: Vegetales de tallo bajo y alto	mg/L	10

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, Subcategoría D2: Bebida de animales	mg/L	10
---	------	----

Fuente: Elaboración Propia, realizada a partir del Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

Veamos si existe Correlación entre el promedio y estándares de calidad:

Tabla N° 22: Correlación de Pozo de cianuración (P1) entre los ECA Agua (Parámetro Nitritos).

		P1	Estándares
P1	Correlación de Pearson	1	,842
	Sig. (bilateral)		,363
	N	3	3
Estándar	Correlación de Pearson	,842	1
	Sig. (bilateral)	,363	
	N	3	3

Fuente: Elaboración Propia

Vemos que el valor de $p = 0.363$ esto es > 0.05 por lo tanto no existe correlación alguna.

Tabla N° 23: Correlación de Pozo de Socavón (P2) entre los ECA Agua (Parámetro Nitritos)

		P2	Estándares
P2	Correlación de Pearson	1	,876
	Sig. (bilateral)		,321
	N	3	3
estándares	Correlación de Pearson	,876	1
	Sig. (bilateral)	,321	
	N	3	3

Fuente: Elaboración Propia

Vemos que el valor de $p = 0.321$ esto es > 0.05 por lo tanto no existe correlación alguna.

Tabla N° 24: Correlación de Puesto de Shiracmaca (P3) entre los ECA Agua (Parámetro Nitritos)

		P3	Estándares
P3	Correlación de Pearson	1	,661
	Sig. (bilateral)		,541
	N	3	3
Estándares	Correlación de Pearson	,661	1
	Sig. (bilateral)	,541	
	N	3	3

Fuente: Elaboración Propia

Vemos que el valor de $p = 0.541$ esto es > 0.05 por lo tanto no existe correlación alguna.

Tabla N° 25: Correlación de Tierra de cultivo (P4) entre los ECA Agua (Parámetro Nitritos)

		P4	Estándares
P4	Correlación de Pearson	1	,901
	Sig. (bilateral)		,286
	N	3	3
Estándares	Correlación de Pearson	,901	1
	Sig. (bilateral)	,286	
	N	3	3

Fuente: Elaboración Propia

Vemos que el valor de $p = 0.286$ esto es > 0.05 por lo tanto no existe correlación alguna.

Tabla N° 26: Correlación de Reservorio (P5) entre los ECA Agua (Parámetro Nitritos)

		P5	Estándares
P5	Correlación de Pearson	1	,959
	Sig. (bilateral)		,183
	N	3	3
Estándares	Correlación de Pearson	,959	1
	Sig. (bilateral)	,183	
	N	3	3

Fuente: Elaboración Propia

Vemos que el valor de $p = 0.183$ esto es > 0.05 por lo tanto no existe correlación alguna.

Interpretación:

- De acuerdo a los análisis de correlación antes indicados, vemos que no existe correlación alguna entre los parámetros observados. Todos estos resultados no requieren de una gráfica de comparación entre los puntos de muestreo y los ECA Agua, porque al compararlos, los puntos de dispersión de los puntos de muestreo se encontrarían demasiados alejados de los valores establecidos en los ECA agua.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. El uso de agroquímicos no representa un impacto significativo en las aguas subterráneas del cerro el Toro, Shiracmaca, Huamachuco, durante los meses de abril, mayo y junio, tiempo que se llevó a cabo realizó la investigación.
2. Por medio del análisis estadístico, el uso de agroquímicos no influye en la concentración de nitratos en aguas subterráneas, desde el promedio más bajo, de 24,144 mg/L (Socavón), hasta el más alto, de 29,025 mg/L (Tierra de cultivo), todos estos promedios no superan los valores del parámetro nitrato, de 50 mg/L (Categoría 1, bajo la Sub Categoría A1) y de 100 mg/L (Categoría 3, bajo la Sub Categoría D1 y D2), establecido en Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua **Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM**, por medio de su modificación a través del **Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM**.
3. Por medio del análisis estadístico, el uso de agroquímicos tiene una influencia muy baja en la concentración de nitritos en aguas subterráneas, desde el promedio más bajo, de 0,281 mg/L (Reservorio), hasta el más alto, de 0,423 mg/L (Pozo de cianuración), todos estos promedios no superan los valores del parámetro nitrito, de 3 mg/L (Categoría 1, bajo la Sub Categoría A1) y de 10 mg/L (Categoría 3, bajo la Sub Categoría D1 y D2), establecido en Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, **Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM**, por medio de su modificación a través del **Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM**
4. Se cumple con los parámetros de nitratos y nitritos establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, **Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM**, por medio de su modificación a través del **Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM**. Por lo tanto la calidad de las aguas subterráneas a partir de los parámetros analizados no representan un riesgo para la población, ni para los cultivos y animales.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar un estudio de los suelos de Shiracmaca, para determinar si existe, otros parámetros físicos – químicos, orgánicos e inorgánicos, que repercutan en las características del agua ya sea subterránea o superficial.
2. Se recomienda cerrar los pozos no utilizados, para evitar una posible contaminación o posibles accidentes o problemas de salud con la población.
3. Se recomienda realizar un estudio más exhaustivo del uso de los agroquímicos en la comunidad, por medio de alguna entidad privada o gubernamental, para que estos productos no representen un riesgo para la salud a futuro en las personas, a través de un contacto directo.
4. Se recomienda realizar un estudio más profundo de la calidad del agua, tanto superficiales, como subterráneas para determinar la presencia de físicos – químicos, orgánicos e inorgánicos, que puedan representar un riesgo para la población.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Acnur (1997). Manual para situaciones de emergencia. El agua. Formato PDF.

Sitio web:

<http://www.unfpa.org.pe/intranet/idocs/PlanNU/REFERENCE%20-%20Not%20specific%20to%20Peru/UN%20Informacion%20Agencias/UNHCR/Manual%20para%20situaciones%20de%20emergencia%20del%20ACNUR/III%20Capitulo%2016%20el%20agua.pdf>.

Albert, A. (1998). Sociedad mexicana de toxicología. 2016, de Sociedad mexicana de toxicología. Sitio web: <http://www.cepis.ops-oms.org/bvstox/fulltext/toxico/toxico-03a17.pdf>.

Antón, A. y Lizaso, J. (2001). Fundación ibérica para la Seguridad alimentaria. Tomo XXX. Nitritos, Nitratos y Nitrosaminas. Formato PDF. España – Madrid. Sitio web:

<http://mie.esab.upc.es/ms/formacio/Control%20%20Contaminacio%20Agricultura/biblio/nitratos%20y%20nitrosaminas.pdf>.

Guevara, A. (1996). Control de calidad del agua. Análisis de las normas de control de la calidad de las aguas. Formato PDF. Lima – Perú. Sitio web: <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsacd/scan2/031275/031275.pdf>.

Rueda, D.; López, M. Y Nakaya, S. (2008). Informe anual. Monitoreo de Calidad del agua en la Isla Santa Cruz. Santa Cruz. Sitio web: http://www.galapagospark.org/documentos/DPNGJICA_calidad_agua_2008_santa_cruz_costa.pdf.

Leanza, L.; Parente, J.; Varanese, C. (2005). Avances de Energías renovables y Medio ambiente. Vol. 9. Presencia de nitratos en el agua subterránea del Norte Bonaerense. Buenos Aires - Argentina. Sitio web: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd53/01-13.pdf>.

Perdomo, C.; Casanova, O. y Ciganda, V. (2001). *Agrociencia*, Vol. V. *Contaminación de aguas subterráneas con nitratos y coliformes en el litoral sudoeste del Uruguay. Uruguay. 2001.* Fecha de actualización 26/07/2001. Sitio web: http://www.siagua.org/sites/default/files/documentos/documentos/contaminacion_aguas_subterraneeas.pdf.

Aguilar R, (2001). Análisis de aguas – Determinación de nitratos en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas – Método de prueba. Formato PDF. México DF. Sitio web: <http://www.semarnat.gob.mx/leyesy normas/Normas%20Mexicanas%20vigentes/NMX-AA-079-SCFI-2001.pdf>.

Gisbert, J. (1998). *Medicina Legal y toxicológica*. 5º ed. Ed. Masson. S.A. España. Pp.: 730-732.

Método de análisis de nitratos en aguas (2013). Formato HTML. Sitio web: <http://www.xtec.cat/~gjimene2/llicencia/students/04tecnicas.html#inicio>.

Ramos, R.; Sepúlveda, R. (2003). *El Agua en el Medio ambiente. Muestreo y análisis*. Libro virtual. Ed. Plaza y Valdés. Pp.: 122-123; 131-135. México. Sitio web: <http://books.google.com.pe/books?id=b8lxhcHPEYC&pg=PA132&dq=determinaci%C3%B3n+de+nitratos+y+nitritos+en+agua&lr=&cd=84#v=onepage&q=&f=true>.

Kuramoto, J. (2001). *La Minería Artesanal e Informal en el Perú*. Grupo de Análisis para el Desarrollo (GRADE). Informe preparado para MMSD y GAMA. Perú.

Betty, C. (2008). Control de los contaminantes químicos en el Perú. *Revista peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*. Sitio web: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-46342008000400012&script=sci_arttext&tlng=es.

José, A.; Jorge, N.; Luis, S. y Marcelino, C. (2006). Evaluación del riesgo de contaminación de nitrato de pozos de suministro de agua potable rural en Chile. Sitio web: <http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v20n6/a04v20n6.pdf>

Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura - FAO (2013). Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030. Sitio web: <http://www.fao.org/3/a-y3557s/y3557s11.htm#TopOfPage>

Piadal (2013). Panel independiente sobre la agricultura para el desarrollo de América Latina. Sitio web: http://www.rimisp.org/wp-content/files_mf/1374521421Libro_PIADAL.pdf

Katy, L. (2015). Advanced Rio Lab Warns of Olympic Water Quality Danger. Sitio web: http://www.labmate-online.com/articles/laboratory-products/3/katie_lund/advanced_rio_lab_warns_of_olympic_water_quality_danger_/1899/

Boixadera, J. y Cortés, A. (2000). Nitratos, agua y agricultura, un problema moderno de utilización del suelo, Horticultura, España, 2000.

Luis M.; Victor S. Y Graham T. (2008). Estudio de la adopción de variedades de papa en zonas pobres del Perú. Sitio Web: <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/08/004259.pdf>

Oficina de las Naciones Unidas contra la droga y el delito - UNODC (2010). Problemática ambiental y utilización de agroquímicos en la producción de coca. Sitio Web: https://www.unodc.org/documents/peruandecuador/Informes/Informes-Analiticos/Informe_Analitico_Agroquimicos.pdf

Tapia, Z. (2000). Riesgos por el uso de agroquímico y medicamento en la producción de alimentos. Sitio Web: <http://www.olca.cl/oca/monocultivo/plantaciones29.htm>

Universidad Nacional de la Plata – UNLP (2015). Informe de los agroquímicos en la provincia de Buenos Aires. Sitio Web: <https://stepsamericalatina.org/la-produccion-agropecuaria-y-sus-efectos-sobre-la-sustentabilidad-y-la-salud-un-estudio-de-la-universidad-de-la-plata-respecto-del-uso-de-agroquimicos/>

Lenntech (2016). Nitratos – Lenntech. Sitio Web: <http://www.lenntech.es/nitratos.htm>

Millarium (2016). Ingeniería Civil y Medio ambiente. Sitio Web: <http://www.miliarium.com/Welcome.asp>

Ordoñez, J. (2011). Cartilla técnica de aguas subterráneas – acuíferos. Sitio Web: http://www.gwp.org/Global/GWP-SAm_Files/Publicaciones/Varios/Aguas_Subterraneas.pdf

Sánchez, H. (2009). Contaminación por agroquímicos en cultivos agrícolas y su legislación en el Perú. Sitio Web: <http://www.monografias.com/trabajos64/contaminacion-agroquimicos-cultivos-agricolas/contaminacion-agroquimicos-cultivos-agricolas2.shtml>

Instituto geológico y minero de España – IGME (2009). Degradación e inactividad de plaguicidas. Sitio Web: http://aguas.igme.es/igme/publica/libro28/pdf/lib28/3_degra.pdf

Camacho, Y. (2015). Contaminación del suelo. Sitio Web: <https://prezi.com/lo62ik9ofooq/contaminacion-del-suelo/>

Marsily, L. (2003). El agua. Sitio Web: <http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol22num1/articulos/agua/>

ANEXOS

ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “Impacto del uso de agroquímicos en la concentración de Nitratos en aguas subterráneas – Cerro el Toro - Shiracmaca-Huamachuco, La Libertad - 2016”

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICES	MÉTODOS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
<i>Problema Principal</i>	<i>Objetivo General</i>	<i>Hipótesis General</i>						
¿En qué medida el uso de agroquímicos influye en la concentración de Nitratos en aguas subterráneas del Cerro el Toro-Shiracmaca-Huamachuco, durante los meses de abril, mayo y junio del año 2016?	Determinar en qué medida el uso de agroquímicos influye en las aguas subterráneas del Cerro el Toro-Shiracmaca-Huamachuco, durante los meses de abril, mayo y junio del año 2016.	Influye el uso de agroquímicos directamente en la concentración de Nitratos y nitritos en aguas subterráneas del Cerro el Toro-Shiracmaca-Huamachuco, durante los meses de abril, mayo y junio del año 2016.	<p>Variables Independientes: Uso de Agroquímicos</p> <p>Variables Dependientes: Concentración de nitratos</p>	Volumen de agroquímicos usado por cultivo	kg/ha, g/L y g de agroquímico.	<p>Tipo de Investigación: Concluyente</p> <p>Nivel de investigación: Correlacional</p> <p>Diseño de la investigación: Método deductivo indirecto con un diseño transversal.</p> <p>Universo : Está constituido por las aguas subterráneas., del distrito de Shiracmaca, Provincia de Huamachuco.</p> <p>Muestra : La evaluación de la concentración de nitratos y nitritos</p>	Observación de campo.- consiste en el contacto directo del investigador con la realidad para la obtención y análisis de datos. Evaluación, permite obtener información sobre el Pre y Post test	<p>Guías de observación de campo</p> <p>Formatos de registro de datos - encuesta</p> <p>Información Documental</p> <p>Equipos e Instrumentos del Laboratorio</p> <p>Internet</p>
Problemas Específicos	Objetivos Específicos							
<p>¿En qué medida el uso de agroquímicos influye en la concentración de Nitritos en aguas subterráneas del Cerro el Toro-Shiracmaca-Huamachuco, durante los meses de abril, mayo y junio del año 2016?</p> <p>¿Cuál es la calidad de las aguas subterráneas desde el punto de vista de los parámetros analizados?</p>	<p>Determinar en qué medida el Impacto del uso de agroquímicos influye en la concentración de nitratos y nitritos en aguas subterráneas del Cerro el Toro-Shiracmaca-Huamachuco, durante los meses de abril, mayo y junio del año 2016.</p> <p>Hallar la calidad de aguas subterráneas desde el punto de vista de los ECA del agua- Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM</p>							

ANEXO N° 02: FORMATO DE ENCUESTA

Formato Encuesta

Realidad problemática del uso de los agroquímicos en la comunidad de Shiracmaca

Encuestador: Fecha:

Nombre del encuestado:

Muestra: 20 N.C: 95%

Pregunta 01.- ¿Sabe Ud. que es contaminación del suelo por agroquímicos?

a) si b) no

Pregunta 02.- ¿Qué tipo de agroquímico usa para la nutrición y el cuidado de sus cultivos?

a) Fertilizantes b) Herbicidas c) Insecticidas d) Fungicidas e) Fitoreguladores

Pregunta 03.- ¿Usa fertilizantes para nutrición de sus suelos? ¿De qué tipo?

a) si : b) no :

Pregunta 04.- ¿Usa Herbicidas para evitar el crecimiento de plantas no deseadas? ¿De qué tipo?

a) si : b) no :

Pregunta 05.- ¿Usa Insecticidas para evitar plagas en sus cultivos? ¿De qué tipo?

a) si : b) no :

Pregunta 06.- ¿Usa Fungicidas para repeler algún tipo hongo en sus cultivos? ¿De qué tipo?

a) si : b) no :

Pregunta 07.- ¿Usa Fitoreguladores para estimular el crecimiento de sus cultivos? ¿De qué tipo?

a) si : b) no :

Pregunta 08.- ¿Cuántos kg o cc/L de agroquímico usa por cultivo?

.....
.....

Pregunta 09.- ¿Qué tipo cultivos predomina en su terreno?

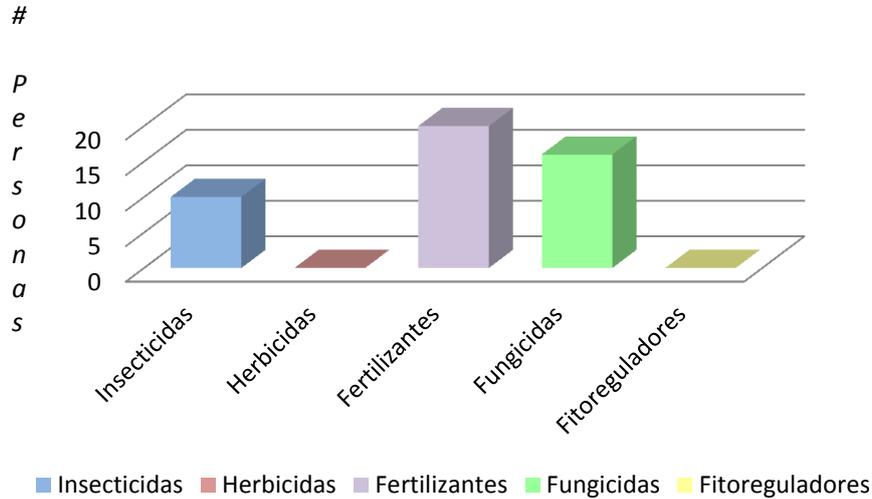
.....
.....

Pregunta 10.- ¿Cuál es la extensión de terrenos que dispone?

a) <1 hectárea b) >1 hectárea c) <5 hectáreas

RESULTADOS DE LA ENCUESTA

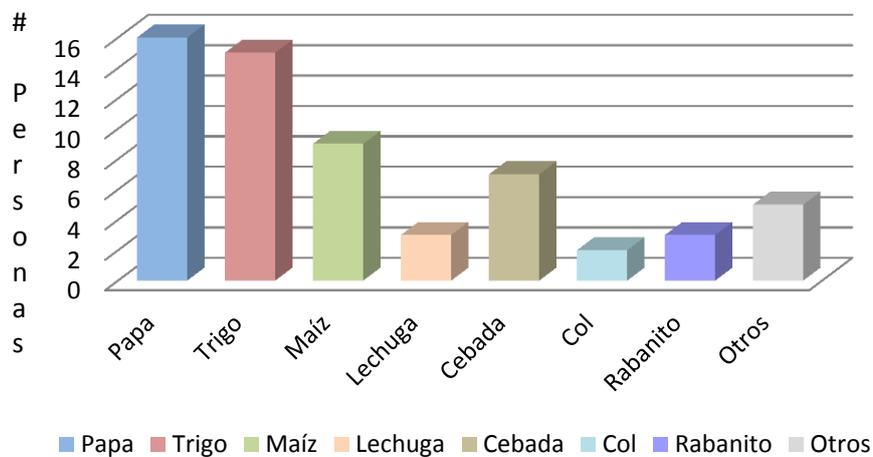
Gráfico N° 03: Tipo Agroquímicos usados por la comunidad de Shiracmaca



Interpretación:

- Refleja la cantidad los agroquímicos empleados por la población de Shiracmaca, tales como: 10 personas hacen uso de insecticidas, 20 personas hacen uso de fertilizantes, y 16 hacen uso de fungicidas, pero ninguno de los encuestados, respondió si hacía uso de herbicidas o de fitoreguladores.

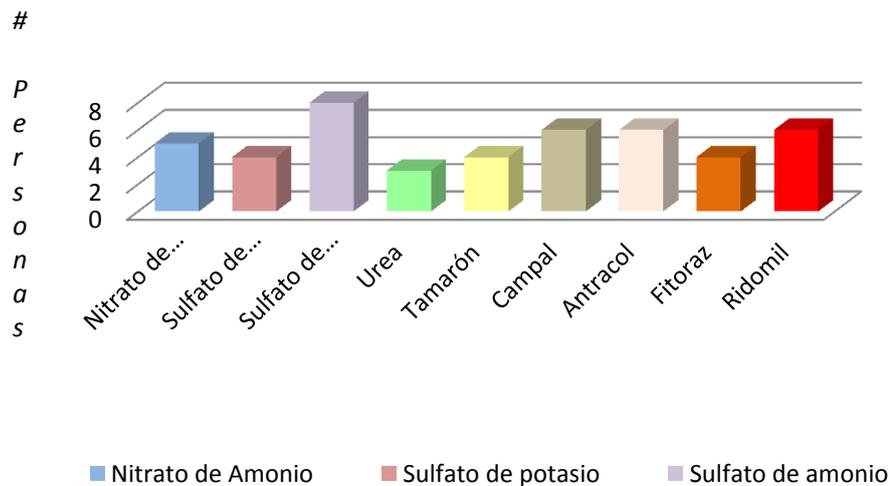
Gráfico N° 04: Tipos de cultivos sembrados en la comunidad de Shiracmaca



Interpretación:

- Refleja la el tipo de cultivos sembrados en la comunidad de Shiracmaca, tales como: 16 personas cultivan papa, 15 personas cultivan trigo, 9 personas cultivan maíz, 3 personas cultivan lechuga, 7 personas cultivan cebada, 2 personas cultivan col, 3 personas cultivan rabanito y otras 5 personas cultivan productos variados como, menestras.

Gráfico N° 05: Nombre del agroquímico usado en los cultivos de la comunidad de Shiracmaca



Interpretación:

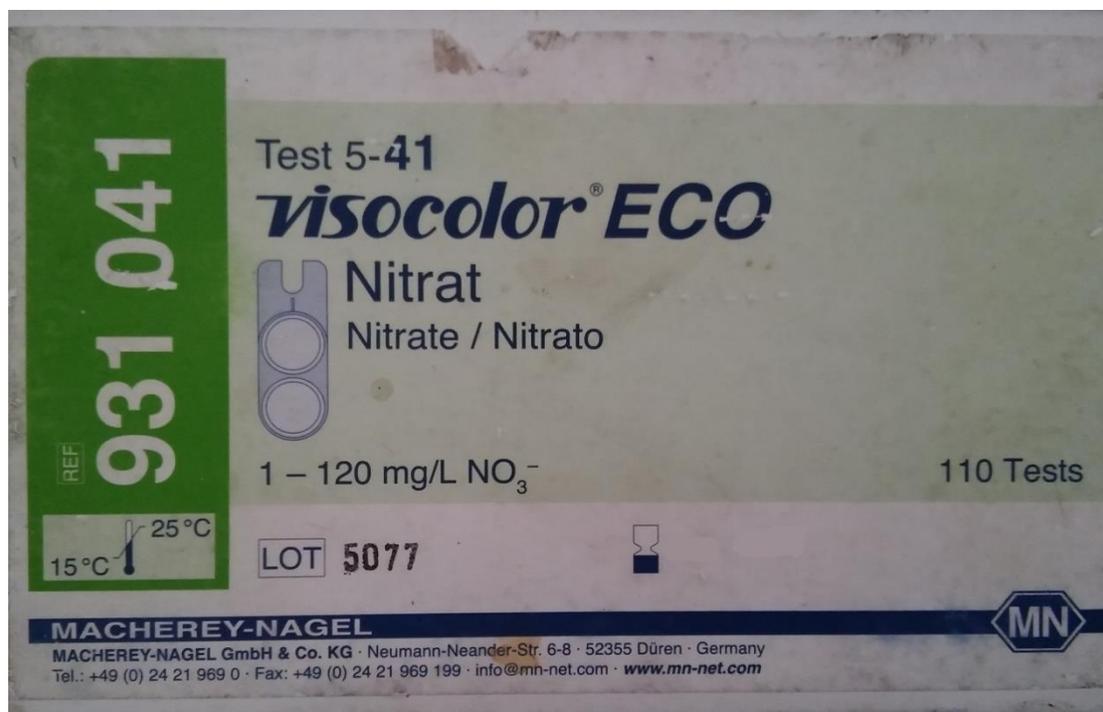
- Refleja el nombre del de agroquímico empleado por los pobladores de Shiracmaca, tales como: 5 personas usan Nitrato de amonio, 4 personas usan Sulfato de potasio, 8 personas usan sulfato de amonio, 3 personas usan Urea, 4 personas usan Tamarón, 6 personas usan Campal, 6 personas usan Antracol, 4 personas usan Fitoraz y 6 personas usan Ridomil.

ANEXO N° 03: EQUIPOS UTILIZADOS

Kits para el Análisis en el fotómetro PF-12



Fuente: Propia



Fuente: Propia

ANEXO N° 04: CONSTANCIA DE EQUIPOS Y ANÁLISIS

Constancia expedida en la Universidad Nacional de Trujillo por el Dr. Freddy Peláez Peláez con número de docencia: 3353, responsable de los equipos prestados de su Proyecto N° 05. "Efectividad de la biorremediación sobre la salud humana y biodiversidad en Shiracmaca, Huamachuco, Perú-2011-2012", bajo la supervisión de los mismos por el Prof. M. Sc. Q. F. José Luis Polo Bardales para la realización de esta tesis.



PROYECTO N° 05. "EFECTIVIDAD DE LA BIORREMEDIACIÓN SOBRE LA SALUD HUMANA Y BIODIVERSIDAD EN SHIRACMACA, HUAMACHUCO, PERÚ-2011-2012"



CONSTANCIA

Por medio de la presente dejo constancia que los equipos de laboratorio descritos en el presente documento, fueron prestados al Sr. **Jorge Raphael Saldaña Delgado**, los cuales utilizó para análisis de Nitritos y Nitratos con el apoyo y supervisión del Prof. **M.Sc. Q. F. José Luis Polo Bardales**, el cual es integrante del equipo investigador PIC-05 de nuestra universidad. Además, dejo constancia que los kits utilizados para los mencionados análisis fueron adquiridos por el Sr. Saldaña.

Equipos prestados:

FOTÓMETRO COMPACTO PF-12

TERMOHIGRÓMETRO Marca: Ventix, Modelo: 5753

EQUIPO GPS Marca: GARMIN, Modelo: eTrex 30

PHMETRO Marca: CHECKER by HANNA

Los análisis realizados en el laboratorio de la Facultad de Farmacia y Bioquímica con muestras brindadas por parte del Sr. Saldaña, se realizaron con el método espectrofotométrico y cuyos resultados son fidedignos.

Se expide la presente a solicitud de la parte interesada para los fines que considere.

Dr. **FREDDY PELAEZ PELAEZ**
Responsable del PIC N°05

PIC 05 UNT
Dr. Freddy Peláez Peláez
3353

ANEXO N° 05: PLANO DE ZONAS DE MUESTREO

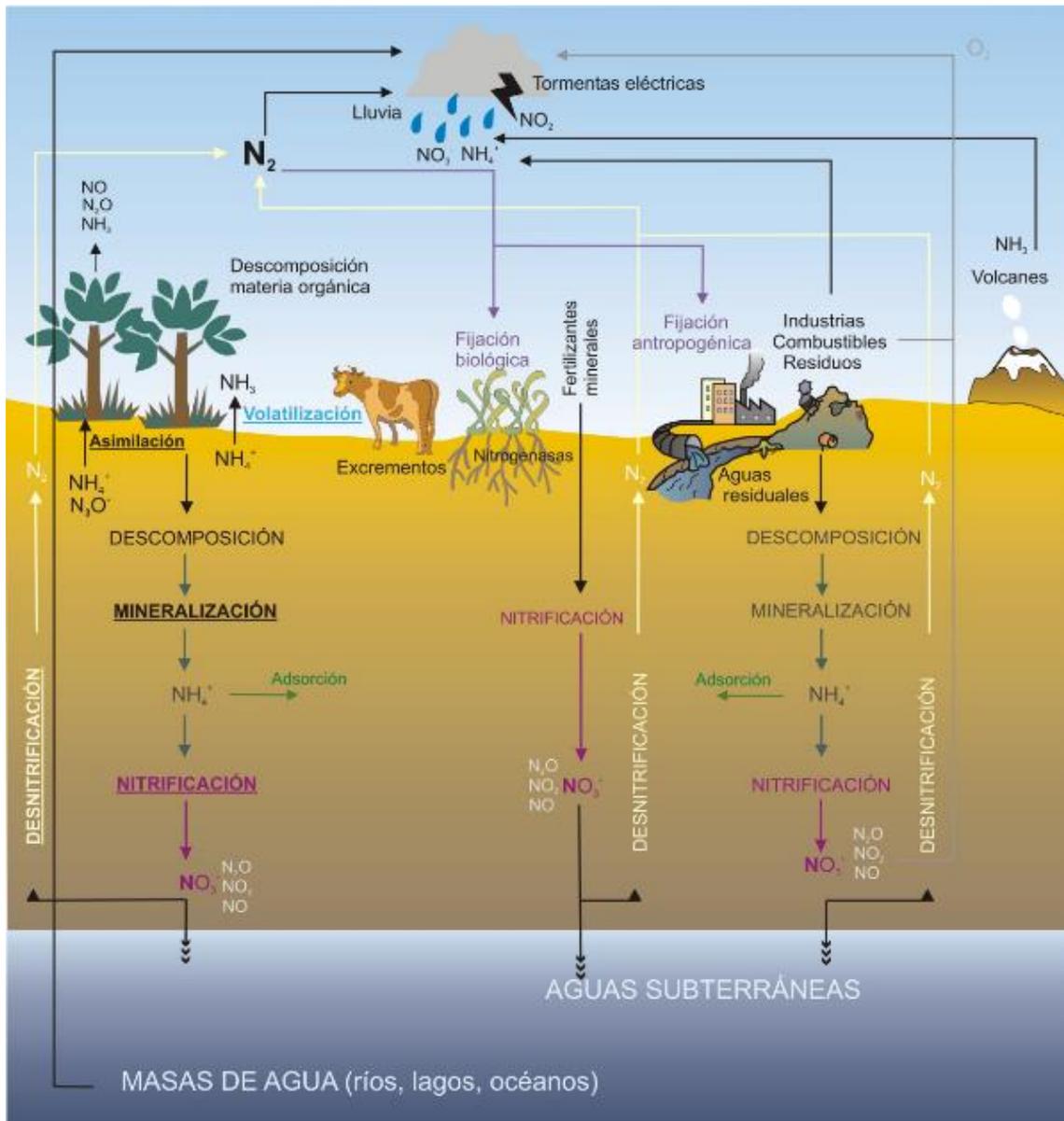
Mapa de la ciudad de Shiracmaca y alrededores – Vista Satelital



Fuente: Elaboración Propia, a partir de google maps

ANEXO N° 06: CICLO DEL NITRÓGENO Y CICLO DEL CIANURO

Ciclo del Nitrógeno



Fuente: Miliarium

ANEXO N° 07: FOTOS

Foto N° 01: Toma de muestras con equipo P-F12 del punto de muestreo (P-04) ubicado en la comunidad de Shiracmaca.



Foto N° 02: Toma de muestras con equipo P-F12 del punto de muestreo (P-03), ubicado en la comunidad de Shiracmaca.



Foto N° 03: Entrevista con uno de los pobladores de Shiracmaca – cerca del punto de muestreo (P-04).



GLOSARIO DE TERMINOS

1. **Amonio.-** m. quím. Cation resultante de la unión de un protón a una molécula de amoníaco, y que está compuesto de un átomo de nitrógeno y cuatro de hidrógeno. (**Fuente:** Wikipedia, Internet)
2. **ANOVA.-** ANÁLISIS DE LA VARIANZA CON UN FACTOR (ANOVA) El análisis de la varianza permite contrastar la hipótesis nula de que las medias de K poblaciones ($K > 2$) son iguales, frente a la hipótesis alternativa de que por lo menos una de las poblaciones difiere de las demás en cuanto a su valor esperado. (**Fuente:** Wikipedia, Internet)
3. **Antropogénico.-** El término antropogénico (a veces llamado antrópico) se refiere a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas, a diferencia de los que tienen causas naturales sin influencia humana. (**Fuente:** Wikipedia, Internet)
4. **Biodiversidad.-** La biodiversidad o diversidad biológica es, según el Convenio Internacional sobre la Diversidad Biológica, el término por el que se hace referencia a la amplia variedad de seres vivos sobre la Tierra y los patrones naturales que la conforman, resultado de miles de millones de años de evolución según procesos naturales y también de la influencia creciente de las actividades del ser humano. La biodiversidad comprende igualmente la variedad de ecosistemas y las diferencias genéticas dentro de cada especie que permiten la combinación de múltiples formas de vida, y cuyas mutuas interacciones con el resto del entorno fundamentan el sustento de la vida sobre el planeta. (**Fuente:** Wikipedia, Internet)
5. **Biotransformación.-** En sentido amplio la biotransformación es el proceso mediante el cual un organismo vivo modifica una sustancia química transformándola en otra diferente. (**Fuente:** Wikipedia, Internet)
6. **Catión.-** Un catión es un ión con carga eléctrica positiva, es decir, que ha perdido electrones. Los cationes se describen con un estado de oxidación positivo. En términos químicos, es cuando un átomo neutro pierde uno o más electrones de su dotación original, este fenómeno se conoce como ionización. (**Fuente:** Wikipedia, Internet)
7. **Cianuro.-** El cianuro es un anión monovalente de representación CN⁻. El mismo contiene el grupo cianuro (:C≡N:), que consiste de un átomo de

carbono con un enlace triple con un átomo de nitrógeno. (**Fuente:** Wikipedia, Internet)

- 8. Espectroscopia UV- VIS.-** La espectrometría ultravioleta-visible o espectrofotometría UV-Vis implica la espectroscopia de fotones en la región de radiación ultravioleta-visible. Utiliza la luz en los rangos visible y adyacentes (el ultravioleta (UV) cercano y el infrarrojo (IR) cercano. En esta región del espectro electromagnético, las moléculas se someten a transiciones electrónicas.

Esta técnica es complementaria de la espectrometría de fluorescencia, que trata con transiciones desde el estado excitado al estado basal, mientras que la espectrometría de absorción mide transiciones desde el estado basal al estado excitado. (**Fuente:** Wikipedia, Internet)

- 9. Eutrofización.-** En ecología el término eutrofización designa al enriquecimiento en nutrientes de un ecosistema. El uso más extendido se refiere específicamente al aporte más o menos masivo de nutrientes inorgánicos en un ecosistema acuático.

Eutrofizado es aquel ecosistema o ambiente caracterizado por una abundancia anormalmente alta de nutrientes. (**Fuente:** Wikipedia, Internet)

- 10. FAO.-** La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, mundialmente conocida como FAO (por sus siglas en inglés: Food and Agriculture Organization), es un organismo especializado de la ONU que dirige las actividades internacionales encaminadas a erradicar el hambre. Brinda sus servicios tanto a países desarrollados como a países en vías de desarrollo y actúa como un foro neutral donde todas las naciones se reúnen como iguales para negociar acuerdos y debatir políticas. También es fuente de conocimiento e información y ayuda a los países en vías de desarrollo y transición a modernizar y mejorar sus actividades agrícolas, forestales y pesqueras con el fin de asegurar una buena nutrición para todos. (**Fuente:** Wikipedia, Internet)

- 11. Fosfatos.-** Los fosfatos son las sales o los ésteres del ácido fosfórico. Tienen en común un átomo de fósforo rodeado por cuatro átomos de oxígeno en forma tetraédrica. Los fosfatos secundarios y terciarios son

insolubles en agua, a excepción de los de sodio, potasio y amonio. (Fuente: Wikipedia, Internet)

12. **GEI.-** Se denominan gases de efecto invernadero (GEI) o gases de invernadero a los gases cuya presencia en la atmósfera contribuyen al efecto invernadero. (Fuente: Wikipedia, Internet)
13. **Ion.-** Un ion ("yendo", en griego; ἰόν [ion] es el participio presente del verbo ienai: 'ir') o ión es una partícula cargada eléctricamente constituida por un átomo o molécula que no es eléctricamente neutro. Conceptualmente esto se puede entender como que, a partir de un estado neutro de un átomo o partícula, se han ganado o perdido electrones; este fenómeno se conoce como ionización. (Fuente: Wikipedia, Internet)
14. **Metabolismo.-** Conjunto de los cambios químicos y biológicos que se producen continuamente en las células vivas de un organismo. (Fuente: Wikipedia, Internet)
15. **Metahemoglobinemia.-** La metahemoglobinemia es una enfermedad caracterizada por la presencia de un nivel anormalmente alto de metahemoglobina (Met-Hb) en la sangre. La metahemoglobina es una forma oxidada de la hemoglobina que tiene una menor afinidad para el oxígeno lo que reduce la concentración de oxígeno circulante. Esto provoca que la curva de disociación de la oxihemoglobina (forma R) se desplace hacia la izquierda y, a menos presión de oxígeno (tejidos), la metahemoglobina retendrá más oxígeno que la hemoglobina. Cuando la concentración de metahemoglobina en los glóbulos rojos es elevada, puede surgir hipoxia tisular. (Fuente: Wikipedia, Internet)
16. **Microorganismos.-** Un microbio también llamado microorganismo, es un ser vivo, o un sistema biológico, que solo puede visualizarse con el microscopio. La ciencia que estudia los microorganismos es la microbiología. Son organismos dotados de individualidad que presentan, a diferencia de las plantas y los animales, una organización biológica elemental. En su mayoría son unicelulares, aunque en algunos casos se trate de organismos cenóticos compuestos por células multinucleadas, o incluso multicelulares. (Fuente: Wikipedia, Internet)

17. **Modificado de Griess – Llosvay.-** La prueba de Griess & Llovay es una prueba química que detecta la presencia de nitritos orgánicos. La reacción de diazotación de Griess, en la que se fundamenta el reactivo de Griess, fue descrita por primera vez en 1858 por Peter Griess.
18. **Nitrógeno.-** El nitrógeno es un elemento químico de número atómico 7, símbolo N y que en condiciones normales forma un gas diatómico (nitrógeno diatómico o molecular) que constituye del orden del 78 % del aire atmosférico. En ocasiones es llamado ázoe —antiguamente se usó también Az como símbolo del nitrógeno.
19. **Soluble.-** Que se puede disolver al mezclarse con un líquido.
20. **VRAE.-** El VRAEM, sigla abreviada para el Valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro, es una zona geopolítica en Perú.