UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

ESCUELA DE POSGRADO

==========

CONTAMINACIÓN AMBIENTAL DEL AGUA SERVIDA POR LOS REACTIVOS QUÍMICOS MÁS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO DE QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI AÑO 2020

==========

TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS EN MEDIO AMBIENTE GESTIÓN SOSTENIBLE Y RESPONSABILIDAD SOCIAL

CARLOS ALBERTO PAZ QUIROZ

PUCALLPA – PERÚ

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
ESCUELA DE POSGRADO

ANEXO Nº 4

ACTA DE DEFENSA DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACION PARA OBTENCION DEL GRADO DE MAESTRO O MAESTRO EN CIENCIAS

En la Sala de Grados de la Universidad Nacional de Ucayali siendo las 10:00 horas, del día 12 de Agosto, ante el **Jurado** de Tesis o trabajo de investigación constituido por :

Mg. ALEX RENGIFO ZUMAETA ..... Presidente
Mg CARLOS RUIZ PADILLA ..... Secretario
Mg. JULIAN ROBERT PEREZ VIGILIO ..... Vocal

El aspirante al **GRADO DE MAESTRO O MAESTRO EN CIENCIAS** en: MEDIO AMBIENTE, GESTION SOSTENIBLE Y RESPONSABILIDAD SOCIAL

Mención: .....

Don(ña) CARLOS ALBERTO PAZ QUIROZ

Procedió al acto de Defensa:

a. Con la exposición de la tesis o trabajo de investigación, titulada:

"CONTAMINACIÓN AMBIENTAL DEL AGUA SERVIDA POR LOS REACTIVOS QUIMICOS MAS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO DE QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI AÑO 2020"

b. Respondiendo las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y público asistente.

Concluido el acto de defensa, cada miembro del Jurado procedió a la evaluación del aspirante a Maestro, teniendo presente los criterios siguientes:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
ESCUELA DE POSGRADO

a) Presentación personal
b) Exposición: el problema a resolver, hipótesis, objetivos, resultados, conclusiones, los aportes, contribución a la ciencia y/o solución a un problema social y Recomendaciones
c) Grado de convicción y sustento bibliográfico utilizados para las respuestas a las interrogantes del Jurado y público asistente
d) Dicción y dominio de escenario

Así mismo, el Jurado plantea a la tesis o trabajo de investigación **las observaciones** siguientes:

- MEJORAR LAS SUGERENCIAS PLANTEANDO UNA ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES.
- EVIDENCIAS DE RESULTADOS.

Obteniendo en consecuencia el Maestrista la **Nota** de DIECISIETE (17)
Equivalente a APROBADO, por lo que se recomienda LEVANTAR OBSERVACIONES

(aprobado ó desaprobado)

Los miembros del Jurado, firman el presente **ACTA** en señal de conformidad, en Pucallpa, siendo las 11:30 horas del 12 de Agosto del 2022

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION GENERAL DE PRODUCCION INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

Nº V/0351-2022

La **Dirección de Producción Intelectual**, hace constar por la presente, que el Informe final de tesis, **titulado:**

"CONTAMINACIÓN AMBIENTAL DEL AGUA SERVIDA POR LOS REACTIVOS QUÍMICOS MÁS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO DE QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI AÑO 2020".

Autor(es)	:	**PAZ QUIROZ, CARLOS ALBERTO**
Escuela	:	POSGRADO
Maestría	:	MEDIOAMBIENTE, GESTIÓN SOSTENIBLE Y RESPONSABILIDAD SOCIAL
Asesor	:	Dr. MANTURANO PEREZ, RUBÉN DARIO

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 10%.**

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se firma y se sella la presente constancia.

FECHA 15/06/2022

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

AUTORIZACION DE PUBLICACION DE TESIS

Yo, Carlos Alberto Paz Guriox

Autor de la TESIS titulada:

Contaminacion Ambiental del agua servida por los reactivos quimicos mas utilizados en el laboratorio de quimica de la Universidad Nacional de Ucayali año 2020.

Sustentada el año: 2022

Con la asesoría de: Dr. Ruben Dario Manturano Perez

Maestría en: Medio Ambiente Gestion Sostenible y Responsabilidad Social.

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguientes términos:

Primero: otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del repositorio institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización que la tesis no infringe derechos de autor de terceras peruanas.

Tercero: autorizo la publicación,

☒ **Total** (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio).

☐ **Parcial** (significa que solo la caratula, la dedicatoria y el resumen en PDF será compartido en el repositorio).

De mi tesis de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 16 / 08 / 2022

Email: pazcal2009@gmail.com



firma:

Teléfono: 980652156

DNI : 18096957

DEDICATORIA

A Dios.

A mi madre María, y a mi padre Máximo (Q.E.P.D.).

A mi hijo Diego, y a todos mis seres queridos.

AGRADECIMIENTOS

Al personal Técnico responsable del laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, por su colaboración en el acceso a los ambientes y toma de datos correspondientes; al Dr. Rubén Darío Manturano Pérez, asesor de la Tesis, por su acompañamiento permanente en el desarrollo de la investigación y en la elaboración del informe final. Al Mg. Richard Elvis Paz Quiroz por su motivación constante durante el proceso de mi formación profesional, a todos mis colegas y amigos por su apoyo incondicional y a los jurados examinadores de la tesis.

RESUMEN

El flujo de reactivos en el laboratorio de química en las universidades, obedece a la necesidad de la realización de prácticas experimentales propias de la labor pedagógica como parte de la formación profesional de las estudiantes de las áreas relacionadas a esta ciencia básica. Por otra parte, los estudiantes y docentes ante la necesidad de obtener nuevo conocimiento realizan investigaciones con el propósito de cumplir con la función importante que la universidad debe desempeñar en la sociedad.

Es así que, en el desarrollo de estos experimentos de cualquier índole referido a esta área, se utilizan reactivos que requieren una gestión adecuada todo esto amparado en las normas ambientales de cada país.

A partir del problema que presenta el laboratorio de química, genera aguas residuales que se vierten al alcantarillado sin tratamiento, provocando problemas en los sistemas de drenaje dentro y fuera del mismo. El estudio fue descriptivo cuyo objetivo es evaluar la contaminación ambiental producida por el agua servida compuesta por los reactivos químicos más utilizados en el laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali en el 2020. Como resultado se tiene que existe sustancias químicas con mayor cantidad que producen las aguas servidas del laboratorio de química, es el fosforo que supera los límites permisibles juntamente con otras sustancias químicas como el hierro, los sulfatos, los cloruros y el amonio. Existe alta contaminación producida por sustancias químicas de las aguas servidas del laboratorio de química siendo el fosforo como el principal contaminante. Las sustancias químicas que contaminan el ambiente son el fósforo y los sulfatos que originan concentraciones de gases disueltos en las aguas vertidas del laboratorio.

Palabras Claves. Contaminación ambiental, sustancias químicas.

ABSTRACT

The flow of reagents in the chemistry laboratory at universities is due to the need to carry out experimental practices typical of pedagogical work as part of the professional training of students in areas related to this basic science. On the other hand, students and teachers, faced with the need to obtain new knowledge, carry out research with the purpose of fulfilling the important role that the university must play in society.

Thus, in the development of these experiments of any kind related to this area, reagents are used that require adequate management, all of which is protected by the environmental regulations of each country.

From the problem presented by the chemistry laboratory, it generates wastewater that is discharged into the sewage system without treatment, causing problems in the drainage systems inside and outside it. The study was descriptive whose objective is to evaluate the environmental contamination produced by the wastewater composed of the most used chemical reagents in the chemistry laboratory of the National University of Ucayali in 2020. As a result, there are chemical substances with a greater quantity than produced by the wastewater from the chemistry laboratory, it is the phosphorus that exceeds the permissible limits together with other chemical substances such as iron, sulfates, chlorides and ammonium. There is high contamination produced by chemical substances in the wastewater of the chemistry laboratory, with phosphorus being the main contaminant. The chemical substances that pollute the environment are phosphorus and sulfates that cause concentrations of dissolved gases in the water discharged from the laboratory.

Keywords: Environmental pollution, chemical substances.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación titulado *Contaminación Ambiental Del Agua Servida Por Los Reactivos Químicos Más Utilizados En El Laboratorio De Química De La Universidad Nacional De Ucayali Año 2020,* se orientó a evaluar la contaminación ambiental producida por las aguas servidas por los reactivos químicos más utilizados en el laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali en el 2020. Es de necesidad conocer si el laboratorio de química, el cual genera aguas residuales que se vierten al alcantarillado sin tratamiento, provoca problemas en los sistemas de drenaje dentro y fuera del mismo.

Para tal efecto, se puso a prueba la siguiente hipótesis. Hi: “Existe alta contaminación ambiental por reactivos químicos más utilizados en el laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali, vertidas en aguas servidas”. Bajo este contexto, se seleccionó el área de estudio, se tomaron las muestras y se analizaron en un laboratorio de referencia. El diseño muestral escogido fue descriptivo, tomando como base la naturaleza de las variables propuestas, así como los indicadores que se desprenden de ellas.

Posterior a la ejecución del trabajo de campo, el informe del presente estudio se ha organizado en cinco capítulos. El capítulo I describe el problema, describe los objetivos generales, la hipótesis formulada, considera además la justificación, viabilidad y limitaciones del estudio. El capítulo II, detalla el marco teórico. El capítulo III considera en detalle el marco metodológico propuesto en el que se menciona las características en la tipología de la investigación. El capítulo IV constituye el procedimiento propiamente dicho producto de lo cual se obtienen y procesan los resultados. El capítulo V contempla la fundamentación y argumentación de los resultados obtenidos, así como las conclusiones obtenidas.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA ……vi
AGRADECIMIENTO……....vii
RESUMEN……viii
ABSTRACT……....ix
INTRODUCCIÓN……....x
CAPÍTULO I EL PROBLEMA DE INVESTIGACION
1.1 Descripción del problema……...1
1.1.1 Formulación del problema……....3
1.2 Objetivos…….....4
1.3 Hipótesis y/o sistema de hipótesis……4
1.4 Variables……4
1.5 Justificación……5
1.6 Viabilidad……6
1.7 Limitaciones……..6
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO
2.1 Antecedentes……7
2.2 Bases teóricas……16
2.3 Definiciones conceptuales……21
2.4 Bases epistémicos……23
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO
3.1 Tipo de investigación……24
3.2 Diseño y esquema de la investigación……...24
3.3 Población y muestra……..25
3.4 Instrumentos de recolección de datos……25
3.5 Técnicas de recojo, procesamiento y presentación de datos…….23
CAPITULO IV RESULTADOS
Resultados……27
CAPÍTULO V DISCUSIÓN DE RESULTADOS
Discusión de Resultados……35
Conclusiones……37
Sugerencias……...38
Referencias Bibliográficas……...39
Anexos……41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de Regresión Múltiple que determina alta contaminación por pH de las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali. 31

Tabla 2. Análisis de Regresión Múltiple que determina alta contaminación por fosforo de las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali 32

Tabla 3. Análisis de Regresión Múltiple que determina alta contaminación por Conductividad Eléctrica de las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali. 32

Tabla 4. Análisis de Correlación Múltiple que determina la relación de las sustancias de las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali. 33

Tabla 5. Análisis de correlación múltiple de las sustancias químicas de las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali. 33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Porcentajes de fosforo encontrados por cada muestreo realizados de las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali. 27

Figura 2. Límite Máximo Permisible de fosforo encontrados por cada muestreo realizados de las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali. 28

Figura 3. Límite Máximo Permisible de hierro encontrado por cada muestreo realizado de las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali. 28

Figura 4. Límite Máximo Permisible de sulfatos encontrado por cada muestreo realizado de las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali. 29

Figura 5. Límite Máximo Permisible de cloruros encontrado por cada muestreo realizado de las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali. 30

Figura 6. Límite Máximo Permisible de amonio encontrado por cada muestreo realizado de las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali. 30

Figura 7. Región Crítica 34

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción del problema

La eliminación de residuos de sustancias químicas utilizadas en prácticas propias de laboratorio de manera descuidada es frecuente en instituciones educativas sin supervisión por parte de la autoridad competente en materia ambiental. No solamente en los establecimientos de salud podría darse esta acción de riesgo, sino también en las instituciones educativas como aquellas pertenecientes a la Educación Básica Regular y a la educación superior.

El volumen de desechos consistentes en sustancias químicas generadas en universidades sería mayor debido a la demanda de actividades prácticas y de investigación, el deficiente e irresponsable manejo serían aliados de esta generación de desechos cuyo curso las dirige hacia el agua que generalmente desemboca en los desagües de uso doméstico cuya circulación culmina en los ríos y mares que contienen una diversidad de seres vivos que podrían ser perjudicados con esta presencia de compuestos cuya eliminación no se estaría gestionando de manera adecuada sin contemplar la normatividad vigente.

Dirección de Ecología y Protección del Ambiente (DEPA, 2006) menciona que es la Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA, la autoridad competente la aplicación de los instrumentos legales, los cuales son la Ley General de Residuos Sólidos - Ley 27314, el Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos - D.S. N° 057-2004/ PCM y en el campo del sector salud la Norma Técnica N° 008-MINSA/DGSP-V.01: Manejo de Residuos Sólidos Hospitalarios; a fin de cumplir dichas consideraciones el Ministerio de Salud a través de la DIGESA realiza la gestión de los residuos sólidos mediante disposiciones compilados en el Texto Único de Procedimientos Administrativos -

TUPA, en dichas disposiciones a través de procesos diferenciados se gestiona el manejo de los residuos sólidos de manera general y el de los residuos peligrosos en particular. (p. 7).

La Universidad Nacional de Ucayali cuenta con el laboratorio de Química que realiza un servicio a diversas carreras profesionales entre las que se encuentran Ingeniería Forestal, Ingeniería Ambiental, Agronomía, Ingeniería Agroindustrial, las diversas carreras de educación así como de Ciencias de la salud; pues todas ellas contemplan el desarrollo de dicha asignatura como parte de su plan de estudios, es así que este laboratorio constituye la posibilidad de la generación de una cantidad apreciable de residuos que de no manejarse de manera adecuada podría impactar negativamente sobre el medio ambiente y por ende sobre la salud de la comunidad estudiantil y aquellos habitantes de la localidad en las cuales se ubican los ambientes de la Universidad.

La circulación de aguas servidas generadas en la universidad conteniendo potenciales sustancias químicas, puede conllevar a un daño sustancial en la biodiversidad existente en las fuentes de agua donde desembocan los desagües sin un tratamiento previo, como es el caso de ríos, lagunas e incluso los mares, como parte de este problema existe la bioacumulación y la biomagnificación los cuales pueden generar problemas no solo a los animales sino también a los seres humanos debido al flujo como parte de la cadena trófica.

Carriquiriborde (2021) considera a la bioacumulación como la acumulación de un contaminante en un organismo desde cualquier fuente de exposición incluyendo aire, agua y alimento. Por otro lado, indica que la bio-magnificación puede definirse como el incremento de la concentración de un contaminante de un nivel trófico a otro. Las razones que contribuyen a explicar porque hay contaminantes que se biomagnifícan se vinculan a que los predadores suelen

vivir más tiempo que las presas, que su tamaño es mayor, que poseen un mayor contenido lipídico y que su crecimiento es más lento y por tanto la dilución del contaminante por crecimiento menor. (pp. 83 - 89).

En este sentido es pues importante considerar que reactivos químicos son generados a nivel de las aguas servidas del laboratorio de Química de la Universidad nacional de Ucayali toda vez que estos constituyen en potenciales residuos peligrosos y cuyos efectos pueden conllevar a la acumulación de estos contaminantes en los organismos vivos y dependiendo de la cadena trófica alcanzar a biomagnificarse con consecuencias visibles en los seres humanos, esto por supuesto, en función del tipo de desecho químico.

1.1.1 Formulación del problema

Problema general

¿En qué medida existe contaminación ambiental del agua servida por los reactivos químicos más utilizados en el laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali en el año del 2020?

Problemas específicos

- ¿Qué sustancias químicas producen las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali?
- ¿Qué grado de contaminación producen las sustancias químicas de las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali?
- ¿Cuáles son las causas por la que las sustancias químicas contaminan el ambiente en el laboratorio de química general de la Universidad Nacional de Ucayali?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Evaluar la contaminación ambiental producida por el agua servida por los reactivos químicos más utilizados en el laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali en el 2020.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar qué sustancias químicas producen las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali.
- Determinar el grado de contaminación que producen las sustancias químicas de las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali.
- Determinar las causas por la que las sustancias químicas contaminan el ambiente en el laboratorio de química general de la Universidad Nacional de Ucayali.

1.3 Hipótesis y/o sistema de hipótesis.

Ha: “Existe alta contaminación ambiental por reactivos químicos más utilizados en el laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali, vertidas en aguas servidas”.

Ho: “No existe contaminación ambiental por reactivos químicos más utilizados en el laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali, vertidas en aguas servidas”

1.4 Variables

X = Aguas servidas.

Y = Contaminación ambiental.

1.4.1 Variable Independiente

X = Aguas servidas.

Indicadores

- Fosforo
- Hierro
- Sulfatos
- Cloruros
- Amonios

1.4.2 Variable Dependiente

Y = Contaminación ambiental.

Indicadores

- Alta contaminación
- Media contaminación
- Baja contaminación

1.5 Justificación

A nivel nacional y de manera marcada a nivel local se desconoce el contenido de contaminantes de las aguas constituyentes de ríos y lagunas debido a que provienen de fuentes no solamente puntuales sino también difusas. Por tanto, este proyecto se justifica porque:

- El Proyecto de investigación, brindará la información necesaria sobre las sustancias contaminantes producidas por las agua vertidas en el laboratorio de Química de la Universidad Nacional de Ucayali, la cual se tomarán las medidas necesarias por parte de las autoridades de este centro de estudio.
- Con la investigación se contribuirá al conocimiento preciso sobre las sustancias contaminantes lo cual permitirá determinar de manera certera los

compuestos causantes de la contaminación, así como orientará de manera más eficaz con respecto al origen de los mismos lo que permitirá un mejor control de los mismos a fin de velar por el bienestar de la biodiversidad así como de la salud del ser humano.

- Con los resultados obtenidos de esta investigación, se podrán tomar las precauciones necesarias, a fin de disminuir la generación de aguas servidas con esas sustancias mediante el control y monitoreo de las mismas en sus puntos de origen.

1.6 Viabilidad

El presente trabajo de investigación es viable debido que:

- Existe metodología para la realización de esta investigación.
- Se cuenta con todo el apoyo de las autoridades de la Universidad Nacional de Ucayali.
- Se dispone de recursos financieros para la ejecución del presente proyecto.
- Se dispone de personal calificado para la ejecución del presente proyecto.

1.7 Limitaciones

Este trabajo queda limitado a accesibilidad de información de las fuentes y a los materiales, que se proporcionen en el laboratorio de Química y a las personas que se nieguen a colaborar con las muestras y a la entrega de reactivos para la ejecución del estudio.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 A Nivel Internacional

En Cuba, Zayas y Cabrera (2007), mencionan que la relación entre los seres humanos y el ambiente ha variado desde los tiempos remotos hasta la actualidad, y se ha hecho crítica a partir de la segunda mitad del siglo XX. La niñez es el grupo más vulnerable, a causa de su inmadurez anátomo-fisiológica y su dependencia psicosocial. La contaminación del aire y del agua, las emisiones químicas, el agotamiento del ozono y las consecuencias del cambio climático son los principales problemas relacionados con la salud. Los pediatras deben estar plenamente informados al respecto, puesto que los niños tienen una especial sensibilidad, vulnerabilidad y, en algunos casos, una oportuna capacidad de recuperación ante la acción de diferentes tóxicos ambientales. Nos propusimos revisar en diferentes bases de datos los planteamientos más recientes sobre los efectos de diferentes contaminantes ambientales que amenazan la salud y el desarrollo futuro de los niños.

En el mismo Cuba, Ábalos et al. (2010), refieren que se llevó a cabo un ensayo clínico para evaluar el riesgo químico en el laboratorio de análisis del Centro de Estudios de Biotecnología Industrial de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Oriente, con vista a lo cual se identificaron, entre otros aspectos, las características generales del local y de las 20 técnicas establecidas para el análisis de aguas residuales y residuales agroindustriales (11 de estas se aplican 200 veces al año como promedio), frecuencia de los análisis, reactivos químicos empleados y su

categoría de peligro (fundamentalmente ácidos minerales, álcalis, solventes orgánicos y oxidantes fuertes), así como se evaluaron los riesgos químico-físicos y las medidas laborales de seguridad, incluido el tratamiento de los residuos antes de ser eliminados. Se observó que los analistas están expuestos a fuentes de calor y vapores de solventes y ácidos a través de la piel y el sistema respiratorio, pero en un trienio solo se produjeron 3 accidentes leves y no hubo certificados médicos por enfermedades ocupacionales en este tipo de instalación.

En España, Vargas (2005), dice que su trabajo pretende contribuir a mejorar el conocimiento del impacto del medio ambiente sobre la salud y a promover un mayor compromiso con el desarrollo sostenible de la sociedad. Por la calidad de los trabajos incluidos espero que los lectores valoren la necesidad de identificar los riesgos asociados a los contaminantes del medio ambiente y de adoptar medidas adecuadas de reducción de los riesgos.

En México, Machado et al. (2008), mencionan que debido a la importancia del efecto sobre la salud de las partículas inhalables PM10 y los metales asociados a ellas, se evaluaron los niveles de cuatro metales traza (Pb, Ni, Zn y Cr) generados por fuentes móviles de dichas partículas, en sedimentos viales y suelo en una zona de alta densidad vehicular. Las muestras fueron colectadas en los sitios considerados como de emisión y dispersión durante las épocas de sequía y de lluvia, empleando un muestreador de bajo volumen con filtros de fibra de cuarzo para las muestras de PM10 con una frecuencia de una muestra cada tres días para un total de 26; para los sedimentos viales y suelo fueron colectadas tres

muestras con una frecuencia de 15 días para un período de medición de mes y medio en época seca.

Todas las muestras fueron sometidas a un proceso de digestión y analizadas por espectrometría de absorción atómica. Las concentraciones de las PM10 resultaron 2 veces más altas en la zona de emisión que en la zona de dispersión durante ambas épocas climatológicas, presentando una mejor correlación entre las zonas para época de sequía. Todos los metales analizados presentaron diferencias estadísticamente significativas entre las zonas de muestreo.

Por otra parte, para el período global existen diferencias significativas entre las zonas y las épocas climatológicas tanto para PM10 como para la totalidad de los metales. El Pb no excedió el estándar de calidad del aire establecido para Venezuela, pero su concentración promedio en la zona de emisión fue de 1.13 µg/m3, muy cercano al límite diario permitido en Venezuela y por la EPA; por su parte, tanto Pb como Ni sobrepasaron el límite permisible de la OMS en ambas zonas durante todo el período de muestreo. Para las muestras de sedimento y de suelo se encontraron concentraciones significativamente elevadas de Pb, Zn, Ni y Cr en comparación con la muestra testigo. Los niveles hallados de Pb y Zn están por encima de los límites permitidos por el decreto 2635 de la normativa venezolana y la EPA, clasificándose la zona como suelo con alta contaminación por metales pesados. Adicionalmente, el análisis estadístico demostró la adecuada selección de la zona de monitoreo, confirmando que la principal fuente de emisión de los contaminantes es el parque automotor.

En Colombia, Mejía et al. (2012), afirman que, acompañando las tendencias mundiales en busca de la sustentabilidad, en los últimos años

las instituciones universitarias han realizado esfuerzos en el desarrollo de estrategias para la gestión de los residuos peligrosos generados en su interior con la intención de controlar y minimizar la contaminación ambiental desde este espacio. Diseñar e implementar estrategias educativas para la adecuada disposición y segregación de residuos químicos que minimice los efectos nocivos al medio ambiente y cumpla con la normativa.

En este artículo se da cuenta de una investigación cualitativa aplicada a la segregación y disposición de los residuos químicos producidos en el Laboratorio de Bioquímica y Nutrición Animal del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, la cual se desarrolló en las 3 siguientes fases: i) diagnóstico de la problemática, ii) implementación seguimiento y evaluación de la metodología aplicada, iii) sensibilización y capacitación del personal del laboratorio y socialización ante la comunidad politécnica. Los resultados han permitido caracterizar cualitativamente los residuos generados en las prácticas, etiquetar, almacenar y segregar cada uno de ellos, contando con la participación de la comunidad educativa que asiste al laboratorio, a través de procesos de educación en el aula y disposiciones legales sobre el tema.

El trabajo desarrollado ha contribuido a llevar a cabo la disposición y segregación adecuada de los residuos químicos producidos en el laboratorio por medio de la sensibilización y la educación ambiental, permitiendo el cumplimiento de la normativa establecida.

2.1.2 A Nivel Nacional

Chung (2008), sostiene que la contaminación del agua, aire, suelo y alimentos es la consecuencia de las actividades que el hombre ha desarrollado para vivir y mejorar su calidad de vida. Sin embargo, el hombre

se ha olvidado de vivir en armonía con la naturaleza y de cuidarla. Hoy tenemos un sinnúmero de sustancias químicas y biológicas en el ambiente que significan un riesgo para la salud porque se encuentran en altas concentraciones o debido a su naturaleza tóxica. Para tener referencia y conocimiento del nivel de contaminación que existe en cada lugar, es necesario que existan metodologías y técnicas analíticas, así como normas técnicas referidas al control de contaminantes en el ambiente, es decir en el agua, aire, suelo y alimentos. Actualmente en el país, tenemos reglamentación referidas al agua y aire; las normas para agua incluyen parámetros físicos, químicos, elementos y sustancias orgánicas e inorgánicas, las normas para aire están referidas a los contaminantes primarios, mientras que para suelos se consultan las normas internacionales y para alimentos las normas de la FDA (Food and Drug Administration). En el contexto nacional actual, con 9,7% de crecimiento en la productividad y desarrollo de actividades económicas diversas, es necesario la complementación del marco normativo medioambiental y el desarrollo de la capacidad analítica nacional para la evaluación de sustancias químicas y el control de la contaminación del ambiente, la preservación de los recursos naturales del país y la certificación de productos de exportación y consumo.

Yucra et al. (2008), mencionan que actualmente, la exposición ocupacional a contaminantes como metales pesados y plaguicidas ha crecido por la actividad industrial, minera y agrícola. Los efectos adversos en la salud humana se presentan en el sistema respiratorio, renal, nervioso, endocrino, reproductor, siendo este último muy sensible a muchos agentes físicos y químicos generados por la actividad industrial o agrícola. Estos agentes están presentes en algunas actividades ocupacionales y en el

ambiente en general. Las evidencias de estudios toxicológicos, epidemiológicos, bioquímicos y fisiológicos, demuestran que el plomo tiene efectos adversos en la salud humana de los trabajadores ocupacionalmente expuestos a diferentes concentraciones pudiendo causar infertilidad masculina. El impacto de la exposición crónica al plomo en el varón incluye reducción de la libido, alteración en la espermatogénesis (reducción en cantidad y motilidad, e incremento de formas anormales de los espermatozoides), daño cromosómico, función prostática anormal y cambios en los niveles de testosterona. Para el caso de los plaguicidas órgano fosforados (OP) hay un alto riesgo de exposición ocupacional y no ocupacional de estos químicos debido a su extenso uso en la agricultura y en el ambiente doméstico, se ha demostrado, que afectan también el sistema reproductor masculino actuando como tóxicos testiculares que causan alteraciones citotóxicas y cito cinéticas reversibles en las células germinales, alteran la síntesis de andrógenos y la calidad seminal en los trabajadores expuestos a OP, sobre todo los individuos dedicados a la actividad agrícola. Se ha recopilado diferente información de los efectos adversos de la exposición ocupacional al plomo y a los plaguicidas órgano fosforados sobre la función reproductiva.

Sandivar et al. (2014), evaluaron la hipótesis planteada, donde la exposición mínima de 20 horas semanales a varios reactivos, soluciones y solventes durante las prácticas académicas, limpieza de almacén de reactivos, de docentes, trabajadores y alumnos de la FQIQ de la UNMSM ocasiona un incremento de biomarcadores de exposición y efecto temprano.

La frecuencia de micronúcleos en la mucosa bucal fue analizada para comprobar el efecto citogenético y citotóxico en dos poblaciones: Grupo

Problema y Grupo Control, en dos etapas. Por cada población se tomó tres grupos de un total de 85 individuos, docentes (edad media: 56,6±6,48), trabajadores no docentes (edad media: 48,5±17,5) y estudiantes (edad media: 25,14±4,99). Se realizó el test de micronúcleo (Mn) en células epiteliales de la mucosa bucal, comparando los valores obtenidos de daño genotóxico y citotóxico para cada individuo y en cada toma de muestra; en el análisis estadístico se aplicó ANOVA con un valor de significancia de 95% de confiabilidad. Se encontró daño a nivel celular en la población problema en ambas etapas de la toma de muestra, principalmente a nivel de núcleo (aberraciones nucleares). El daño más frecuente en ambas etapas fue la anomalía de célula binucleada (26,70±16,44); seguido de células con cariólisis (7,17±5,89), picnosis (3,70±2,46) y “huevo roto” (3,17±3,92). No se encontró relación con respecto a la edad de los grupos evaluados en ninguna de las dos tomas. Los trabajadores no docentes presentan mayor daño (47,00±16,46), seguido de los docentes (29,50±14,50) y los estudiantes (17,00±10,00). Existe daño citotóxico, genotóxico y apoptótico en la población problema, probablemente por la exposición crónica de sustancias químicas que dañan la integridad del ADN celular.

Talavera y Guillen (2010), afirman que los contaminantes ambientales constituyen un factor de riesgo para desarrollar enfermedades en salud ocupacional; la exposición y los efectos de la contaminación por metales pesados como el plomo y cromo, son situaciones que tienen varios antecedentes. En el presente trabajo se cuantifican los metales pesados presentes en el tóner, por espectrofotometría de absorción atómica; luego teniendo en cuenta estos resultados, se estudió el efecto del plomo y cromo en los trabajadores de fotocopiadoras, evaluando a personas expuestas de

ambos sexos (n=39) y en un grupo de personas de ambos sexos no expuestas ocupacionalmente (n=38), mediante las siguientes determinaciones: hemoglobina por el método de la formación de ciano metahemoglobina, haciendo las lecturas por espectrofotometría visible; hematocrito por el método del tubo capilar; plomo y cromo en sangre por espectrofotometría de absorción atómica. Los resultados obtenidos nos permitieron concluir que el tóner contiene los siguientes metales pesados: Pb, Cr, Fe, Zn, Cd, Cu. La presencia de estos metales afecta la hemoglobina de los trabajadores, ya que haciendo la medición se encuentra un valor bajo: 13,53 g/dl, siendo el valor normal entre 14,3 a 17,0 g/dl; el valor de hemoglobina del grupo control se encuentra más alto: 14,42g/dl. Asimismo, los datos obtenidos de plomo y cromo en sangre de los trabajadores superan el nivel máximo admitido para trabajadores expuestos que son de 30ug/dl para el plomo y de cromo que es 5 ug/dl .

Al realizar el Sistema de Gestión Ambiental se encuentra que, en la evaluación del impacto ambiental producido por este proceso, de acuerdo a la Matriz de Leopold, existen los siguientes factores impactados negativamente en orden de importancia: alteración de la salud y seguridad, calidad del aire, alteración de la capa superficial del suelo, alteración de las aéreas antrópicas. Por lo cual se ha propuesto un programa de gestión ambiental que incluye medidas de mitigación para el primer factor impactado que es alteración de la salud y seguridad, proponiendo que use las medidas de seguridad como: uso de mandil, mascarillas, guantes, etc.

Gonzales et al. (2014), mencionan que su artículo es una revisión sobre la contaminación del agua, el aire y el efecto del cambio climático en la salud de la población peruana. Uno de los principales contaminantes del

aire es el material particulado menor de 2,5 μ (PM 2,5), en la ciudad de Lima, anualmente 2300 muertes prematuras son atribuibles a este contaminante. Otro problema es la contaminación del aire domiciliario por el uso de cocinas con combustible de biomasa, donde la exposición excesiva a PM 2,5 dentro de las casas es responsable de aproximadamente 3000 muertes prematuras anuales entre adultos, con otro número desconocido de muertes entre niños debido a infecciones respiratorias. La contaminación del agua tiene como principales causas los desagües vertidos directamente a los ríos, minerales (arsénico) de varias fuentes, y fallas de las plantas de tratamiento.

En el Perú, el cambio climático puede impactar en la frecuencia y severidad del fenómeno de El Niño oscilación del sur (ENSO) que se ha asociado con un incremento en los casos de enfermedades como cólera, malaria y dengue. El cambio climático incrementa la temperatura y puede extender las áreas afectadas por enfermedades transmitidas por vectores, además de tener efecto en la disponibilidad del agua y en la contaminación del aire. El Perú, pasa por factores de riesgo ambientales, donde coexisten riesgos tradicionales y modernos, y persisten los problemas infecciosos y crónicos, algunos de los cuales se asocian con problemas de contaminación de agua y de aire.

2.1.3 A Nivel Regional

Existen muy pocos estudios sobre contaminación ambiental por aguas servidas, provenientes del laboratorio de Química de la Universidad Nacional de Ucayali; con esta investigación se llenarán esos vacíos de información.

2.2 Bases teóricas

2.2.1. Contaminación del ambiente

Para la Fundación Aquae (s.f.), la contaminación ambiental es el ingreso de sustancias químicas nocivas en un entorno determinado. Este fenómeno repercute en el equilibrio de dicho entorno y lo convierte en un ambiente inseguro. (párr. 3).

La contaminación ambiental se produce como consecuencia de dos factores importantes: el aumento de la población humana y el incontrolable avance del desarrollo industrial. Ambos provocan un desequilibrio en el medio ambiente ante los diferentes contaminantes físicos, químicos o biológicos (párr. 10).

2.2.2. Contaminación del Agua

Para la Fundación Aquae (s.f.), las principales causas de contaminación del agua son:

- **Vertido de contaminantes en el agua**: estos pueden proceder de la producción industrial o incluso de los deshechos de basuras que generamos en nuestro día a día. Uno de los retos a los que nos enfrentamos en la actualidad es la contaminación por micro plásticos.
- **El calentamiento global:** altera el equilibrio de los océanos. Uno de los efectos de esto es la pérdida de oxígeno en el agua que pone en peligro la existencia de la biodiversidad.
- **La deforestación:** es otra de las principales causas de la contaminación en el agua. Uno de los efectos más nocivos de la tala de árboles es aparición de sedimentos que tienen como fin el agua de los océanos y ríos provocando que su calidad sea perjudicial para el planeta.

- **Aguas fecales:** La Organización de Naciones Unidas alerto de que más del 80% de las aguas residuales que llegan a mares y océanos, están sin depurar.
- **Tráfico marítimo**: es otra de las principales causas de la contaminación por plásticos ya que la mayor parte de los residuos que se lanzan al mar proceden de barcos pesqueros o petroleros que provocan una contaminación muy nociva del agua.
- **Los derrames de combustible:** también suponen una de las causas más comunes de contaminación en el agua. Además, el transporte y almacenamiento de petróleo puede provocar filtraciones que acaban en el mar. (párr. 6)

2.2.3. Consecuencias de la contaminación del agua

- La contaminación del agua tiene efectos devastadores para la protección del medio ambiente y la salud del planeta. Algunas de las consecuencias más importantes de los diferentes tipos de contaminación en el agua son: la destrucción de la biodiversidad, la contaminación de la cadena alimentaria que supone la transmisión tóxica a los alimentos y la escasez del agua potable.
- Las reservas de agua subterráneas abastecen al 80% de la población mundial. El 4% de esas reservas ya está contaminado. De todos los tipos de contaminación del agua, las principales están asociadas con la actividad industrial posterior a la Segunda Guerra Mundial hasta nuestros días. Por ejemplo, cada año se arrojan al mar más de 450 kilómetros cúbicos de aguas servidas. Para diluir esta polución se utilizan 6000 kilómetros cúbicos adicionales de agua dulce.

- Cada día, 2 millones de toneladas de aguas residuales desembocan en las aguas del mundo, según datos de la ONU. La fuente más importante de contaminación es la falta de gestión y tratamiento adecuados de los residuos humanos, industriales y agrícolas.
- Hay líquidos que, en pocas concentraciones, pueden contaminar vastas extensiones de agua. Por ejemplo, solo cuatro litros de nafta se pueden contaminar hasta 2.8 millones de litros de agua.
- Los animales de agua dulce se están extinguiendo cinco veces más rápido que los animales terrestres. (Fundación Aquae, s.f., párrs. 7-10).

2.2.4. Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú

La población de América Latina se encuentra concentrada en ciudades en más de un 80%. Sin embargo, la provisión de agua es insuficiente. Más aun, el 70% de las aguas residuales no tienen tratamiento, lo cual dificulta alcanzar el ciclo del agua, particularmente por el reúso del agua debido a su contaminación. En Perú, solamente se ha ejecutado el 30% de la inversión pública en tratamiento de agua, de acuerdo al Plan Nacional de Saneamiento Urbano y Rural 2006-2015. La contaminación del agua ocurre a niveles primario, secundario y terciario de las fuentes de agua.

Las sustancias que contaminan el agua son orgánicas e inorgánicas. En todos los casos, la contaminación del agua pone a la Salud Pública en peligro, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS). Una preocupación es la contaminación del agua, que proviene de la presencia de altos niveles de arsénico inorgánico, plomo y cadmio por las consecuencias negativas tales como cáncer, diabetes mellitus, y

enfermedades cardiovasculares. En el caso de los distritos de Lima, La Oroya y Juliaca, el rango de la concentración de arsénico inorgánico fue de 13 to 193 mg/l para las aguas subterráneas y superficiales, más alto que el límite de 10 mg/l según lo recomendado por la OMS. (Larios et al., 2015, p. 10).

2.2.5. Gestión primaria de los residuos en los Laboratorios de Química

Las instituciones educativas y las empresas de servicios que cuenten con laboratorios de química o afines, para realizar experiencias de laboratorio o análisis químicos como parte de los servicios prestados a terceros, requieren al igual que las empresas productivas, de una gestión y un adecuado manejo de sus residuos químicos. Para ello, deben elaborar y aplicar un Plan de Manejo de Residuos Químicos de Laboratorio y dependiendo del tamaño de la institución (u organización) deberán contar con un sistema de información conocido como Bolsa de Residuos Químicos (BRQ) para el reaprovechamiento de sus residuos generados. Si los residuos no pueden ser reaprovechados, deberán realizar un tratamiento de los mismos con la finalidad de desactivarlos para su disposición final. (Loayza, 2005, p. 71).

2.2.6. Residuos químicos generados en universidades

Los residuos químicos exigen el cumplimiento de especiales medidas de prevención por representar riesgos para la salud o el medio ambiente. Por este motivo se debe tener una atención especial a la hora de manipularlos, identificarlos y envasarlos una vez que sean empleados para su posterior eliminación, pues si esta identificación es incorrecta, puede

constituir un riesgo adicional a los ya propios de la actividad de los laboratorios de la universidad. Se clasifican en los siguientes grupos atendiendo a las propiedades químicas y físicas: Grupo I: Disolventes halogenados. Grupo II: Disolventes no halogenados. Grupo III: Disoluciones acuosas. Grupo IV: Ácidos. Grupo. V: Aceites. Grupo VI: Sólidos. Grupo VII: Especiales. (Rossi, 2018, pp. 13-14).

2.2.7. Normatividad relacionada a Residuos químicos generados en universidades

Según la ley 27314 Ley General de Residuos Sólidos y su Reglamento actualizado en el año 2017, “se establecen derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona humana”; DECRETO SUPREMO N° 057-2004-PCM. Los residuos sólidos que pueden generarse en los laboratorios de enseñanza universitaria son de alta peligrosidad y no existe una normativa específica para su control, por lo tanto debemos sujetarnos a lo señalado por la ley vigente en la clasificación de Residuos Sólidos del Ámbito de Gestión no Municipal (Cap. III Ley 27314), esta ley regula la actividad industrial y el transporte de insumos, quedando involucradas las universidades, ya que al igual que una industria efectúa procesos de gestión, de compra, uso, almacenamiento y disposición final de reactivos químicos y por lo tanto están proclives a generar los mismos problemas por el inadecuado manejo de los residuos; debe tenerse en cuenta que las sustancias usadas en estas instituciones, constituyen un riesgo para la comunidad de allí la alta

responsabilidad de llevar a cabo una adecuada gestión de los desechos químicos, enfocada en la prevención, la minimización, el tratamiento, su valorización que incluye la disposición final de los mismos; de forma ambientalmente responsable de manera que permitan disminuir el riesgo a la salud, a la propiedad y al ambiente. (Rossi, 2018, p. 5).

2.3 Definiciones conceptuales

- **Ambiente.** Es cualquier espacio de interacción y sus consecuencias, entre la Sociedad (elementos sociales y culturales) y la Naturaleza (elementos naturales), en un lugar y momento determinados.
- **Bioacumulación.** Literalmente, significa la acumulación en un sistema biológico. Se refiere al almacenamiento de substancias químicas por un organismo vivo.
- **Bioconcentración.** Proceso de acumulación de substancias químicas a concentraciones superiores a las detectadas en el medio ambiente.
- **Biomagnificación.** Considera la acumulación de un químico a través de la cadena alimenticia.
- **Biomonitoreo.** El uso de organismos vivos para probar la cantidad de efluentes descargados a las aguas y para probar la calidad de ellas aguas abajo del punto de descarga.
- **Carcinógeno.** Sustancia que puede causar cáncer si un organismo es expuesto a ella por un periodo largo de tiempo.
- **Ciclo de vida de las sustancias químicas.** producción/importación – distribución –almacenamiento – transporte – uso y disposición final.
- **Compuestos químicos orgánicos**. Sustancias animales o producidas por plantas o el hombre que contienen principalmente carbono, hidrógeno y oxígeno.

- **Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs).** Químicos orgánicos que permanecen en el medio ambiente por un periodo largo de tiempo y don dañinos a los organismos vivientes.
- **Convención de Estocolmo**. Tratado global para proteger la salud humana y el medio ambiente de los contaminantes orgánicos persistentes (COPs).
- **Dosis Letal.** Cantidad de un compuesto químico presente en un organismo, que es suficiente para causar la muerte.
- **Efecto Saltamontes.** Se refiere al transporte a larga distancia de una sustancia, de un lugar a otro lugar lejano de la tierra.
- **Emisiones No Intencionales.** Sustancias producidas por defecto (ver productos no intencionales) de procesos de combustión industrial.
- **Evaluación de impacto.** Un estudio de los efectos en la biota de la producción, almacenamiento, uso, manejo, transporte y disposición final de las sustancias tóxicas.
- **Evaluación de Riesgo**. Estudio de la probabilidad y magnitud del daño a la salud humana o al medio ambiente, asociado con un agente físico o químico, o una actividad.
- **Fertilizante.** Compuesto administrado a las plantas para promover el crecimiento. Es aplicado al suelo, para ser absorbido por las raíces, o es aplicado a las hojas, para ser absorbido por vía foliar. Formulación una preparación hecha de un plaguicida con otros ingredientes, cuya aplicación a un cultivo es efectivo para una plaga específica.
- **Fungicida.** Sustancia usada para controlar plagas, hongos en este caso.
- **Herbicida.** Sustancia usada para controlar plagas, arbustos, “hierbas malas”, trepadoras y otras.
- **Insecticida.** Sustancia usada para controlar plagas, insectos en este caso.

2.4 Bases epistémicos

La epistemología, como teoría del conocimiento, se ocupa de problemas tales como las circunstancias históricas, psicológicas y sociológicas que llevan a la obtención del conocimiento, y los criterios por los cuales se le justifica o invalida, así como la definición clara y precisa de los conceptos epistémicos más usuales, tales como verdad, objetividad, realidad o justificación.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

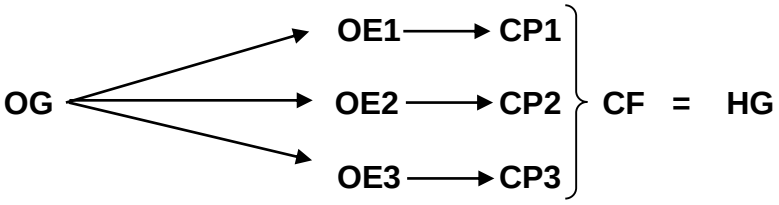
3.1 Tipo de investigación realizado en base a un referente bibliográfico.

- **Descriptivo.** Porque en nuestro estudio buscamos conocer y describir la contaminación ambiental, por sustancias químicas en aguas servidas, producido por el laboratorio de química de la UNU.
- **Explicativo**. Están dirigidos a responder la relación de los fenómenos de contaminación ambiental, por sustancias químicas en aguas servidas, producido por el laboratorio de química de la UNU.

3.2 Diseño y esquema de la investigación.

3.2.1 Diseño

La investigación por su diseño fue por “Objetivos”, conforme a los resultados que se obtuvo de acuerdo al esquema que se acompaña:



Dónde:

OG = Objetivo General.

OE = Objetivo Específico.

CP = Conclusión Parcial.

CF = Conclusión Final.

HG = Hipótesis General

3.3 Población y muestra.

3.3.1 Población. La población fue circunscrito a la vertiente realizado durante los últimos dos años en el laboratorio de Química de la UNU, siendo 50000 litros.

3.3.2 Muestra.

Proporcionalidad de la Muestra

Para el cálculo del tamaño muestral se consideró un nivel de confianza de 95 % y un error de 5%.

Datos: N = 50000

Z = 95%

p = 50%

q = 1-p

e = 5%

Se calculó haciendo uso de la siguiente fórmula.

$$n = \frac{z^2 . p . q . N}{e^2 (N - 1) + z^2 . p . q}$$

$$n = \frac{(1,96)^2 (0,5)(0,5)(50000)}{(0,05)^2 (50000 - 1) + (1,96)^2 (0,5)(0,5)}$$

$$n = \frac{912.38}{125.015}$$

$$n = 7.298$$

Por lo tanto, la muestra fue conformada por 7 muestras que se realizó en la zona donde se vierten los desechos del laboratorio de Química.

3.4 Instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Métodos

Análisis a realizar

Se realizó de la siguiente manera:

- Se puso de conocimiento a las autoridades de la UNU, sobre la investigación a realizarse, para la autorización respectiva.
- Se tomó las muestras de aguas servidas del laboratorio de Química de la UNU, en el punto crítico de vertedero hacia el desagüe.
- Se envió las muestras a un laboratorio especializado donde se analizó las muestras recogidas.
- Se procesó la información recogida para el desarrollo de la investigación.

3.4.2 Técnica de Recolección de Datos

- Observación.
- Análisis de aguas.

3.5 Procesamiento y presentación de datos

Se procedió a procesar los datos obtenidos del análisis, luego se analizaron los datos en un software estadístico de análisis SAS versión 8.1 dicho procesamiento se presentan en gráficos y tablas respectivas concerniente a estadística descriptiva.

La prueba de hipótesis fue a través de la prueba estadística del Chi cuadrado, lo cual corrobora la intensidad de la relación entre las variables propuestas.

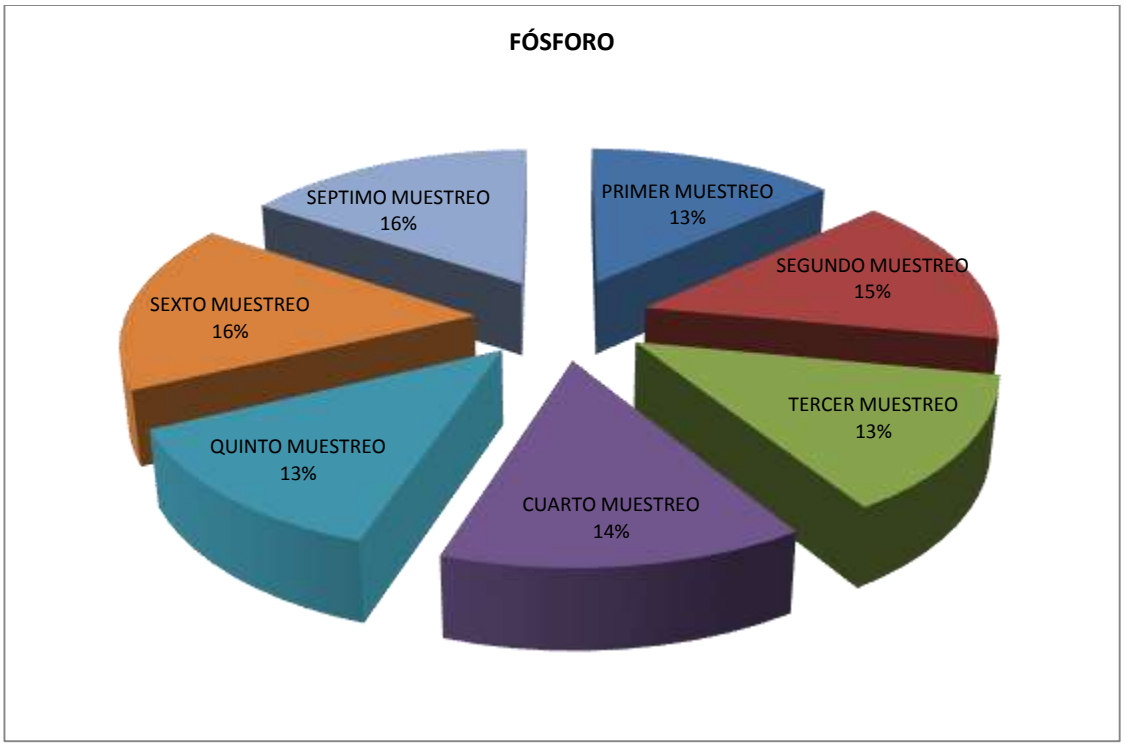
CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Para identificar qué sustancias químicas producen las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali, se tienen las siguientes figuras:

Figura 1

Porcentajes de fósforo encontrados por cada muestreo realizados de las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali.



En la figura 1, se muestra el porcentaje de la cantidad de sustancia química como el fósforo que, en los siete muestreos realizados, es en la séptima muestra que en la sexta y la séptima muestra una alta cantidad de fósforo encontrados, siendo la menor en el quinto muestreo con 13%.

Figura 2

Límite Máximo Permisible de fosforo encontrados por cada muestreo realizados de las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali.

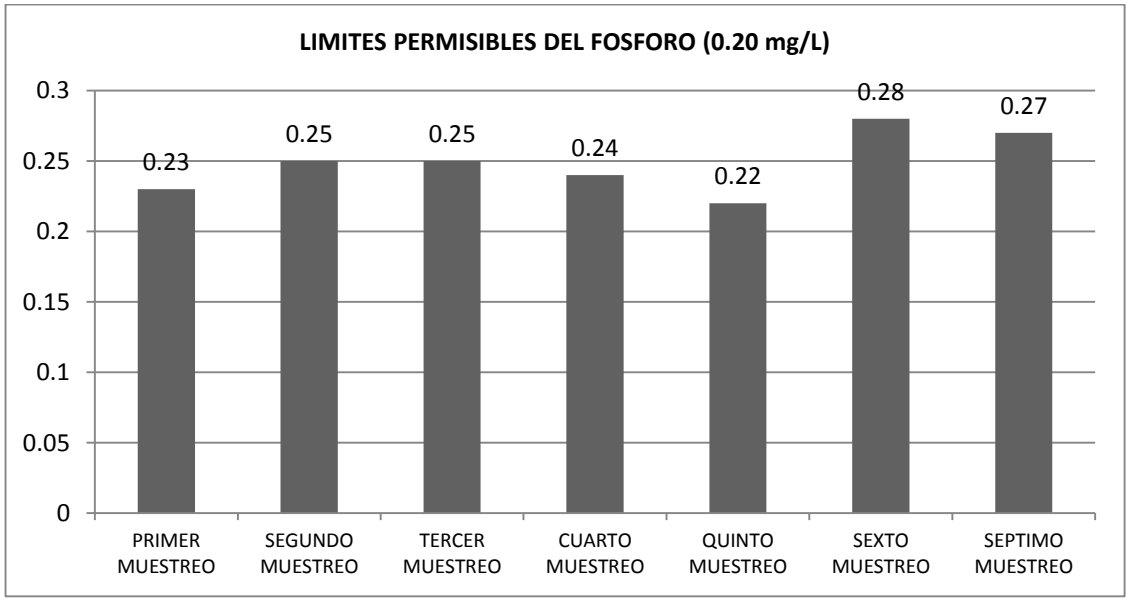
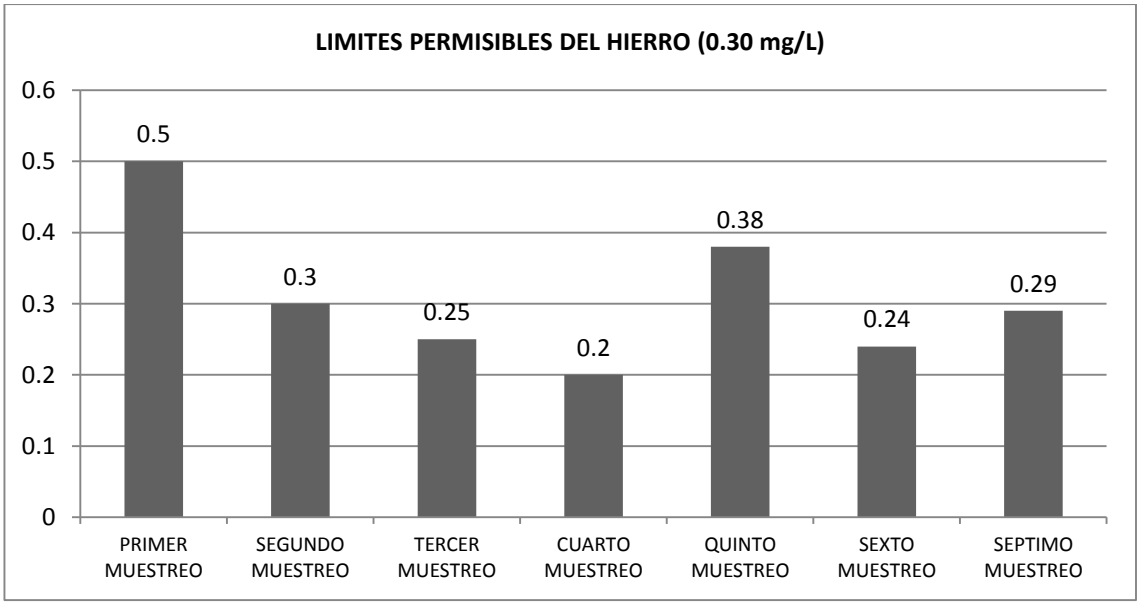


Figura 3

Límite Máximo Permisible de hierro encontrado por cada muestreo realizado de las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali.



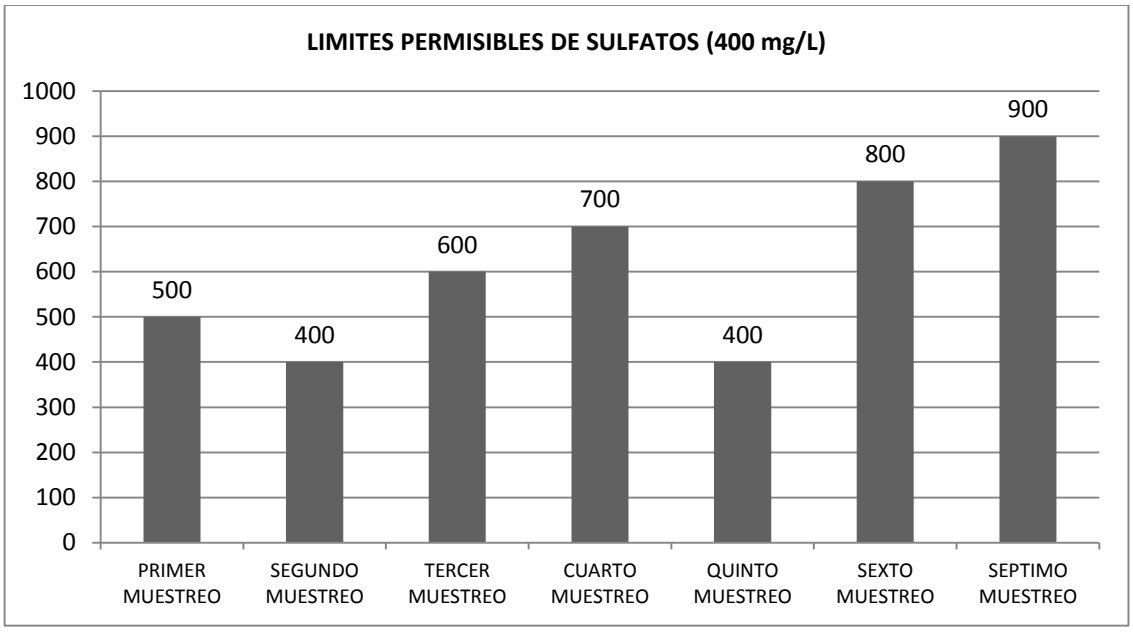
La figura 2 muestra que la sustancia química encontrada es el fosforo que supera ampliamente los límites permisibles, siendo en 0.20 mg/L, el mayor índice

encontrado es en el sexto muestreo con 0.28 mg/L, y el menor en el quinto muestreo con 0.22 mg/L.

En la figura 3, se muestra que la cantidad de hierro supera los límites permisibles, siendo en 0.30 mg/L, el mayor índice encontrado es el primer muestreo con 0.50 mg/L, y el menor se da en el cuarto muestreo con 0.20 mg/L., ver apéndice 4.

Figura 4

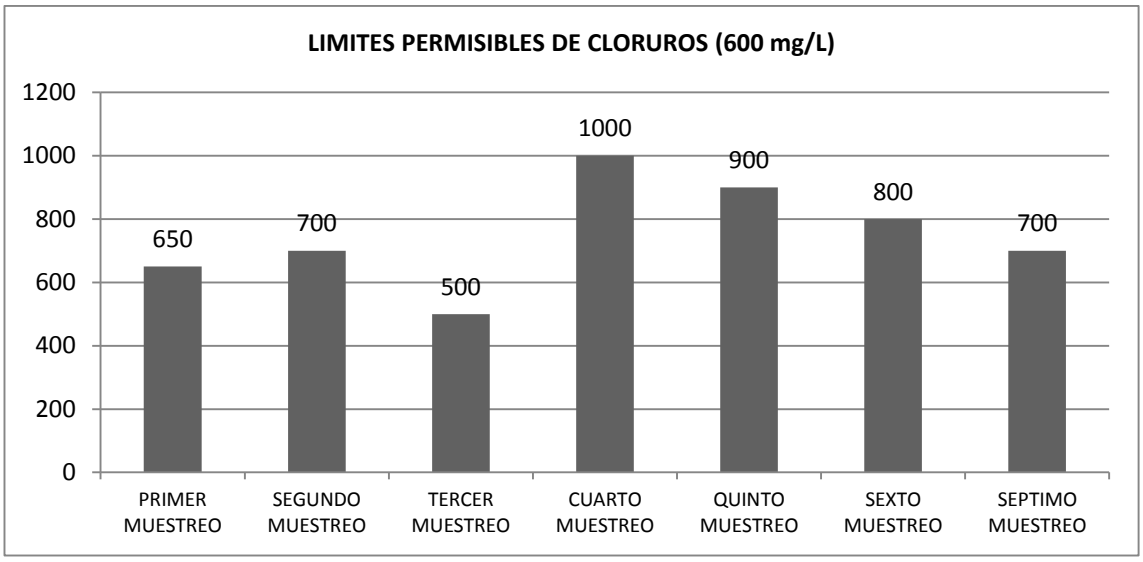
Límite Máximo Permisible de sulfatos encontrado por cada muestreo realizado de las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali.



La figura 4 muestra que la sustancia química encontrada son los sulfatos que superan los límites máximos permisibles, siendo en 400 mg/L, el mayor índice encontrado es en el séptimo muestreo con 900 mg/L, y los que están en el límite permisible están en el segundo y quinto muestreo con 400 mg/L., ver apéndice 5.

Figura 5

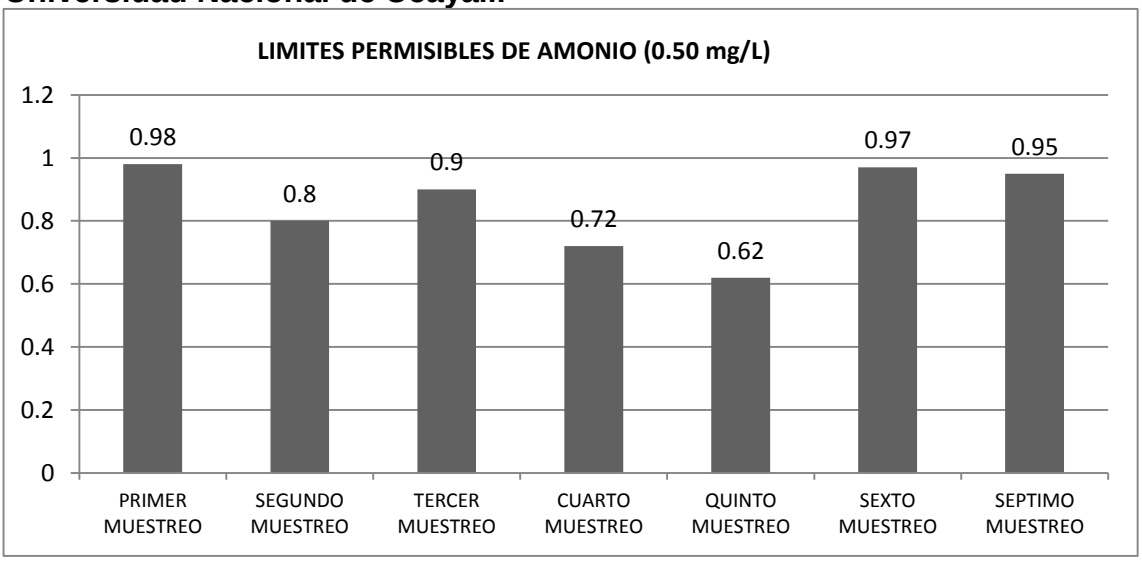
Límite Máximo Permisible de cloruros encontrado por cada muestreo realizado de las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali.



La figura 5 muestra a los cloruros que superan los límites máximos permisibles, siendo en 600 mg/L, el mayor índice encontrado es en el cuarto muestreo superando en 1000 mg/L, el quinto con 900 mg/L, y el mínimo con 500 mg/L, que no supera el límite permitido, ver apéndice 6.

Figura 6

Límite Máximo Permisible de amonio encontrado por cada muestreo realizado de las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali.



La figura 6 muestra a los amonios encontrados que superan los límites máximos permisibles, siendo en 0.50 mg/L, el mayor índice encontrado es en el primer muestreo con 0.98 mg/L, el sexto con 0.97 mg/L, y el menor fue en el quinto con 0.62 mg/L, ver apéndice 7.

Para determinar el grado de contaminación que producen las sustancias químicas de las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali, se hizo análisis de Regresión múltiple.

Tabla 1

Análisis de Regresión Múltiple que determina alta contaminación por pH de las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali

CONTAMINACION ALTA (Analysis of Variance)				
Var. Indep	Coeff Var	R-Square	Pr > F	Mean Square
pH	2.82366	0.7778	0.0054	1.07689

En la tabla 1, se ve que el pH influye en 77% en la alta contaminación de las aguas servidas del laboratorio de química a un nivel de significancia del p value de 0.005 y un coeficiente de variación de 2.8 que nos indica que es mínima la variación indicando que el valor pH, es la medida de la concentración de los iones hidrógeno que nos mide la naturaleza ácida o alcalina de la solución acuosa.

En la tabla 2, se ve que el fosforo influye en 73% en la alta contaminación de las aguas servidas del laboratorio de química, indicando que el ión fosfato (PO4-3) en general forma sales muy poco solubles y precipita fácilmente como fosfato cálcico. Como procede de un ácido débil contribuye a la alcalinidad del agua. No suele haber en el agua más de 1 ppm, salvo en los casos de contaminación por fertilizantes.

Tabla 2

Análisis de Regresión Múltiple que determina alta contaminación por fosforo de las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali

CONTAMINACION ALTA (Analysis of Variance)				
Var. Indep	Coeff Var	R-Square	Pr > F	Mean Square
Fosforo	4.78333	0.7368	0.0134	0.00198

Se han analizado la conductividad eléctrica como parte de los análisis encontrados en las muestras, es así que en la tabla 3 se muestra que la conductividad eléctrica es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad y la resistividad es la medida recíproca.

Tabla 3

Análisis de Regresión Múltiple que determina alta contaminación por Conductividad Eléctrica de las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali.

CONTAMINACION ALTA (Analysis of Variance)				
Var. Indep	Coeff Var	R-Square	Pr > F	Mean Square
Conductividad eléctrica	26.27387	0.5956	0.0258	1557103

Las conductividades eléctricas son indicativas de la materia ionizable presente en el agua, donde el agua pura prácticamente no conduce la electricidad; por lo tanto, la conductividad que podamos medir será consecuencia de las impurezas presentes en el agua, es por lo tanto un parámetro físico bastante bueno para medir la calidad de un agua que en nuestra investigación claramente se ve que influye en la contaminación ambiental en 59% en un nivel de significancia del 0.02.

Para determinar las causas por la que las sustancias químicas contaminan el ambiente en el laboratorio de química general de la Universidad Nacional de Ucayali, se hizo un análisis de correlación múltiple.

Tabla 4

Análisis de Correlación Múltiple que determina la relación de las sustancias de las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali

Pearson Correlation Coefficients, N = 10 Prob > |r| under H0: Rho=0			
Variable 1	Variable 2	P >Value	%
Fosforo	Sulfatos	0.0417	77
Temperatura	Sulfatos	0.0220	76
pH	Conductividad eléctrica	0.0011	94

En la tabla 4, se muestra que el fosforo y los sulfatos son las causas principales los que contaminan el ambiente.

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Tabla 5

Análisis de correlación múltiple de las sustancias químicas de las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali.

Aguas servidas	Contaminación ambiental				**TOTAL**
	Regular		**Bueno**		
	O	**E**	**O**	**E**	
ALTO	30	27.42	10	12.57	40
MEDIO	14	15.08	8	6.91	22
BAJO	4	5.48	4	2.51	8
TOTAL	**48**		**22**		**70**

Cálculo de la Chi-Cuadrado:

$$X^2 = \frac{\sum (O - E)^2}{E} = \frac{(30 - 27.43)^2}{27.43} + \frac{(10 - 12.57)^2}{12.57} + \frac{(14 - 15.09)^2}{15.09} + \frac{(8 - 6.91)^2}{6.91}$$

$$+ \frac{(4 - 5.49)^2}{5.49} + \frac{(4 - 2.51)^2}{2.51} = 2.3055$$

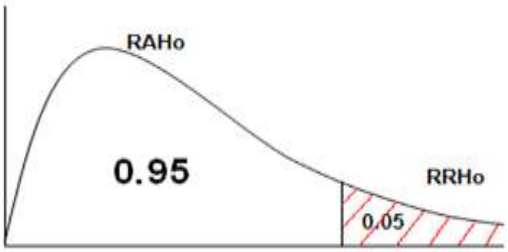
$X^2 = 2.3$

Hipótesis Estadística:

Ha: “Existe alta contaminación ambiental por reactivos químicos más utilizados el laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali, vertidas en aguas servidas”

Figura 7

Región Crítica



X^2= 2.3

Descripción: En la figura 7 se observa que el valor de la Chi-cuadrado es 2.3, la cual cae en la región de rechazo de la hipótesis nula (RRHo); es decir, se demuestra que existe una alta contaminación ambiental por reactivos químicos más utilizados en el laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali, vertidas en aguas servidas.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este trabajo de investigación se identificaron las sustancias químicas con mayor cantidad que producen las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali, donde es el fosforo que supera ampliamente los límites permisibles de 0.20 mg/L, el hierro también supera los límites permisibles de 0.30 mg/L, los sulfatos superan al 400 mg/L, siendo el máximo encontrado fue de 900 mg/L, los cloruros superan los límites máximos permisibles de 600 mg/L, siendo el mayor índice de 1000 mg/L, el amonios superan al 0.50 mg/L.

Romero (2009), encontró en el muestreo realizado en la época de estiaje, la concentración de la muestra que ingresó al sistema fue de 0.9 mg/L de la cual se remueve 3.13 % en el primer humedal (0.87 mg/L). En el caso del segundo humedal, la concentración del fósforo total aumenta a 0.9 mg/L. Al final del sistema, se presenta una remoción total de 21.87 % (0.7 mg/L). En la época de lluvias, la concentración del fósforo total presentó una concentración de 1.96 mg/L antes de su entrada al sistema y se removió 40.35 % al final del tratamiento.

Para determinar el grado de contaminación que producen las sustancias químicas de las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali, se encontró que el pH influye la alta contaminación de las aguas indicando que el valor pH, es la medida de la concentración de los iones hidrógeno que nos mide la naturaleza ácida o alcalina de la solución acuosa.

El fosforo influye en la alta contaminación donde el ion fosfato (PO4-3) forma sales poco solubles y precipita como fosfato cálcico.

Montiel et al. (2014), detectó nitratos que indican procesos de contaminación, en un pozo rebasó la norma de calidad para agua de 10 mg/L de N-NO3- con un valor de 10.16 mg/L. Los nitritos, se encontraron en la zona más lejana de infiltración del agua al medio (pozo PS-1 con un valor de 3 mg/L de NO2-), con cantidad de arcillas y debido al comportamiento de los sulfatos, bicarbonatos y nitratos sugiere condiciones reductoras en el medio.

Las causas por la que las sustancias químicas contaminan el ambiente en el laboratorio de química es el fosforo y los sulfatos que mayormente contaminan el ambiente presentando un elevado número de sustancias en su composición química natural, y a las concentraciones de gases disueltos en las aguas vertidas del laboratorio.

Aguilera et al. (2010), encontró que el método puede emplearse en muestras cuya concentración de sulfato se encuentre por encima de 2,14 mg/L y cuantifica con exactitud a un 95 % de confiabilidad para muestras cuya concentración sea igual o mayor a 7,15 mg/L.

CONCLUSIONES

En este trabajo se llega a la siguiente conclusión de acuerdo a los objetivos planteados:

- Las sustancias químicas con mayor cantidad que producen las aguas servidas del laboratorio de química, es el fosforo que supera los límites máximos permisibles, juntamente con otras sustancias químicas como el hierro, los sulfatos, los cloruros y el amonio.
- Las causas por la que las sustancias químicas contaminan el ambiente es el fósforo y los sulfatos que se encuentran presentes en las aguas vertidas del laboratorio.
- Se acepta la hipótesis planteada ya que se demuestra que existe alta contaminación por las aguas servidas, vertidas del Laboratorio de Química de la Universidad Nacional de Ucayali.

SUGERENCIAS

- Se recomienda realizar investigaciones similares al presente trabajo, por la importancia de conocer el grado de contaminación, causada por sustancias químicas, vertidas por los diferentes laboratorios de las diferentes instituciones que realizan trabajos de investigación.
- Se recomienda tener un programa educativo ambiental basado en la toma de conciencia ambiental, que incluya información teórica y práctica para los investigadores que manejan reactivos químicos.
- En la actualidad, la universidad nacional ucayali para obtener el licenciaminento a tenido que realizar un contrato con una empresa comercializadora de residuos solidos para hacerse cargo de todos los reciduos que salen de los laboratorios; no obstante se suguiera proyectar a un futuro la construccion de una “planta de tratamiento de aguas residuales”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ábalos, A., Aguilera, I., Pérez, R. M. (2010). Riesgo químico en el Laboratorio de Análisis del Centro de Estudios de Biotecnología Industrial. MEDISAN, 14(6), 799-806. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192010000600010&lng=es.

Aguilera, I., Pérez, R. M. y Marañón, A. (2010). Determinación de sulfato por el método turbidimétrico en aguas y aguas residuales. Validación del método. *Revista Cubana de Química, 22*(3), 39-44. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=443543720007

Carriquiriborde, P. (2021). Biodisponibilidad, bioconcentración, bioacumulación y biomagnificación. En P. Carriquiriborde (Coord.), *Principios de ecotoxicología.* UNLP. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/131168/Documento_completo.pdf?sequence=1

Chung, B. (2008). Control de los contaminantes químicos en el Perú. *Rev. Perú Med Exp Salud Pública, 25*(4), 413-418. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342008000400012&lng=es&nrm=iso>

Dirección de Ecología y Protección del Ambiente (2006). Manual de difusión técnica N° 1. Gestión de los residuos peligroso en el Perú. DIGESA; JICA. http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/MANUAL%20TECNICO%20RESIDUOS.pdf

Fundación Aquae (s.f.). *¿Qué es la contaminación ambiental?* https://www.fundacionaquae.org/wiki/causas-contaminacion-

ambiental/#:~:text=La%20contaminaci%C3%B3n%20no%20es%20m%C3%A1s,convierte%20en%20un%20ambiente%20inseguro.

Fundación Aquae (s.f.). *Principales causas y consecuencias de la contaminación en el agua.* https://www.fundacionaquae.org/agua-y-contaminacion/

Gonzales, G. F., Zevallos, A., Gonzales-Castañeda, C., Nuñez, D., Gastañaga, C. Cabezas, C., Naeher, L., Levy, K. y Steenland, k. (2014). Contaminación ambiental, variabilidad climática y cambio climático: una revisión del impacto en la salud de la población peruana. *Rev. Perú Med Exp Salud Pública*, *31*(3), 547-556. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342014000300021&lng=es&nrm=iso

Larios, J. F., Gonzáles, C. y Morales, Y. (2015). Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. *Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL, 2*(2), 09-25. https://www.usil.edu.pe/sites/default/files/revista-saber-y-hacer-v2n2.2-1-19set16-aguas-residuales.pdf

Loayza, J. E. (2005). Gestión de Residuos en los Laboratorios de Química. *Revista de Química, 12*(2), 71-78. https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/view/18734/18971

Machado, A., García, N., García, C., Acosta, L., Córdova, A., Linares, M., Giraldoth, D. y Velásquez, H. (2008). Contaminación por metales (Pb, Zn, Ni y Cr) en aire, sedimentos viales y suelo en una zona de alto tráfico vehicular. Rev. Int. Contam. Ambient, 24(4), 171-182. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992008000400003&lng=es.

Mejía, S., Luz, D., Ardila, A. y Alba, N. (2012). Metodología para la segregación de residuos químicos generados en el laboratorio de bioquímica y nutrición animal del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Producción + Limpia, 7(1), 68-79. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552012000100007&lng=en&tlng=es.

Montiel, S., Armienta, M. A., Rodríguez, R. y Domínguez E. (2014). Identificación de zonas de contaminación por nitratos en el agua subterránea de la zona sur de la Cuenca de México. *Rev. Int. Contam. Ambient 30*(2), 149-165. https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/45417

Rossi, G. M. (2018). *Evaluación de la gestión de residuos químicos generados en laboratorios del departamento de química* [Tesis de segunda especialidad, Universidad Nacional de San Agustín]. Repositorio Institucional de la UNAS. http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6753/QUSrosagm.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Romero, M., Colín, A., Sánchez, E. y Ortiz, L. (2009). Tratamiento de aguas residuales por un sistema piloto de humedales artificiales: evaluación de la remoción de la carga orgánica. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 25*(3), 157-167. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992009000300004&lng=es

Sandivar, J., Osorio, A., Lengua, L., Salas, N., Carhuancho, H., Lino, M., Bejar, M., Pino, J., Pino, P., Chero, S. y Auccahuasi, W. (2014). Monitoreo y evaluación del grado de contaminación en los laboratorios de la Facultad de Química e Ingeniería Química (FQIQ) y su impacto en la salud y

medio ambiente. *Rev. Soc. Quím. Perú, 80*(3), 211-221. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2014000300008&lng=es&nrm=iso

Talavera, M. E. y Guillen, M. O. (2010). Evaluación de metales pesados en el tóner usado en fotocopiadoras. Su relación con los trabajadores y medidas de mitigación. *Rev. Soc. Quím. Perú, 76*(2), 179-186. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2010000200008&lng=es&nrm=iso

Vargas, F. (2005). La contaminación ambiental como factor determinante de la salud. Revista Española de Salud Pública, 79(2), 117-127. https://scielo.isciii.es/pdf/resp/v79n2/editorial1.pdf

Yucra, S., Gasco, M., Rubio, J. y Gonzáles, G. F. (2008). Exposición ocupacional a plomo y pesticidas órganofosforados: efecto sobre la salud reproductiva masculina. *Rev. Perú Med Exp Salud Pública, 25*(4), 394-402. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342008000400009&lng=es&nrm=iso

Zayas, R. y Cabrera, U. (2007). Los tóxicos ambientales y su impacto en la salud de los niños. Rev. Cubana Pediatr, 79(2), abr.- jun. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75312007000200006&lng=es&nrm=iso&tlng=es

ANEXOS

ANEXO 01

Matriz de consistencia

Tabla A1. Contaminación Ambiental Del Agua Servida Por Los Reactivos Químicos Mas Utilizados En El Laboratorio De Química De La Universidad Nacional De Ucayali Año 2020

Problema	Objetivos	Marco teórico	Hipótesis	Variables	Indicadores.	Metodología
Problema general: ¿En qué medida existe contaminación ambiental del agua servida por los reactivos químicos más utilizados en el laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali en el año del 2016? **Problemas específicos:** 1. ¿Qué sustancias químicas producen las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali? 2. ¿Qué grado de contaminación producen las sustancias químicas de las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali? 3. ¿Cuáles son las causas por la que las sustancias químicas contaminan el ambiente en el laboratorio de química general de la Universidad Nacional de Ucayali?	**Objetivo general:** Evaluar la contaminación ambiental producida del agua servida por los reactivos químicos más utilizados en el laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali en el 2016 **Objetivos específicos:** 1.Identificar qué sustancias químicas producen las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali 2.Determinar el grado de contaminación producen las sustancias químicas de las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali 3. Determinar las causas por la que las sustancias químicas contaminan el ambiente en el laboratorio de química general de la Universidad Nacional de Ucayali.	2.2.1. Contaminación del ambiente 2.2.2. Agua 2.2.3. Suelos y agua 2.2.4. Análisis y control 2.2.5. Gestión primaria de los residuos en los Laboratorios de Química 2.2.6. Tratamiento previo de los residuos	**Hipótesis general:** H1: "Existe alta contaminación ambiental por reactivos químicos más utilizados el laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali, vertidas en aguas servidas" H0: "No existe contaminación ambiental por reactivos químicos más utilizados el laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali, vertidas en aguas servidas"	**VARIABLE INDEPENDIENTE** **X = Aguas servidas.** **VARIABLE DEPENDIENTE** **Y = Contaminación ambiental.**	• Clases de sustancias químicas. • Parámetros según LMP. • Materiales y equipos. • Manual de manejo de residuos químicos. • Gestión de residuos químicos. • Almacén de sustancias químicas. • Alta contaminación. • Media contaminación. • Baja contaminación.	**Tipo de investigación:** descriptiva **Nivel de investigación:** Explicativo**.** **Población y Muestra** **Población.** La población estará circunscrito a la vertiente realizado durante los últimos dos años en el laboratorio de Química de la UNU, siendo 50000 litros **Muestra** Por lo tanto la muestra estará conformada por 7 muestras a realizar en la zona donde se vierten los desechos del laboratorio de Química.. **Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos** Análisis de laboratorios, la observación. **Técnicas Estadísticas de Análisis y Procesamiento de Datos** Análisis de correlación y análisis de regresión

ANEXO 02

Análisis de regresión para determinar contaminación ambiental

The SAS System
The REG Procedure
Model: MODEL1
Dependent Variable: FOSFORO

X'X Inverse, Parameter Estimates, and SSE

Variable	Intercept	CONTAMINACIONALTA	FOSFORO
Intercept	8.0124535158	-0.002267206	0.1237804388
CONTAMINACIONALTA	-0.002267206	6.5317514E-7	0.0000359519
FOSFORO	0.1237804388	0.0000359519	0.0007068592

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.00198	0.00198	14.00	0.0134
Error	5	0.00070686	0.00014137		
Corrected Total	6	0.00269			

Root MSE	0.01189	R-Square	0.7368
Dependent Mean	0.24857	Adj R-Sq	0.6842
Coeff Var	4.78333		

The SAS System
The REG Procedure
Model: MODEL1
Dependent Variable: Ph

X'X Inverse, Parameter Estimates, and SSE

Variable	Intercept	CONTAMINACIONALTA	Ph
Intercept	8.0124535158	-0.002267206	10.745422283
CONTAMINACIONALTA	-0.002267206	6.5317514E-7	-0.000838689
Ph	10.745422283	-0.000838689	0.2446780631

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	1.07689	1.07689	22.01	0.0054
Error	5	0.24468	0.04894		
Corrected Total	6	1.32157			

Root MSE	0.22121	R-Square	0.8149
Dependent Mean	7.83429	Adj R-Sq	0.7778
Coeff Var	2.82366		

The SAS System
The REG Procedure
Model: MODEL1
Dependent Variable: CONDELECTRICA

X'X Inverse, Parameter Estimates, and SSE

Variable	Intercept	CONTAMINACIONALTA	CONDELECTRICA
Intercept	8.0124535158	-0.002267206	-1986.252737
CONTAMINACIONALTA	-0.002267206	6.5317514E-7	1.0084942967
CONDELECTRICA	-1986.252737	1.0084942967	791468.76856

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	1557103	1557103	9.84	0.0258
Error	5	791469	158294		
Corrected Total	6	2348571			

Root MSE	397.86148	R-Square	0.6630
Dependent Mean	1514.28571	Adj R-Sq	0.5956
Coeff Var	26.27387		

The SAS System
The REG Procedure
Model: MODEL2
Dependent Variable: Ph

X'X Inverse, Parameter Estimates, and SSE

Variable	Intercept	CONTAMINACIONMEDIA	Ph
Intercept	8.0124535158	-0.004534413	10.745422283
CONTAMINACIONMEDIA	-0.004534413	2.6127006E-6	-0.001677379
Ph	10.745422283	-0.001677379	0.2446780631

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	1.07689	1.07689	22.01	0.0054
Error	5	0.24468	0.04894		
Corrected Total	6	1.32157			

Root MSE	0.22121	R-Square	0.8149
Dependent Mean	7.83429	Adj R-Sq	0.7778
Coeff Var	2.82366		

The SAS System
The REG Procedure
Model: MODEL2
Dependent Variable: CONDELECTRICA

X'X Inverse, Parameter Estimates, and SSE

Variable	Intercept	CONTAMINACIONMEDIA	CONDELECTRICA
Intercept	8.0124535158	-0.004534413	-1986.252737
CONTAMINACIONMEDIA	-0.004534413	2.6127006E-6	2.0169885935
CONDELECTRICA	-1986.252737	2.0169885935	791468.76856

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	1557103	1557103	9.84	0.0258
Error	5	791469	158294		
Corrected Total	6	2348571			

Root MSE	397.86148	R-Square	0.6630
Dependent Mean	1514.28571	Adj R-Sq	0.5956
Coeff Var	26.27387		

The SAS System
The REG Procedure
Model: MODEL3
Dependent Variable: FOSFORO

X'X Inverse, Parameter Estimates, and SSE

Variable	Intercept	CONTAMINACIONBAJA	FOSFORO
Intercept	8.0124535106	-0.006801619	0.1237804389
CONTAMINACIONBAJA	-0.006801619	5.8785762E-6	0.0001078557
FOSFORO	0.1237804389	0.0001078557	0.0007068592

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.00198	0.00198	14.00	0.0134
Error	5	0.00070686	0.00014137		
Corrected Total	6	0.00269			

Root MSE	0.01189	R-Square	0.7368
Dependent Mean	0.24857	Adj R-Sq	0.6842
Coeff Var	4.78333		

The SAS System
The REG Procedure
Model: MODEL3
Dependent Variable: Ph

X'X Inverse, Parameter Estimates, and SSE

Variable	Intercept	CONTAMINACIONBAJA	Ph
Intercept	8.0124535106	-0.006801619	10.745422282
CONTAMINACIONBAJA	-0.006801619	5.8785762E-6	-0.002516068
Ph	10.745422282	-0.002516068	0.244678063

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	1.07689	1.07689	22.01	0.0054
Error	5	0.24468	0.04894		
Corrected Total	6	1.32157			

Root MSE	0.22121	R-Square	0.8149
Dependent Mean	7.83429	Adj R-Sq	0.7778
Coeff Var	2.82366		

The SAS System
The REG Procedure
Model: MODEL3
Dependent Variable: CONDELECTRICA

X'X Inverse, Parameter Estimates, and SSE

Variable	Intercept	CONTAMINACIONBAJA	CONDELECTRICA
Intercept	8.0124535106	-0.006801619	-1986.252736
CONTAMINACIONBAJA	-0.006801619	5.8785762E-6	3.0254828891
CONDELECTRICA	-1986.252736	3.0254828891	791468.76808

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	1557103	1557103	9.84	0.0258
Error	5	791469	158294		
Corrected Total	6	2348571			

Root MSE	397.86148	R-Square	0.6630
Dependent Mean	1514.28571	Adj R-Sq	0.5956
Coeff Var	26.27387		

Anexo 03

Análisis de correlación múltiple para contrastar la hipótesis

The SAS System
The CORR Procedure

10 Variables: FOSFORO HIERRO SULFATOS CLORUROS AMONIO Ph TEMPERATURA CONDELECTRICA TURBIEDAD DUREZA

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum	Maximum
FOSFORO	7	0.24857	0.02116	1.74000	0.22000	0.28000
HIERRO	7	0.30857	0.10172	2.16000	0.20000	0.50000
SULFATOS	7	614.28571	195.18001	4300	400.00000	900.00000
CLORUROS	7	750.00000	165.83124	5250	500.00000	1000
AMONIO	7	0.84857	0.13910	5.94000	0.62000	0.98000
Ph	7	7.83429	0.46932	54.84000	7.37000	8.70000
TEMPERATURA	7	28.67143	0.70407	200.70000	27.50000	29.50000
CONDELECTRICA	7	1514	625.64253	10600	200.00000	2100
TURBIEDAD	7	11.71429	2.13809	82.00000	9.00000	15.00000
DUREZA	7	542.85714	139.72763	3800	400.00000	800.00000

Pearson Correlation Coefficients, N = 7
Prob > |r| under H0: Rho=0

	FOSFOR	HIERRO	SULFATO	CLORUROS	AMONIO	Ph	TEMPERATU	CONDELECTRI	TURBIEDAD	DUREZA
FOSFOR	1.0000	0.56643	0.77262	0.21377	0.63350	0.6874	0.6185	0.4802	0.3052	0.1369
		0.1849	0.0417	0.6453	0.1266	0.0879	0.1387	0.2754	0.5055	0.7697
HIERRO	0.5664	1.00000	0.51926	0.22724	0.11762	0.0253	0.26928	0.1653	0.61086	0.4288
	0.1849		0.2323	0.6241	0.8017	0.9570	0.5593	0.7231	0.1451	0.3370
SULFAT	0.7726	0.51926	1.00000	0.05149	0.51656	0.2482	0.76061	0.0117	0.05135	0.3404
	0.0417	0.2323		0.9127	0.2352	0.5915	0.0471	0.9801	0.9129	0.4549
CLORUR	0.2137	0.22724	0.05149	1.00000	0.64307	0.7099	0.3497	0.6987	0.07051	0.5394
	0.6453	0.6241	0.9127		0.1192	0.0739	0.4419	0.0807	0.8806	0.2114
AMONIO	0.6335	0.11762	0.51656	0.64307	1.00000	0.7178	0.20301	0.5537	0.22817	0.1335
	0.1266	0.8017	0.2352	0.1192		0.0693	0.6624	0.1972	0.6227	0.7753
Ph	0.6874	0.02534	0.24823	0.70990	0.71782	1.0000	0.2334	0.9487	0.19409	0.4821
	0.0879	0.9570	0.5915	0.0739	0.0693		0.6144	0.0011	0.6767	0.2732
TEMPERA	0.6185	0.26928	0.76061	0.34973	0.20301	0.2334	1.0000	0.0821	0.09490	0.2565
	0.1387	0.5593	0.0471	0.4419	0.6624	0.6144		0.8610	0.8396	0.5787
CONDELE	0.4802	0.16536	0.01170	0.69879	0.55376	0.9487	0.0821	1.0000	0.29547	0.7135
	0.2754	0.7231	0.9801	0.0807	0.1972	0.0011	0.8610		0.5200	0.0718
TURBIED	0.3052	0.61086	0.05135	0.07051	0.22817	0.1940	0.09490	0.2954	1.0000	0.27097
	0.5055	0.1451	0.9129	0.8806	0.6227	0.6767	0.8396	0.5200		0.5567
DUREZA	0.1369	0.42883	0.34048	0.53946	0.13353	0.4821	0.2565	0.7135	0.2709	1.00000
	0.7697	0.3370	0.4549	0.2114	0.7753	0.2732	0.5787	0.0718	0.5567	

Anexo 04

Figura D1

Porcentajes de Hierro encontrados por cada muestreo realizados de las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali

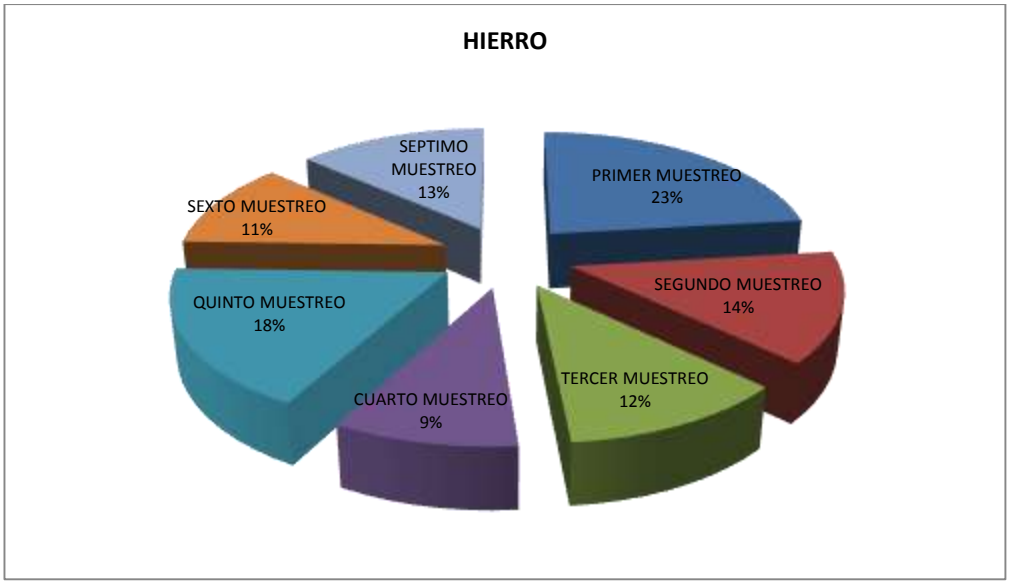


Figura D2

Porcentajes de sulfatos encontrados por cada muestreo realizados de las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali.

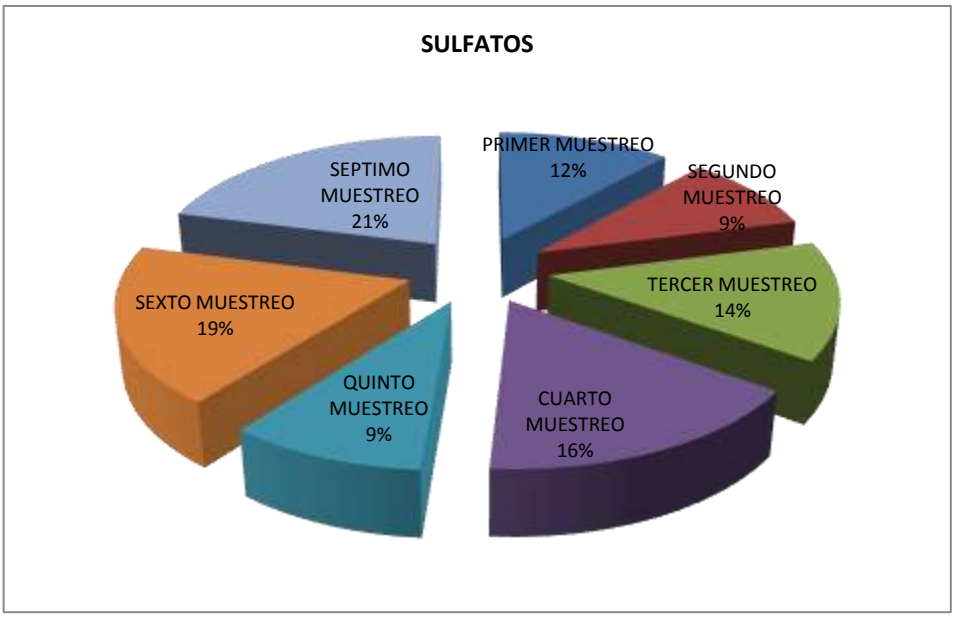


Figura D3

Porcentajes de cloruros encontrados por cada muestreo realizados de las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali.

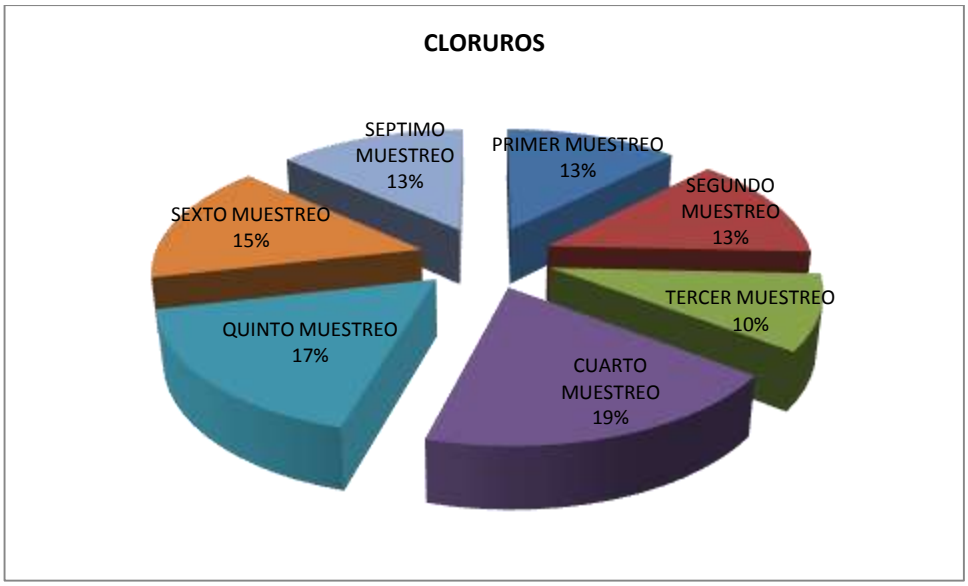
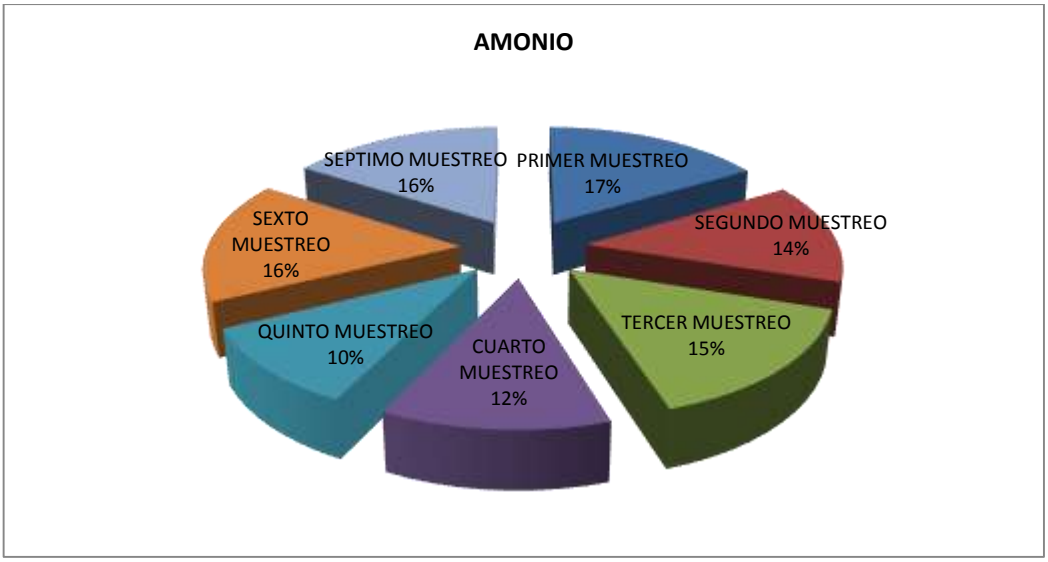


Figura D4

Porcentajes de amonios encontrados por cada muestreo realizados de las aguas servidas del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali



Anexo 05

Toma de muestras en punto crítico donde van las aguas servidas del Laboratorio de Química de la Universidad Nacional de Ucayali

