



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Eficiencia de remoción de cobre (Cu) y arsénico (As) en las aguas del canal choque 3, con polímero natural Mashua Tropaeolum Tuberosum para el cultivo de hortaliza consumible en la Urbanización de Rosa Luz, Puente Piedra, Lima 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Pajuelo Osorio, Julio Heissemberg (orcid.org/0009-0003-2484-0848)

ASESOR:

Mg. Aylas Humareda, Maria Del Carmen (orcid.org/0000-0002-2063-0005)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA-PERÚ

2018

DEDICATORIA

- Dedico mi tesis con todo mi amor y respeto a mis padres Owhert Pajuelo y Gaudencia Osorio que fueron ellos que me formaron con valores inculcándome siempre el respeto y enseñarme a nunca rendirme.
- A mis queridos hermanos Liz María, Elizabeth y Owhert que son ejemplos a seguir por sus virtudes, que siempre nos mantenemos unidos a pesar de las adversidades.

AGRADECIMIENTO

- Agradezco a dios por cuidarme y guiarme en este camino de la vida.
- Agradezco a mi familia por la confianza y por estar siempre apoyándome y guiándome en mi etapa de estudiante. Esta investigación y logro se lo dedico es ellos.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

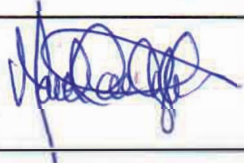
Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MARÍA DEL CARMEN AYLAS HUMAREDA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Eficiencia de Remoción de Cobre (Cu) y Arsénico (As) en las aguas del Canal Choque 3, con Polímero Natural Mashua Tropaeolum Tuberosum para el Cultivo de Hortaliza Consumible en la Urbanización de Rosa Luz, Puente Piedra, Lima 2018", cuyo autor PAJUELO OSORIO, JULIO HEISSEMBERG, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 23 de Abril del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MARÍA DEL CARMEN AYLAS HUMAREDA DNI: 07733045	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, PAJUELO OSORIO JULIO HEISSEMBERG estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Eficiencia de Remoción de Cobre (Cu) y Arsénico (As) en las aguas del Canal Choque 3, con Polímero Natural Mashua Tropaeolum Tuberosum para el Cultivo de Hortaliza Consumible en la Urbanización de Rosa Luz, Puente Piedra, Lima 2018", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
PAJUELO OSORIO JULIO HEISSEMBERG DNI: 46170755 ORCID: 0009-0003-2484-0848	Firmado electrónicamente por: JHPAJUELOO el 26-04- 2024 10:28:52

Código documento Trilce: INV - 1567427

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR	v
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	22
3.1. Tipo y diseño de investigación	22
3.2. Variables y operacionalización.....	22
3.3. Población y Muestra.....	24
3.3.1 Población	24
3.3.2. Muestra	24
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
3.5. Procedimientos.....	30
3.6. Métodos de análisis de datos	33
3.7. Aspectos éticos	34
IV. RESULTADOS.....	35
V. DISCUSIÓN.....	60
VI. CONCLUSIONES.....	61
VII.RECOMENDACIONES.....	62
VIII. REFERENCIAS	63
IX. ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Estándar de calidad de agua para los parámetros de estudio.....	11
Tabla N° 2: Estándar de calidad de agua para los parámetros de estudio.....	11
Tabla N° 3: Riesgo De uso De Coagulantes	19
Tabla N° 4: Taxonomía de la <i>Tropaeolum tuberosum</i>	21
Tabla N° 5: Tabla De Muestreo	26
Tabla N° 6: Técnicas e instrumento de recolección de datos.....	27
Tabla N° 7: Diagrama de flujo de la obtención del polímero natural del mashua .	29
Tabla N° 8: proceso de gelatinización del polímero del mashua	30
Tabla N° 9: Diagrama de flujo de primero tratamiento con sulfato de aluminio	31
Tabla N° 10: Diagrama de flujo de primero tratamiento con polímero natural almidón de mashua	32
Tabla N° 11: Diagrama de flujo de primero tratamiento con sulfato de aluminio..	33
Tabla N° 12: Porcentaje de Remoción de Cobre (Cu) – (mg/L)	35
Tabla N° 13: Porcentaje de Remoción de Arsénico (As) – (mg/L).....	36
Tabla N° 14: Tratamientos del Parámetro Turbiedad (NTU)	37
Tabla N° 15: Tratamientos del Parámetro Cobre (Cu) - (mg/L)	38
Tabla N° 16: Tratamientos del Parámetro Arsénico (As) (mg/L)	39
Tabla N° 17: Tratamientos del Parámetro Oxígeno Disuelto (mg/L)	40
Tabla N° 18: Tratamientos del Parámetro Potencial de Hidrogeno (pH)	41
Tabla N° 19: Resultados descriptivos para la Remoción de COBRE (Cu) - (mg/L).	43
Tabla N° 20: Resultados del estadístico ANOVA	44
Tabla N° 21: Resultados descriptivos para la Remoción de ARSENICO (As) - (mg/L).....	46
Tabla N° 22: Resultados del estadístico ANOVA	47
Tabla N° 23: Resultados descriptivos para la Remoción de COBRE (Cu) - (mg/L) – Con tratamiento	49
Tabla N° 24: Resultados del estadístico ANOVA	50
Tabla N° 25: Resultados descriptivos para la Remoción de ARSÉNICO (As) - (mg/L) – Con tratamiento.	52
Tabla N° 26: Resultados del estadístico ANOVA	53

Tabla N° 27: Resultados descriptivos para la remoción de Cu de los tres tratamientos.....	55
Tabla N° 28: Resultados del estadístico ANOVA	56
Tabla N° 29: Resultados descriptivos para la remoción de Arsénico (As) de los tres tratamientos.....	58
Tabla N° 30: Resultados del estadístico ANOVA	59

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfico N° 1: Resultado % Remoción de Cobre (Cu).....	35
Gráfico N° 2: Resultado % Remoción de Arsénico (As).	36
Gráfico N° 3: Resultado de los Tratamientos del Parámetro Turbiedad (NTU). ...	37
Gráfico N° 4: Resultado de los Tratamientos del Parámetro Cobre (Cu) - (mg/L).38	
Gráfico N° 5: Resultado de los Tratamientos para Arsénico (As) (mg/L).	39
Gráfico N° 6: Resultado de los Tratamientos para Oxígeno Disuelto (mg/L).	40
Gráfico N° 7: Resultado de dos Tratamientos del Parámetro Potencial de Hidrogeno.....	41
Gráfico N° 8: Gráfico de comparación de medias.	44
Gráfico N° 9: Gráfico de comparación de medias.	47
Gráfico N° 10: Gráfico de comparación de concentración de Cu con tratamiento frente a lo dispuestos en los ECAs para agua Categoría 3.....	50
Gráfico N° 11: Gráfico de comparación de concentración de As con tratamiento frente a lo dispuestos en los ECAs para agua Categoría 3.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Composición química y estructura de la amilosa y amilopectina	17
Figura N° 2: Composición química del almidón.....	18
Figura N° 3: Mashua	21
Figura N° 4: Delimitación del canal de regadío choque 3, Puente Piedra – Lima	28

Resumen

Esta investigación tiene como objetivo evaluar la eficiencia de remoción de la Mashua “*Tropaeolum tuberosum*” como polímero natural, para el tratamiento de aguas del canal de regadío choque 3 en Rosa Luz, Puente Piedra 2018, comprende una investigación experimental utilizando la prueba de jarras para determinar la eficiencia de remoción de cobre (Cu) y Arsénico (As), aplicando en el tratamiento, el polímero natural, polímeros sintéticos y modificado. Para obtener el polímero natural se aplicó la metodología de trituración, sedimentación y tratamiento térmico. La recolección de las muestras del canal de regadío, se efectuó en el mes de abril de 2018, se tomó muestras de agua con botellas recicladas de 3 litros. Los tratamientos de prueba fueron con: Sulfato de Aluminio $Al_2(SO_4)_3$, Mashua – NaOH “Gelatinizado” y el polímero natural Mashua. Los tres tratamientos reducen los contaminantes presentes en el agua, pero se observó que el polímero natural es de mayor eficiencia, removiendo los contaminantes hasta el 0.014 y 0.012, representando en ambos casos el 97%, respecto a polímero gelatinizado removiendo hasta el 0.021 y 0.015, representando el 96% de remoción. En el caso del Sulfato de Aluminio $Al_2(SO_4)_3$, la remoción del contaminante fue de 0.043 y 0.054, representando el 90% y 85%, siendo eficiente el polímero natural.

Palabras Clave: Eficiencia, remoción, mashua, *tropaeolum tuberosum*.

Abstract

This research aims to evaluate the removal efficiency of the Mashua "*Tropaeolum tuberosum*" as a natural polymer, for the treatment of water from the irrigation channel shock 3 in Rosa Luz, Puente Piedra 2018, includes an experimental investigation using the jar test to determine the removal efficiency of copper (Cu) and Arsenic (As), applying in the treatment, the natural polymer, synthetic and modified polymers. To obtain the natural polymer, the methodology of crushing, sedimentation and heat treatment was applied. The collection of the samples from the irrigation channel, was carried out in the month of April 2018, water samples were taken with recycled 3-liter bottles. The test treatments were with: Aluminum Sulfate $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, Mashua - NaOH "Gelatinized" and the natural polymer Mashua. The three treatments reduce the contaminants present in the water, but it was observed that the natural polymer is of higher efficiency, removing contaminants up to 0.014 and 0.012, representing in both cases 97%, with respect to gelatinized polymer removing up to 0.021 and 0.015, representing 96% removal. In the case of Aluminum Sulfate $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, the removal of the contaminant was 0.043 and 0.054, representing 90% and 85%, being efficient the natural polymer.

Keywords: Efficiency, removal, mashua, *tropaeolum tuberosum*.

I. INTRODUCCIÓN

Un elemento esencial y natural es el agua, junto con el aire y la tierra, estos constituyen recursos vitales para el crecimiento de la vida. El empleo inadecuado de los recursos naturales estimula una consecuencia perjudicial, tanto en los ecosistemas donde se utilizan como en los lugares de donde proceden. Una de las representaciones, más tangibles es el recurso hídrico: cuanta más agua se utilice para producir, más agua se generará. Si nos referimos a desarrollo sostenible implica encontrar un equilibrio entre el uso de los recursos y preservación de los ecosistemas.

Las hortalizas son organismos vivos pertenecientes al reino vegetal que proporcionan alimento para el hombre y estas son bastante rigurosas y requieren una buena y adecuada cantidad de agua. Sin este componente es imposible el cultivo de estas plantas, excepto en aquellas zonas con régimen de lluvias habituales. Dado que las plantas hortícolas son seres vivos al igual que el hombre requieren agua para poder crecer y desarrollarse, por tal motivo el agua de riego a emplearse para las hortalizas deben de estar limpia sin contaminantes; jamás deben emplearse aguas servidas y constantemente debe tenerse agua en cantidad suficiente. El porcentaje de agua para cada aspersion varía según: El porcentaje de desarrollo en que se encuentran las plantas.

Por lo que implica que las plantas tengan un adecuado cuidado para su desarrollo, puesto que estas constituyen una de las principales fuentes de sustento de toda la población en el mundo. Por ello el agua es su principal fuente de desarrollo, pero esto puede también ser una fuente de contaminación hacia las plantas hortícolas, si estas vienen con contaminantes que exceden los ECA, por ellos se busca alternativas para el tratamiento y remoción de los contaminantes y así no afecte la calidad de las plantas hortícolas con respecto para el consumo de la población que a los pasos del tiempo estas afecten la salud de las personas o generen enfermedades, puesto que en países desarrollados no se permite alimentos con procedencia que sean cultivadas con aguas contaminadas ya que esta

demostrados que las plantas tienen la capacidad de absorber en las hojas, tallo o fruto.

Debido a la problemática expuesta, la presente tesis tiene como:

Problema general: ¿Cuál es la eficiencia de remoción de Cobre (Cu) y Arsénico (As) con el uso de polímeros naturales en las aguas del canal Choque 3 para el cultivo de hortalizas consumible en la Urbanización de Rosa Luz?

Problema específico 1: ¿Cuál será la el porcentaje remoción de Cobre (Cu) y Arsénico (As) con el polímero natural mashua en las aguas del canal Choque 3, para el cultivo de hortalizas consumibles en la Urbanización Rosal Luz, en qué medida exceden las ECAs de agua categoría 3?

Problema específico 2: ¿Cuáles es la concentración de polímero natural que reduce más el Cobre (Cu) y Arsénico (As) en las aguas del canal choque 3 mediante la prueba de jarras?

Justificación del estudio: En el Perú existen comunidades que carecen del servicio básico como es el agua potable o cuentan en algunos casos con una fuente natural del recurso hídrico pero la cual no es apto para el consumo de los pobladores o el ser humano debido a que algunos contaminantes sobrepasan los LMPs y otro de los problemas es que en el Perú existe una inadecuada gestión de los recursos hídricos, el problema no solo es en la potabilización para el consumo sino también en la irrigación de las hortalizas de consumo directo en los hogares de la población por ende no se controlan adecuadamente o no se toman en cuenta los contaminantes presentes en el agua de regadío a pesar de existir las normas que regulan tal es el caso como los LMPs del ECA del Perú. En los países desarrollados en su agricultura que ellos aplican en la producción de hortalizas de estándares de calidad muy alto y una de las fuentes más importante es el agua; en la cual tiene que estar libre de contaminantes debido a números estudios realizados que indican que consumir alimentos regados con aguas residuales o contaminadas a la larga podrían generar enfermedades o cáncer afectando a algún órgano más sensible.

En este estudio permitió conocer la situación en la que se encuentra la población limeña frente al consumo de hortalizas y que estas son regadas con aguas

residuales que exceden algunos contaminantes como es el caso del cobre y arsénico. Por ello se planteó una alternativa para la remoción de estos contaminantes aplicando un polímero natural a partir del almidón de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) y como este actúa como un coagulante y floculante natural para la remoción de los contaminantes. La pregunta es porque no utilizar un coagulante industrial que se emplean como coagulantes y floculantes en las planta de tratamiento para hacerlas potable, como por ejemplo el sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3$, quizá sea por el costo que implica pero no solo sería por ese motivo sino también porque no es un polímero natural y que al emplearlo el sulfato de aluminio, este queda en pequeña moléculas en el agua que al ser consumidas pueden afectar algunos órganos de las personas; por esta razón buscando nuevas tecnologías para hacer frente a una problemática que siempre está presente y aplicando tecnología respetuoso del medio ambiente y no afecte a la salud de las personas ya que toda tecnología se debe aplicar con respecto al ambiente y la salud del hombre ya que somos parte de la naturaleza.

Por otro lado, esta investigación servirá para nuevas aplicaciones en el proceso tratamiento y mejora de aguas residuales en un gran aporte potencial depurativo de este polímero natural que actúa como coagulante natural que es fácil de cultivar y que no requiere de ningún cuidado ni aplicación de agroquímicos en los andes del Perú; que aporta con el cuidado del ambiente y generación de oxígeno.

Se formulo el objetivo general:

Objetivo general

Evaluar la eficiencia de remoción de Cobre (Cu) y Arsénico (As) con el uso de polímeros naturales mashua en las aguas del canal choque 3 para el cultivo de hortaliza consumible en la localidad de Rosa Luz.

Objetivo general 1: Determinar el porcentaje de remoción de Cobre (Cu) y Arsénico (As) con el polímero natural mashua en las aguas del canal choque 3, para el cultivo de hortaliza consumible en la Urbanización de Rosa Luz, exceden las ECAs de agua Categoría 3.

Objetivo general 2: Determinar la concentración del polímero natural mashua que reduce más el Cobre (Cu) y Arsénico (As) en las aguas del canal choque 3 mediante la prueba de jarras.

Por ello planteamos la siguiente **hipótesis general**; El polímero natural no es eficiente para la remoción de Cobre (Cu) y Arsénico (As) en las aguas del canal choque 3 para el cultivo de hortalizas consumible en la Urbanización de Rosa Luz, Puente Piedra. Así como las Hipótesis Específicos

H₁: El polímero natural mashua sí es eficiente en la remoción de cobre (Cu) y arsénico (As) en las aguas del canal choque 3 para el cultivo de hortalizas consumible en la Urbanización de Rosa Luz, que exceden las ECAS de agua Categoría 3.

H₂: A mayor concentración de polímero natural mashua mayor será su capacidad para la remoción de Cobre (Cu) y Arsénico (As) en las aguas del Canal Choque 3.

II. MARCO TEÓRICO

Es necesario tener en cuenta conceptos y antecedentes de estudios con referidas a nuestra investigación por ello (DÍAS, 2015) En el momento que las partículas impuras en el agua se encuentran muy finas, su remoción por sedimentación simple es completamente difícil. A causa de una velocidad muy lenta para la sedimentación, por ello se necesita mayor tiempo de espera, el volumen del tanque de sedimentación sería de un tamaño muy grande; pero empleando e introduciendo los floculantes se alcanzan periodos de retención razonables en la sedimentación de suspensiones finas de coloide y otros componentes disueltos; y que estas generan componentes gelatinosas que posteriormente precipitan en forma de flóculos, y estas a su vez por su elevada superficie retienen y adsorben todo tipo de impurezas y finalmente separándolas del agua.

(CHOQUE, 2018) De acuerdo con el artículo "Capacidad floculante de coagulantes naturales en el tratamiento de agua", el sulfato de aluminio es el coagulante más comúnmente utilizado y ha demostrado ser efectivo en la eliminación de contaminantes. Sin embargo, su uso conlleva un alto impacto económico y ambiental, principalmente debido a la producción de volúmenes significativos de residuos sólidos y lodos difíciles de tratar. Estos residuos también pueden generar tierras inútiles para la agricultura. Además, los altos niveles de aluminio residual en el agua tratada constituyen una amenaza para la salud de la población, ya que estudios médicos realizados en Inglaterra han demostrado que concentraciones superiores a 0,110 mg/L de aluminio en el agua pueden aumentar el riesgo de padecer el síndrome de Alzheimer. Por tanto, es necesario buscar alternativas como polímeros naturales, que son compuestos químicos complejos principalmente constituidos por polisacáridos y proteínas. Algunos de estos polímeros poseen propiedades coagulantes o floculantes y han sido utilizados de manera empírica en diversos lugares con resultados satisfactorios para aclarar el agua turbia.

(SEGÚN, 2006) Las tecnologías sostenibles para purificar el agua se fundamentan en métodos naturales de limpieza que prescindan de productos químicos y logran la eliminación de contaminantes mediante la utilización de plantas acuáticas, el suelo y microorganismos. Aunque estos sistemas naturales ofrecen beneficios

notables, necesitan ocupar un área mayor en comparación con las tecnologías convencionales. Esta característica hace que las tecnologías sostenibles para la purificación del agua sean especialmente idóneas para su implementación en áreas rurales.

En conclusión, las tecnologías sostenibles para el tratamiento de agua aplicando tecnologías limpias y naturales como los polímeros naturales son efectivos y amigables con el ambiente.

(MERA, 2016) Los investigadores estudiaron los efectos del polvo de semillas de moringa en el tratamiento de aguas residuales como agente coagulante y floculante natural. En este estudio se utilizó agua procedente del tratamiento químico de hortalizas con una turbiedad de 91,5 NTU y agua procedente del procesamiento de café con una turbidez superior a 2000 Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU). Con un período de agitación de treinta minutos para el agua residual del café y quince minutos para los vegetales, los tratamientos se realizaron mediante la técnica de la jarra a una temperatura de veintidós grados centígrados y medio y a una velocidad de rotación de ciento treinta rotaciones. minuto. Se realizó una evaluación de una serie de indicadores de calidad del agua, como turbidez, pH, conductividad eléctrica, cloruros, partículas suspendidas y coliformes totales y fecales en el sobrenadante. A partir de los resultados se realizó una comparación con el uso de sulfato de aluminio en la misma dosis. Según los hallazgos, se alcanzó una eficiencia del 80,9 % con polvo de semilla de moringa utilizando 4 g/600 ml de aguas residuales de café, mientras que se logró una eficiencia del 73,5 % con sulfato de aluminio utilizando la misma cantidad de aguas residuales de café. En el caso del agua que fue adquirida por el tratamiento químico de vegetales, con moringa se logró una eficiencia del 66,75% cuando la concentración fue de 0,15 g/600 mL, mientras que el sulfato de aluminio generó el 63,5% de la eficiencia total.

Según, RYE BROOK, (2015) Los resultados de un estudio, aumentar la eficiencia energética mediante el uso de tecnologías de tratamiento de aguas residuales que ya son accesibles puede dar como resultado una disminución considerable, de casi la mitad, en las emisiones relacionadas con el proceso. Además, el análisis llega a la conclusión de que es factible reducir las emisiones relacionadas con la energía

hasta en un 95% sin incurrir en ningún coste adicional o incluso sin incurrir en una ganancia económica negativa. El campo de la gestión de aguas residuales ha sido objeto de una investigación sobre eficiencia energética, con el propósito de determinar cómo esta industria podría contribuir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero a escala mundial mediante la utilización de tecnologías preexistentes que han demostrado ser eficaces. sea efectivo. En el informe, que se basó en una investigación realizada en los Estados Unidos de América, Europa y China, se tuvieron en cuenta 18 opciones de reducción distintas. Estas opciones iban desde los sopladores que se usaban para la aireación y las bombas que se usaban para llevar agua hasta los diversos sistemas de filtrado que se usaban en el tratamiento del agua.

(TORRES, 2009) Una investigación realizada por la Red Iberoamericana de Depuración y Depuración de Agua se centró en la optimización del proceso de coagulación-floculación que se lleva a cabo en el entorno de una planta de tratamiento de agua de lluvia. Para tratar las aguas residuales resultantes del lavado de suelos contaminados con hidrocarburos mediante procesos de coagulación y floculación, se examinaron diferentes sales metálicas, como hierro o aluminio. Estas sales se evaluaron junto con floculantes sintéticos y naturales, como almidón de patata y goma de nopal. Se descubrió que la combinación más eficiente de coagulante y floculantes fue FeCl_3 y Tecnifloc 998, con dosis de 4.000 y 1 mg/L, respectivamente. Esta combinación fue capaz de eliminar el 97,1% de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) a un pH de 5. Además, esta investigación analiza la utilización de coagulantes naturales como las gomas de algarroba, guar y alginato, que han demostrado ser eficaces en eliminando DQO y sólidos en un grado aceptable y al mismo tiempo logrando una lectura de pH final que sea más adecuada.

(ROJAS, 2015) Se utilizó un aparato de prueba que constaba de seis frascos, cada uno de los cuales contenía un litro de agua. Estos estudios determinaron el pH óptimo, las dosis de coagulante y floculante más eficientes y la duración de la floculación adecuada. Además de esto, se determinó el tiempo necesario para que los flóculos se sedimentaran. El tiempo de floculación fue de 10 minutos a 20

revoluciones por minuto (rpm), mientras que el tiempo de coagulación fue de 1 minuto a 150 rpm. Se modificó el tiempo de floculación para determinar el mejor momento. Se utilizó el tiempo de coagulación para determinar las dosis perfectas. Luego se utilizó papel de filtro Whatman No. 40 para filtrar las muestras que se trajeron. Como floculantes, utilizamos tanto el FK-930-S sintético disponible comercialmente (polímero de cloruro de polidialil-dimetilamonio) como una solución de mozote (*Triumfetta semitriloba*). como floculante natural. En el contexto de la síntesis del floculante sintético, se utilizó una solución madre de 0,1% volumen/volumen, derivada del polímero catiónico 100% puro. El mozote se elabora combinando veinte gramos del material, cortado en trozos de dos o tres centímetros, con cien mililitros de agua ultrapura. Un día antes de su aplicación, esta solución se enfrió después de haber sido agitada por un período de treinta minutos. Para crear una solución con una concentración de 200.000 mg/L, el extracto de mozote se filtró utilizando un filtro de tela de algodón comercial para los fines de la prueba. Todas las pruebas se realizaron con una concentración de arsénico pentavalente cercana a los 200 µg/L. Esta concentración es casi equivalente al valor máximo que se descubrió en la región afectada, que fue de 0,187 mg/L (187 µg/L).

En conclusión, en esta investigación se trata de buscar las dosis óptimas y las concentraciones para tratar el agua con polímeros naturales y polímeros sintéticos aplicándolo en un tiempo adecuado para activación de los polímeros con respecto a los sintéticos.

(LIUDMILA, 2018) El cobre (Cu), que tiene el número atómico 29, es un metal que no es ferroso. La combinación de las cualidades químicas, eléctricas, físicas y mecánicas del cobre, además de su amplia disponibilidad, es lo que hace que el cobre sea un material tan útil. La calcocita, la covelita, la calcopirita, la bornita y la enargita son ejemplos de minerales de sulfuro que se utilizan para extraer la mayor parte del cobre que se recolecta en todo el mundo. ^{63}Cu y ^{65}Cu son los dos isótopos estables naturales de este elemento, aunque hay nueve isótopos nucleares que son inestables y radiactivos. El sulfato de cobre se clasifica constantemente como uno de los compuestos más importantes entre los cientos de sustancias químicas que se generan en entornos industriales. Existe una amplia

variedad de aplicaciones para el cobre, algunas de las cuales incluyen construcción, maquinaria industrial, equipos eléctricos y aleaciones como bronce y latón. El cobre también se utiliza en la construcción. La producción de clavos, pernos, objetos ornamentales, tuberías, techos, monedas, utensilios culinarios, joyas, muebles, cosméticos, pinturas, instrumentos musicales y medios de transporte son ejemplos adicionales de las aplicaciones de este material. Además, el sulfato de cobre se utiliza como pesticida en la alimentación animal debido a que las sales de cobre poseen la capacidad de eliminar eficazmente hongos y algas. Tenga en cuenta que la exposición rápida al sulfato de cobre por ingestión puede inducir necrosis del hígado, que en última instancia podría provocar la muerte. Este es un hecho crucial a tener en cuenta. Por otro lado, los niños que están expuestos a comidas almacenadas en recipientes de cobre durante un período prolongado pueden desarrollar daño hepático. Este tipo de exposición también está relacionado con una variedad de enfermedades y déficits de salud causados por un exceso de cobre en el cuerpo.

(EMILCE, 2017) Además de tener 17 nucleótidos radiactivos, **el arsénico (As)**, que tiene el número atómico 33 y el peso atómico 74, se encuentra en una amplia variedad de ambientes naturales. Es un conductor térmico y eléctrico cuando se expresa en su estado metálico, sin embargo, se rompe fácilmente y tiene baja ductilidad. A menudo se encuentra en la naturaleza como un mineral de cobalto, que normalmente se asocia con azufre u otros metales como manganeso (Mn), hierro (Fe), cobalto (Co), níquel (Ni), plata (Ag) o estaño (Sn). El mineral de arsénico primario se llama arsenopirita (FeAsS) y se utiliza en una variedad de aplicaciones, que incluyen, entre otras, los siguientes: tratamientos de madera, productos agrícolas (pesticidas, herbicidas), curtidores de piel, anticorrosivos, vidrio, cerámica, pinturas, pigmentos y medicamentos. Exposición al arsénico, aunque continúan consumiendo alimentos y agua, los cerdos y las aves que han estado expuestos a grandes cantidades de arsénico pueden experimentar signos agudos de envenenamiento por arsénico de tres a cinco días después de la exposición. Estos síntomas incluyen falta de coordinación, ataxia y, finalmente, parálisis. Algunos animales albinos también pueden experimentar problemas gastrointestinales, así como ceguera y eritema de la piel. Los terneros también

pueden experimentar estos síntomas. La queratosis, la hiperqueratosis y la hiperpigmentación son lesiones cutáneas que pueden ser causadas por la exposición crónica al arsénico en humanos. Las lesiones vasculares también se pueden encontrar en los vasos sanguíneos del sistema nervioso y del hígado. Existe la posibilidad de que los problemas agudos provocados por la exposición a grandes dosis terminen en la muerte. Los síntomas iniciales de estas consecuencias suelen incluir fiebre, hepatomegalia, melanosis, arritmia cardíaca, neuropatía periférica, anemia y leucopenia. Después de ser evaluado por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), el arsénico se colocó en el primer grupo de compuestos que se sabe que causan cáncer. Entre los cánceres asociados con esta afección se encuentran los cánceres de la piel (basaloma y carcinoma de células escamosas), el cáncer de pulmón (carcinoma broncogénico), el hemangiosarcoma hepático, el linfoma y los cánceres de vejiga, riñón y nasofaringe.

En el año 2014, el OEFA decidió definir a los siguientes tipos de aguas. **Aguas residuales**, nos referimos a aquellos fluidos que han visto modificadas sus características originales como consecuencia de la actividad humana. Debido a la calidad de estas aguas, es necesario tratarlas antes de poder reutilizarlas, descargarlas en cuerpos de agua naturales o descargarlas en sistemas de alcantarillado. Entre los diversos tipos de aguas residuales que se producen durante los procesos productivos, las **aguas residuales industriales** incluyen aquellas que se generan por operaciones mineras, agrícolas, energéticas y agroindustriales, entre otras. Los desechos fisiológicos y otros productos de desecho resultantes de la actividad humana se encuentran en las **aguas residuales domésticas**, que se recogen en hogares y locales comerciales. Estas aguas residuales deben tratarse de manera adecuada.

El término "**aguas residuales municipales**" se refiere al agua que, para ser vertida a sistemas de alcantarillado combinados, puede combinarse con agua de sistemas de drenaje pluvial o con aguas residuales de procesos industriales que hayan sido tratadas en el pasado.

Tabla N° 1: Estándar de calidad de agua para los parámetros de estudio

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Conductividad	(μ S/cm)	2 500		5 000
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5		6,5 – 8,4

Fuente: D.S. N° 015-2015-MINAME- (ECA)

Tabla N° 2: Estándar de calidad de agua para los parámetros de estudio

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Arsénico	mg/L	0,1		0,2
Cobre	mg/L	0,2		0,5

Fuente: D.S. N° 015-2015-MINAME- (ECA)

Según lo señalado por (ARBOLEDA, 2000) **Coagulación y floculación** son procesos diseñados para destabilizar partículas suspendidas o disueltas, conocidas como partículas coloidales, que están estabilizadas en el agua. Este proceso se alcanza al añadir compuestos químicos como sales de aluminio o hierro, los cuales contrarrestan las fuerzas de unión entre las partículas separadas. Como resultado, las partículas son rodeadas, aglutinadas y aumentan su peso específico, volviéndose más pesadas que el agua y formando flóculos. Además de eliminar los gérmenes peligrosos y destruir el plancton, este procedimiento se utiliza para eliminar la turbidez orgánica e inorgánica, así como el color verdadero y el aparente. Esto contrasta con otros procedimientos de tratamiento, como la sedimentación, que no sería eficaz ni rentable porque sería imposible que estas partículas se sedimentaran por sí solas. Es posible desestabilizar las partículas mediante la aplicación de diversos mecanismos de coagulación.

(ARBOLEDA, 2000) **Compresión doble capa** se refiere al fenómeno en el cual los coloides con carga negativa están rodeados por dos capas: una formada por las cargas de la partícula misma y otra por las cargas opuestas presentes en el agua que están cerca de la superficie del coloide. Cuando se agrega un electrolito, la concentración del mismo reduce la magnitud de las fuerzas de repulsión, lo que a su vez reduce las distancias entre las partículas y las hace más cercanas y efectivas.

(CÁRDENAS, 2000) **Adsorción y neutralización de cargas** las superficies cargadas negativamente son características de los coloides. La capa inicial adherida al coloide se forma como resultado de estas cargas, que atraen a los iones positivos que produce el coagulante presente en el agua. El potencial electrocinético, también denominado potencial ZETA, es el potencial presente en el plano de deslizamiento situado entre la superficie cargada y la solución. La energía necesaria para atraer una carga unitaria desde el infinito hasta el "plano de deslizamiento" es la definición de este potencial. Este potencial da lugar al desplazamiento de los coloides y a su interacción entre sí. Debido a esta interacción, el potencial que se produce por la adición de coagulantes o floculantes queda anulado. Esto hace necesaria la utilización de energía adicional, como la que se adquiere mediante agitación mecánica. Cuando las partículas que han sido desestabilizadas quedan atrapadas dentro de un flóculo, este fenómeno se conoce como atrapamiento de partículas en un precipitado. Es posible conseguirlo incorporando una cantidad adecuada de un coagulante, que suelen ser sales de aluminio o de hierro. Debido a la unión que se produce entre los aniones y las partículas coloidales, se producen precipitados, lo que a su vez reduce la cantidad de turbidez presente en el agua. En situaciones en las que se utiliza un polímero aniónico junto con partículas cargadas negativamente, la adsorción y la formación de puentes son procesos que resultan más rentables. Esto se debe al hecho de que las moléculas del polímero son extremadamente largas y contienen grupos químicos que tienen la capacidad de adsorber partículas coloidales en un extremo y otras partículas en sus regiones libres. Por esta razón, se dice que las moléculas del polímero forman un "puente" entre las partículas coloidales y las secciones no unidas de las partículas coloidales.

(DAMIÁN, 2016) Tras el proceso de coagulación, el siguiente paso es la floculación, que consiste en agitar las partículas desestabilizadas para crear agregados más grandes y estables. Cuando estos agregados, que se denominan flóculos, alcanzan el tamaño y el peso adecuados, se sedimentan más fácilmente. La mezcla lenta, que permite que las partículas individuales unidas se junten, es beneficiosa para la floculación. Es importante evitar una agitación excesiva, que puede romper los flóculos, ya que impediría que volvieran a formarse con el tamaño y la fuerza óptimos que habían adquirido previamente. A continuación, se describen las distintas formas de floculación: Las colisiones pericinéticas, inducidas por la energía térmica y originadas por el movimiento intrínseco de las moléculas, son el fundamento de esta hipótesis, que se conoce como movimiento browniano. Las colisiones ortocinéticas, también conocidas como colisiones ortocinéticas, son las colisiones de partículas que se producen como consecuencia del movimiento del agua. Estas colisiones son provocadas por una energía que se origina en el exterior de la masa de agua y que puede ser de naturaleza mecánica o hidráulica.

(CÁRDENAS, 2000) Factores relacionados con la coagulación y sus funciones, para que el proceso de coagulación sea lo más eficaz posible, es necesario tener en cuenta los siguientes factores como el **PH** dado que el coagulante que se va a utilizar funciona mejor dentro de un determinado intervalo de pH, se trata de una consideración muy importante a tener en cuenta. Si el nivel de pH se sale de ese intervalo, habrá que aumentar la dosis, lo que se traducirá en un incremento de los costos. **Dosis del coagulante** si sólo se introduce una cantidad relativamente pequeña de coagulante, la partícula no se neutralizará por completo. Esto dará lugar a la producción de una cantidad importante de microfloculados, que enturbiarán el agua. Lo contrario es cierto: una cantidad excesiva de coagulante provoca una inversión de la carga de una partícula, lo que da lugar a la formación de microfloculados y también provoca un aumento de la turbidez del agua.

(CÁRDENAS, 2000) **Condiciones para la mezcla:** El proceso de combinación de sustancias se realiza en dos fases distintas. Durante la primera fase, denominada mezcla rápida, la mezcla es enérgica y dura poco tiempo (no más de sesenta segundos). El objetivo de esta etapa es esparcir completamente el coagulante por

todo el volumen de agua que se va a tratar. La mezcla se realiza de forma más suave durante la segunda fase, cuyo objetivo es facilitar el desarrollo de los microfloculantes. Si el proceso de mezcla no es suficiente y no da lugar a una homogeneidad satisfactoria del producto, puede dar la impresión de que es necesario aumentar la cantidad de productos químicos. Éste debe tener una velocidad no demasiado grande, ya que los flóculos corren el riesgo de romperse y, del mismo modo, si la duración es demasiado larga, el producto no quedará homogeneizado. Una mezcla lenta da a los microfloculados la oportunidad de entrar en contacto unos con otros. La temperatura un cambio de un grado centígrado en la temperatura del agua provoca un cambio en la densidad del agua, lo que a su vez aumenta la energía cinética de las partículas que están en suspensión y ralentiza su sedimentación. Las temperaturas extremadamente altas no favorecen la coagulación.

(DAMIAN, 2016) Durante el proceso de tratamiento del agua, los coagulantes pueden ser de diversas formas. Un ejemplo de ello sería el policloruro de aluminio, que es un compuesto químico que, en comparación con el sulfato de aluminio convencional, demuestra una mayor eficacia en la reducción de compuestos orgánicos. Este coagulante en particular no se ve afectado por la temperatura, y su reacción resultante en la creación de flóculos es más rápida. Además, elimina la turbidez y el color produciendo menos lodos, tiene una tasa de consumo reducida y consigue estos resultados. El hecho de que no requiera ningún ajuste del pH para desencadenar su reacción es una gran ventaja.

Por otro lado, una de las sustancias más utilizadas es el sulfato de aluminio, que es una sustancia química inorgánica que conduce a la formación de flóculos que son significativamente más pesados. Entre sus formas se encuentra el sulfato de aluminio, también conocido como alumbre hidratado $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$. Este compuesto concreto es el más rentable comercialmente y se utiliza mucho como floculante en el proceso de purificación del agua potable. Otras formas, como el cloruro de polialuminio y el sulfato de aluminio amoniacal, también se utilizan en el proceso de producción.

Dado que el intervalo de pH ideal para las sales de aluminio se sitúa entre 6,5 y 8,0, es esencial tener en cuenta que la alcalinidad del agua sirve de amortiguador que evita las fluctuaciones bruscas del pH. Esto es algo que debe examinarse cuidadosamente.

Estos compuestos tienen aplicaciones en diversas industrias, como la industria papelera, el tratamiento de efluentes, aguas residuales y agua potable, la fabricación de productos químicos para la producción de jabones de aluminio y la industria farmacéutica, donde se utilizan como astringentes en la preparación de medicamentos y cosméticos.

(Damián, 2016) Del mismo modo que el sulfato de aluminio se utiliza en la purificación del agua para consumo humano, el sulfato férrico también se utiliza en diversos entornos industriales. Por ejemplo, se utiliza en el sector minero para extraer metales pesados del agua, y en la industria pesquera, para extraer sólidos, aceites y grasas del agua. Ambas aplicaciones son ejemplos de su uso. **Las sales de hierro**, como el FeCl_3 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ y FeSO_4 , tienen la capacidad de formar flóculos más pesados que las sales de aluminio, lo que resulta en una sedimentación más rápida. Además, la alcalinidad del agua provoca la reacción de estas sales, lo que da lugar a la formación de precipitados e hidróxidos de hierro insolubles. En comparación con el sulfato de aluminio, el cloruro férrico es una solución más rentable para el tratamiento de efluentes que, además, requiere una cantidad menor. Para reducir la cantidad de residuos de aluminio presentes en el agua tratada, se utiliza como coagulante durante el proceso de purificación del agua. Esto ayuda a reducir los problemas de toxicidad relacionados con este metal, como indican los resultados de la investigación médica. La velocidad de reacción del cloruro férrico es bastante alta y es más eficaz en un intervalo de pH comprendido entre 3,5 y 7,0. Además, es capaz de eliminar eficazmente los contaminantes orgánicos, las bacterias y el plancton del agua, lo que constituye una ventaja significativa. Además, es capaz de eliminar eficazmente los contaminantes orgánicos, las bacterias y el plancton del agua, lo que constituye una ventaja significativa.

(OJEDA, 2012) Los polímeros son sustancias que se construyen a partir de unidades fundamentales, que se denominan monómeros, y se unen repetidamente entre sí mediante enlaces covalentes. Existe una correlación entre el número de monómeros que componen la cadena polimérica y el grado de polimerización que presentan. En función de su carga y monómero de partida, se dividen en las siguientes categorías: Las poliacrilamidas y los polímeros de óxido de etileno incluyen sustancias no iónicas. Entre los compuestos aniónicos se encuentran los polisulfónicos, la poliacrilamida parcialmente hidrolizada y las combinaciones de copolímeros acrilamida-acrilato. Los copolímeros de polietilenaмина, polimetacrilato y acrilamida que contienen grupos amonio cuaternario son ejemplos de compuestos catiónicos.

(OJEDA, 2012) Los coagulantes naturales son sustancias químicas solubles en agua y pueden derivarse de materiales que se originan en plantas o animales. Con el fin de reducir o eliminar el uso de coagulantes sintéticos, estos constituyen una alternativa que consiste en agregar partículas que se encuentran suspendidas en agua. En el campo del tratamiento del agua, los productos químicos algínicos, los obtenidos de la tuna y el nopal, así como los almidones y semillas de plantas específicas, se encuentran entre los componentes más destacados y significativos.

(THORTON, 1998) **Almidón** es uno de los polisacáridos que se pueden encontrar en los tejidos vegetales se llama almidón. La estructura molecular del almidón está formada por unidades de glucosa. Gracias a esta sustancia se producen gránulos, que normalmente tienen una forma redondeada o irregular y un tamaño de entre 2 y 100 micras. Es posible determinar el origen de un almidón o harina analizando la forma y el tamaño de los gránulos, que son propiedades particulares de la especie vegetal. En cuanto al número de calorías que aporta a la dieta humana, es el aportador de calorías más importante de cualquier otra sustancia.

(THORTON, 1998) El almidón es un carbohidrato de reserva que se puede encontrar en grandes cantidades en ciertos tejidos vegetales, como los tubérculos y el endospermo de las semillas. Existe una variedad de comidas que se benefician significativamente de sus cualidades funcionales. El almidón se encuentra en las

células vegetales en forma de gránulos o partículas que son insolubles del medio ambiente. Desde un punto de vista químico, el almidón se clasifica como una forma de glucano o, más específicamente, una combinación de glucanos. Esto se debe al hecho de que el gránulo de almidón es un sistema heterogéneo que está constituido principalmente por dos moléculas distintas, a saber, amilosa y amilopectina. A diferencia de la amilopectina, que es un polímero muy ramificado, la amilosa es en gran medida un polímero lineal. Aunque la amilosa y el almidón están presentes juntos en los gránulos, es posible que la amilosa se separe de las soluciones de almidón debido a que es significativamente menos soluble en disolventes orgánicos como el butanol. La proporción entre la amilosa y la amilopectina varía según el tipo de almidón. Por lo general, los almidones contienen una mayor cantidad de amilopectina que de amilosa, con la mayoría de ellos teniendo entre un 20% y un 25% de amilosa. Sin embargo, para los tubérculos analizados, esta relación se encuentra entre un 26% y un 29%. Los factores genéticos determinan la relación entre la amilosa y la amilopectina, y esta relación puede ser modificada mediante técnicas de reproducción vegetal.

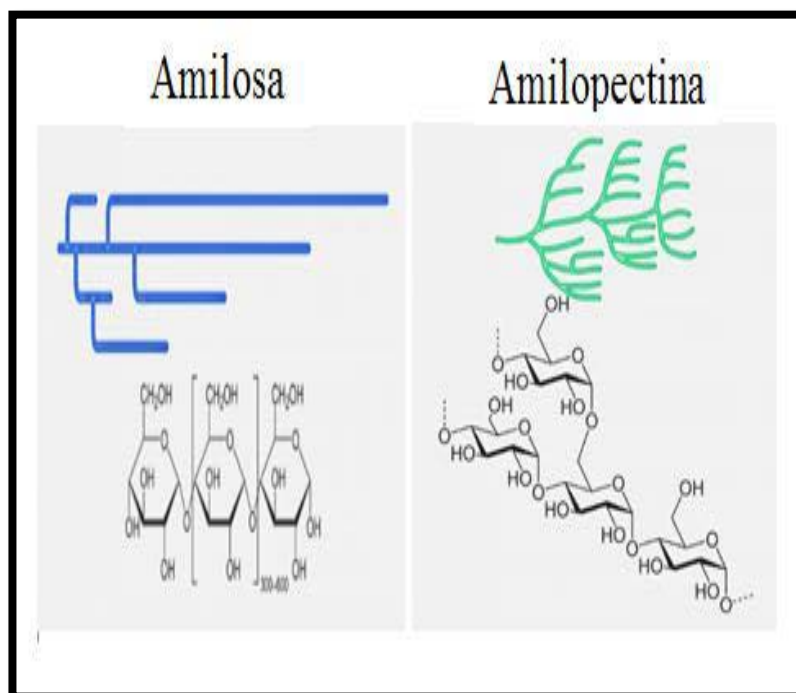


Figura N° 1: Composición química y estructura de la amilosa y amilopectina

Fuente: Anon et al., 2011

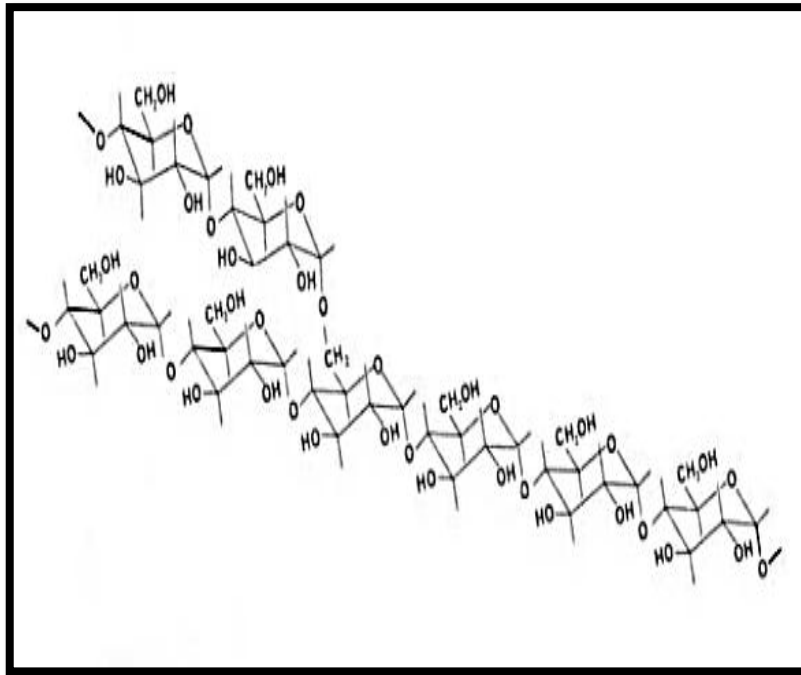


Figura N° 2: Composición química del almidón

Fuente: Anon et al., 2011

(THORTON, 1998). Propiedades Es un polisacárido compuesto por la unión de carbohidratos simples y se encuentra presente en tubérculos como la papa y la yuca, en granos de semillas, en frutas y en los ribosomas de las plantas. En los granos, el almidón puede estar organizado en capas concéntricas, lo que confiere una forma característica a cada tipo de almidón. Una de sus propiedades notables es la relación entre la amilosa y la amilopectina, que varía según la fuente de origen. Generalmente, la fracción soluble, que es la amilosa, representa alrededor del 20%, mientras que la fracción insoluble, la amilopectina, constituye aproximadamente el 80%. Riesgos del uso de los coagulantes La aplicación de coagulantes químicos en el tratamiento de aguas residuales conlleva una serie de beneficios; sin embargo, la utilización de estas sustancias también conlleva una serie de inconvenientes tanto para el medio ambiente como para las personas. Los riesgos que generan se describen en la tabla siguiente.

Tabla N° 3: Riesgo De uso De Coagulantes

Coagulantes	Riesgos	
Sulfatos	<p>Cuando estos iones se consumen en grandes cantidades superiores a la capacidad del intestino para absorberlos, tienen el potencial de estimular la producción de laxantes. Los niños, especialmente los recién nacidos, son los más vulnerables a los efectos adversos del uso de productos de lactancia artificiales que contienen agua con una alta concentración de sulfato. El criterio de calidad del sulfato en el agua para consumo es hasta 500 mg/L.</p>	
Cloruros	<p>Además, los cloruros tienen la capacidad de aumentar la conductividad, lo que puede provocar salinización.</p>	
Elementos	Afecciones a la salud	Consecuencias al suelo
Hierro	<p>Una enfermedad conocida como hemosiderosis, que se caracteriza por la presencia de hemosiderina en el hígado y el bazo, y hemocromatosis, que se caracteriza por depósitos excesivos de hierro en los tejidos, son causadas ambas por la acumulación de exceso de hierro en el cuerpo en forma de hemosiderina.</p> <p>Es importante señalar que incluso con ingestas más bajas de Fe, que oscilan entre 250 y 300 mg por día, una dosis de 900 mg de Fe puede ser letal.</p>	<p>Debido a que el hierro es un micronutriente que las plantas necesitan, no existe toxicidad que pueda atribuirse al hierro en el suelo. Sin embargo, se puede crear estrés en la rizosfera cuando faltan numerosos nutrientes. Los niveles de hierro en las plantas que han sido impactadas a menudo caen entre 300 y 2000 mg Fe/kg.</p>

Aluminio	Debido a que se han descubierto cantidades importantes de aluminio en personas expuestas a él, se ha demostrado que el aluminio es neurotóxico y que es responsable de numerosas enfermedades neurológicas, incluida la enfermedad de Alzheimer. Se recomienda que la ingesta máxima semanal sea de 1 miligramo por kilogramo de peso corporal, según lo afirma la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2008).	Cuando las plantas cultivadas se exponen a altas concentraciones de Al ³⁺ , sufren estrés, especialmente en las raíces. Este estrés hace que las raíces se encojan, lo que a su vez reduce su capacidad para absorber nutrientes y agua.
----------	--	---

Fuente: Zamora, et al., (2008), Elcinto, (2000), Casierra, et al., (2007), Dobermann y Fairhurst, (2000).

(ORTEGA et al., 2006) seña al **Polímero Natural Mashua** el año, también conocido como mashua, es un tubérculo originario de la región andina central y ocupa el cuarto lugar en importancia después de la papa, la oca y el olluco en esta zona. Se cultiva en los Andes de Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela (Gibbs et al., 1978). Desde el punto de vista agronómico, es un cultivo resistente que puede crecer en suelos pobres sin necesidad de fertilizantes ni pesticidas y aun así, sus rendimientos suelen superar los de la papa. Además, es tolerante a las heladas y posee propiedades fungicidas, nematocidas e insecticidas debido a la presencia de glucosinolatos y sus derivados, como los isotiocianatos, en toda la planta. Por su valor nutricional, el año es un cultivo que destaca por sus elevados niveles de vitamina C y proteínas, que incluso superan los niveles encontrados en la leche materna. Se han realizado un gran número de investigaciones experimentales sobre sus características medicinales, las cuales se atribuyen a los glucosinolatos y sus derivados, particularmente p-metoxibencilisotiocianato y bencilisotiocianato, este último posee capacidades anticancerígenas que son efectivas contra una variedad de células tumorales. El año, en comparación con la papa, la oca y el

olluco, posee una mayor capacidad antioxidante debido a la alta concentración de antocianinas y carotenoides.

(QUELAL et al., 2012) Se reconoce comúnmente que el ñu posee características terapéuticas, y se emplea eficazmente en forma de infusiones para el tratamiento de trastornos prostáticos. Además, se aplica en parches para reducir el reumatismo y la anemia. Además, se cree que posee propiedades antibacterianas, nematocidas, fungicidas, insecticidas y repelentes de insectos, además de tener la capacidad de ayudar en el proceso de curación del hígado y los riñones. Por ello, se intercala con otros tubérculos más propensos a enfermedades, como la patata y el olluco, o se planta en rotación con la patata. Se utilizan ambos métodos. Además, se utiliza en la fabricación de antibióticos para el negocio farmacéutico, concretamente para combatir la *Candida albicans*, la *Escherichia coli* y el *Staphylococcus*. Es posible que las aplicaciones médicas de esta especie se deban a la presencia de glucosinolatos, que son los componentes primarios de la familia Tropaeolaceae.

Tabla N° 4: Taxonomía de la *Tropaeolum tuberosum*

Taxonomía	
Reino	Plantae
Filo	Angiospermae
Clase	Dicoiledoneae
Orden	Brassicales
Familia	Tropaeolaceae
Genero	<i>Tropaeolum</i>
Especie	<i>T. Tuberosum</i>



Figura N° 3: Mashua

Fuente: Sistema de Armen Takhtajan (1981), cit. por Gómez (1998).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación se caracteriza por ser Exploratorio, ya que no presenta información en la literatura publicada sobre la capacidad de floculación del polímero natural MASHUA “*Tropaeolum tuberosum*” en aguas residuales, así mismo este estudio servirá como referencias para futuras investigaciones más complejas. (Hernández, R. *et al.* 2010. p. 79).

El diseño de esta investigación es experimental, ya que se utiliza pre experimentación, en la cual se realizará un análisis previo a los parámetros de cobre y arsénico, de las aguas del canal choque 3. En la Urbanización Rosa Luz del distrito de Puente Piedra. Cuando se utiliza este tipo de diseño, es necesario realizar una prueba previa y una prueba posterior. Este tipo de diseño implica administrar un estímulo o tratamiento a un grupo, seguido de la medición de una o más variables y la comparación de esos resultados.

3.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente: Eficiencia de remoción de polímero natural “mashua”.

Variable Dependiente: Concentración de cobre y arsénico en las aguas del canal choque 3.

La operacionalización: aquí podremos identificar y determinar las dimensiones importantes de nuestra problemática.

3.2. Variables, Operacionalización

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
V. Independiente: Eficiencia de remoción de polímero natural "mashua"	Capacidad que tiene la especie para la remoción absorber contaminantes a través de la floculación y coagulación.	Generación de polímero natural "floculante".	Condiciones físicas del polímero natural	Tiempo de Remoción (minutos)	De intervalo
			Dosis del polímero natural	Almidón de Mashua (mg)	
V. Dependiente: Concentración de Cobre y Arsénico en las aguas del canal choque 3	Reducción de la concentración del cobre y arenisco que se realiza mediante la floculación y coagulación de las aguas del canal de regadío choque 3.	-agua del canal de regadío al recipiente. -remoción del cobre y arsénico después de la aplicación del polímero natural.	Parámetros fisicoquímicos	-Cobre (mg/L) -Arsénico (mg/L) -Turbidez (NTU) -Potencial de Hidrogeno (PH) -Oxígeno Disuelto	De razón
			Eficiencia de Remoción	$Efi. R = \frac{Conc. Inicial - Conc. Final}{Conc. Inicial} \times 100\%$	Porcentaje

3.3. Población y Muestra

3.3.1 Población

En esta investigación se considerará a la población comprende el agua del canal choque 3, con un caudal de 11 m³/s coordenadas S 11°15'22'' W 77°11'48'' para el cultivo de hortalizas consumible en la Urbanización de Rosa Luz, Puente Piedra. Caudal del canal de regadío.

3.3.2. Muestra

Las muestras para determinar el parámetro fisicoquímico del agua del canal choque 3 serán tomadas antes que se aplique el polímero natural "mashua". Luego de realizar los análisis de las concentraciones iniciales de los parámetros fisicoquímicos. Posteriormente se procederá a la aplicación del polímero natural "mashua" en diferentes proporciones para conocer la eficiencia de remoción de acuerdo a las diversas concentraciones del polímero natural para la aplicación en el agua del canal choque 3.

3.3.3 Muestreo de las aguas del Canal Choque 3

Cantidad: La muestra de agua del canal Choque 3, será de un volumen de 30 litros.

Frascos: Se empleó recipientes con capacidad de 3 litro que son de plástico, antes de utilizar los frascos se lavó con agua destilada. Antes de la toma de muestra se lavó los recipientes con la misma agua del canal Choque 3, seguidamente se procede al muestreo en las aguas del canal Choque 3.

Reconocimiento de la muestra: el etiquetado de las muestras se considera los siguientes datos:

- Nombre quien muestrea
- Ubicación de muestreo
- Procedencia del cuerpo de agua
- Fecha de muestreo
- Parámetro requerido

Transporte y preservación de las muestras: Los procedimientos de transporte, conservación y acondicionamiento de las muestras se realizan de acuerdo al protocolo de muestreo de agua que fue legalmente definido por (D.S. N° 002-2008-MIINAM); para la preservación de las muestras se utilizara un cooler, para que no se altere ningún componente del agua.

Equipos y materiales para el muestreo:

- Lápiz, Lapicero, plumones.
- Equipo de ubicación GPS.
- Botellas de plástico con capacidad de tres litros.
- Cinta de etiquetado.
- Cooler.
- Cámara fotográfica.
- Guantes.

Tabla N° 5: Tabla De Muestreo

REGISTRO DE DATOS EN CAMPO Y LABORATORIO										Formato:				
										Ficha:				
FICHA DE OBSERVACIÓN										Fecha:				
Datos del responsable					Datos del lugar de estudio									
Muestreado por:							Localidad:							
Teléfono							Distrito:							
E- mail							Provincia:							
							Departamento:							
Número de envase	Ubicación	Tipo de envase	Tipo de agua	Fecha	Hora	Cantidad Muestra de		Parámetros Físicoquímicos						
						Litros		Cobre (mg/L)	Arsénico(mg/L)	Potencial de Hidrogeno (pH)	Conductividad (µS/cm)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Turbiedad (NTU)	
Observaciones:														

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla N° 6: Técnicas e instrumento de recolección de datos

ETAPAS	FUENTE	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	RESULTADOS
Recogida inicial La recogida de muestras para el análisis preliminar es la primera etapa.	Investigador	Observación experimentación	y Tabla N° 5: Tabla de muestreo	Conocimiento de las circunstancias iniciales del efluente
La obtención del polímero natural es el segundo paso del proceso.	Investigador	Observación experimentación	y Tabla N° 7: procesos del polímero natural para obtener el coagulante - floculante	Coagulante - Floculante natural en polvo
La tercera etapa comienza con la aplicación de polímero natural al test de jarras.	Investigador	Observación experimentación	y Tabla N°11: Diagrama de flujo de los polímeros para a emplearse en el tratamiento.	Determinar el tratamiento y la dosis más eficaces
El análisis de la muestra tratada con polímero natural constituye la cuarta etapa.	Investigador	Observación experimentación	y Tabla N°5: Registro de datos iniciales, resultados de análisis finales.	En miligramos por litro, las concentraciones iniciales y finales de cobre y arsénico
En la quinta fase se analizan los resultados.	Investigador	Observación experimentación	y Tablas de resultados finales	Se han cumplido todos los objetivos de la investigación.

- Técnica
- Validez y confiabilidad

Para cumplir con la validación y confiabilidad de instrumentos se realizó: certificado taxonómico del mashua, cadena de custodia para aguas y ficha de remoción de los parámetros evaluados. Los metales evaluados a remoción se han sometido análisis de laboratorio. La confiabilidad se determinará por medio de análisis de la varianza con un factor (ANOVA).

Localización de área de investigación

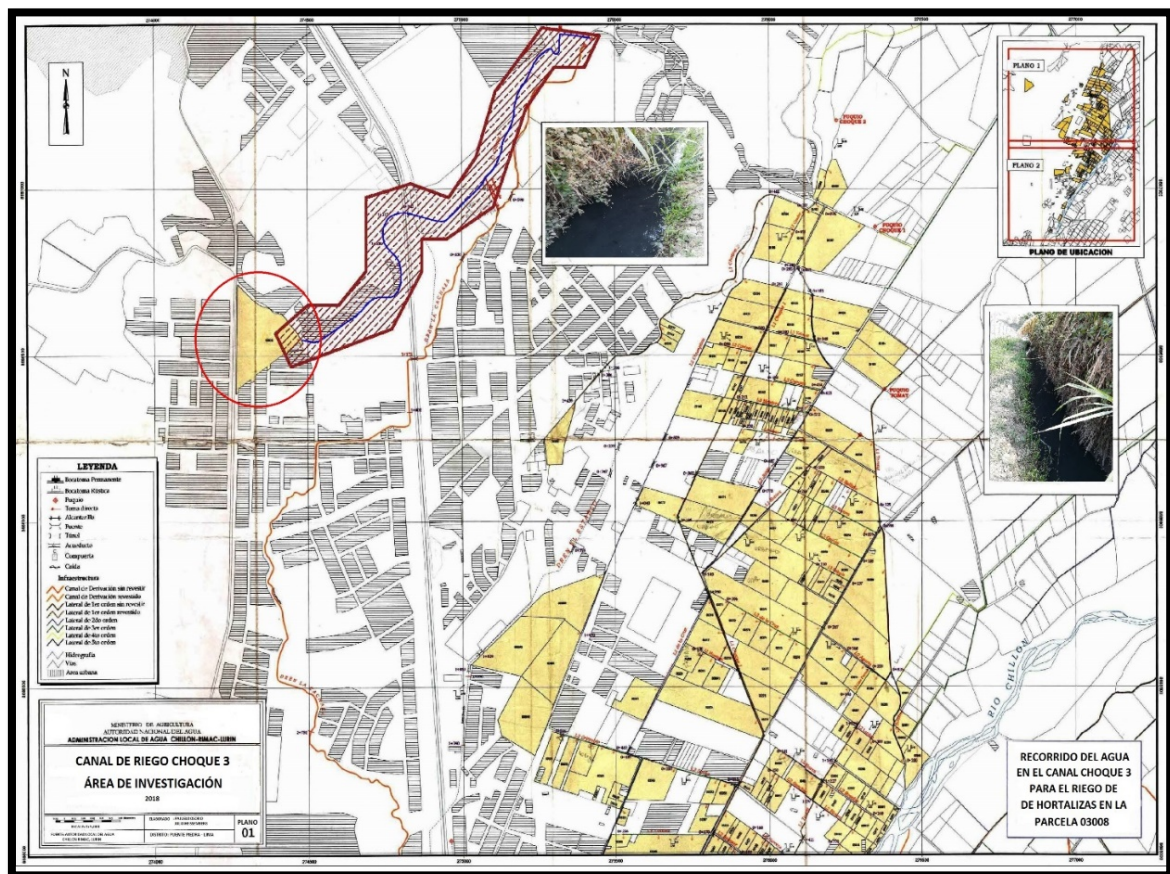


Figura N° 4: Delimitación del canal de regadío choque 3, Puente Piedra – Lima

Fuente: Elaboración propia partir de mapa del ANA.

Obtención del polímero natural del mashua (*Tropaeolum tuberosum*)

Como principal fuente para la obtención del polímero natural se utilizará el mashua (*Tropaeolum tuberosum*), para lo cual se lavarán para poder quitar las impurezas, posteriormente emplearemos un rayador para poder trozar en pequeñas partes. Posteriormente el mashua ya trozado se licuará y se realizará el lavado en dos tiempos para que luego realizar el tamizado para que luego reposé, esperar a la formación del almidón.

Tabla N° 7: Diagrama de flujo de la obtención del polímero natural del mashua

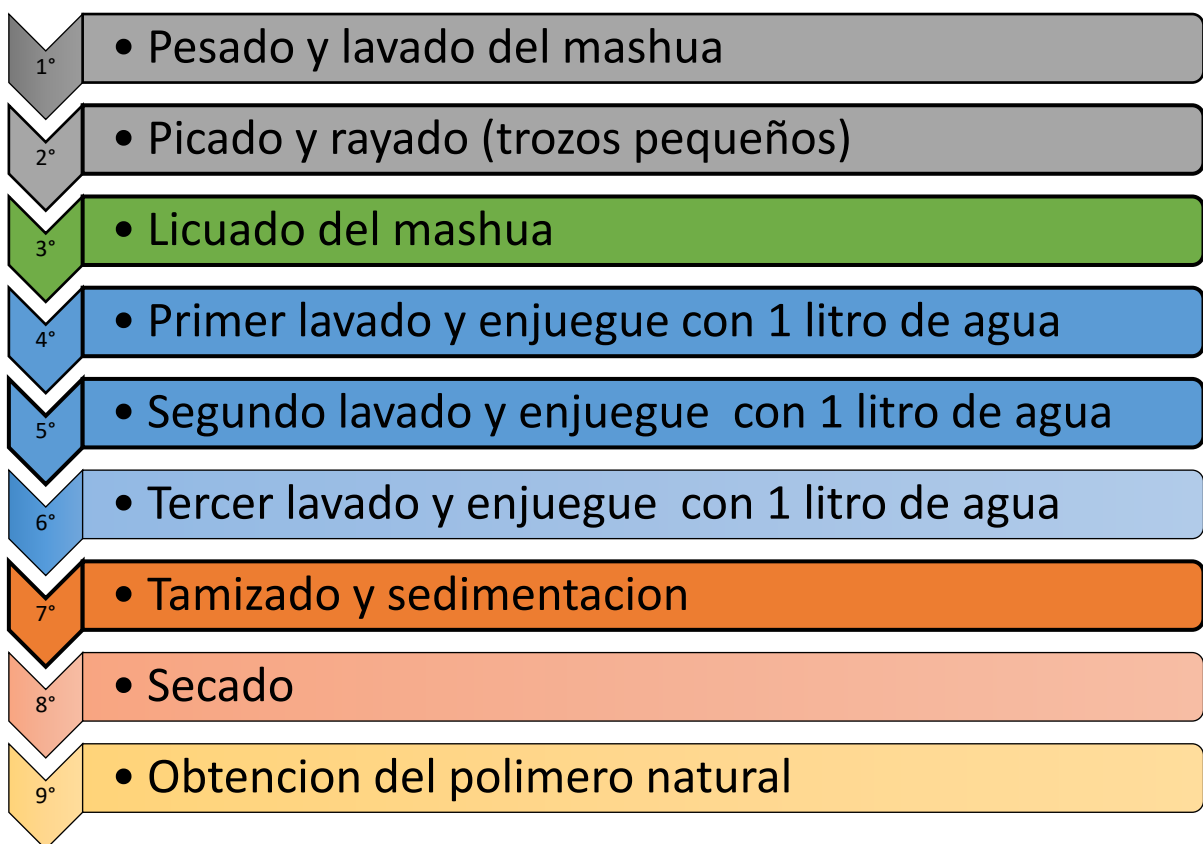


Tabla N° 8: proceso de gelatinización del polímero del mashua

Gelatinización	Porcentaje del polímero (mg)	10
	Disolver el polímero con agua (ml)	100
	Cantidad de NAOH (mg)	0.25%
	Molaridad de NAOH (mg)	1.32

Este proceso consiste en romper las moléculas que están envueltas, como puede ser el caso de la amilosa o la amilopectina

Método de jarras para simular el tratamiento de agua a gran escala, se utiliza el método de jarra para lograr los resultados deseados en las mismas condiciones que se aplicara para el tratamiento de aguas en las cuales implica los parámetros fisicoquímicos del agua como por ejemplo materiales suspendidos, coloides turbiedad, pH, conductividad, oxígeno disuelto y otros parámetros. Para proceder en este procedimiento se emplea polímeros sintéticos que se aplican en diferentes concentraciones para evaluar la capacidad de coagular y flocular las partículas finas que se están presentes en el agua y remover con la precipitación todas las impurezas presentes para tener una mejor calidad de agua en el tratamiento, con esta prueba se evalúa el comportamiento final de tratamiento con los polímeros a aplicarse.

3.5. Procedimientos

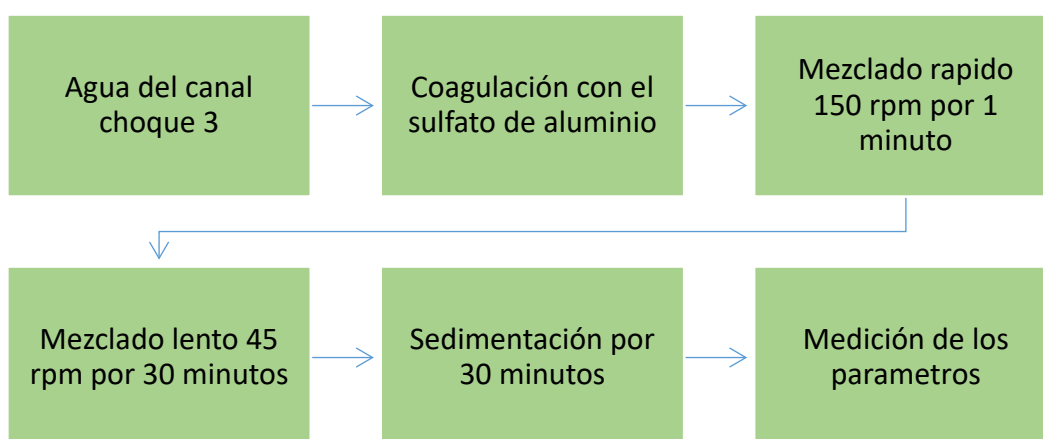
Experimentación del polímero de mashua en la coagulación y floculación

En esta investigación la experimentación se realizó en tres fases y cada una aplicando un polímero sintético, polímero modificado, polímero natural. El polímero natural mashua se emplea como alternativa de tratamiento natural y demostrar su efectividad en el proceso de la coagulación en la remoción de Cobre Y Arsénico.

Fase 1: Tratamiento - sulfato de aluminio primer proceso base, la muestra de agua del canal Choque 3, se trasvasó a 6 vasos precipitado de 1000 ml y luego inicio el proceso para la prueba de jarras.

Se empleó el polímero artificial sulfato de aluminio ($Al_2(SO_4)_3$) como solución base, con esta solución de polímero sintético se procede a aplicar diferentes dosis (2, 4, 6, 8, 10 y 12) mg/l utilizando una pipeta de 1 ml, aplicando la dosis establecido a cada vaso en la prueba de jarras para la floculación, se inicia la programación de equipo mencionado, para una mezcla homogénea y rápida se selecciona a una velocidad de (150 RPM) por un periodo de 1 minuto, para la mezcla lenta se establece una velocidad de (45 RPM) por un periodo de 30 minutos, y como último etapa se deja reposar el tratamiento por un periodo de 30 minutos para la sedimentación.

Tabla N° 9: Diagrama de flujo de primero tratamiento con sulfato de aluminio



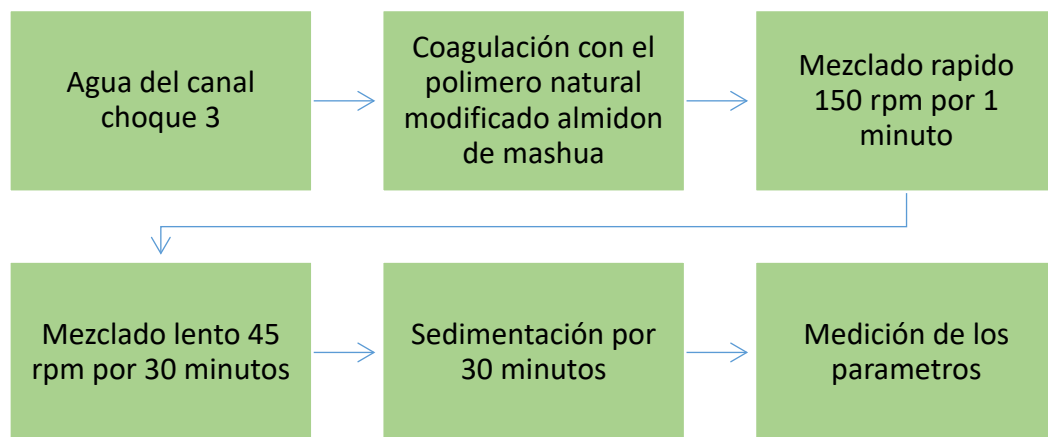
Fuente: Elaboración propia, 2018

Fase 2: Tratamiento con el polímero natural mashua gelatinizado, la muestra de agua del canal Choque 3, se trasvasó a 6 vasos precipitado de 1000 ml y luego para la prueba de jarras.

El polímero natural mashua modificado, con NAOH al 0.25% de concentración, se tomó como solución para el tratamiento, con esta solución de polímero se procede a aplicar diferentes dosis (2, 4, 6, 8, 10 y 12) mg/l utilizando una pipeta de 1 ml, aplicando la dosis establecido a cada vaso en la prueba de jarras para la floculación, se inicia la programación de equipo, para una mezcla rápida y homogénea se selecciona a una velocidad de (150 RPM) por un periodo de 1 minuto, para la mezcla lenta se establece una velocidad de (45 RPM) por un periodo de 30 minutos,

y como último etapa se deja reposar el tratamiento por un periodo de 30 minutos para la sedimentación.

Tabla N° 10: Diagrama de flujo de primero tratamiento con polímero natural almidón de mashua

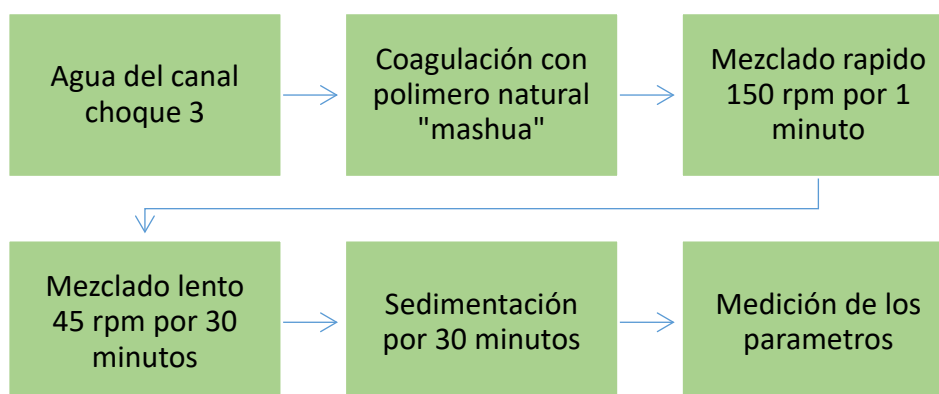


Fuente: Elaboración propia, 2018

Fase 3: Tratamiento Con El Polímero Natural Mashua, la muestra de agua del canal Choque 3, se trasvasó a 6 vasos precipitado de 1000 ml y luego para la prueba de jarras.

El polímero natural mashua, se tomó como solución para el tratamiento, con esta solución de polímero se procede a aplicar diferentes dosis (2, 4, 6, 8,10 y 12) mg/l utilizando una pipeta de 1 ml, aplicando la dosis establecido a cada vaso en la prueba de jarras para la floculación, se inicia la programación de equipo de prueba de jarras, para una mezcla rápida y homogénea se selecciona a una velocidad de (150 RPM) por un periodo de 1 minuto, para la mezcla lenta se establece una velocidad de (45 RPM) por un periodo de 30 minutos, y como último etapa se deja reposar el tratamiento por un periodo de 30 minutos para la sedimentación.

Tabla N° 11: Diagrama de flujo de primero tratamiento con sulfato de aluminio



Fuente: Elaboración propia, 2018

3.6. Métodos de análisis de datos

En esta investigación se observará el comportamiento del agua en la prueba de test de jarras, la cual será un meto de observación, posteriormente se recogerá la información de los parámetros analizados para el informe final sobre el comportamiento del polímero natural.

Los análisis de Cobre y Arsénico se llevarán a cabo en el laboratorio de fisicoquímica.

Para el análisis estadístico se empleará software SPSS; las herramientas a emplearse, serán tabla de resultados grafico de dispersión y la validación de hipótesis se empleará la prueba de ANOVA.

Se utilizó la siguiente fórmula para determinar la eficacia de la reducción de los parámetros de cobre y arsénico en la combinación más óptima de tratamiento y dosis.

$$Efi. R = \frac{Conc.Inicial - Conc.Final}{Conc. Inicial} \times 100\%$$

3.7. Aspectos éticos

En esta investigación con respecto a los polímeros naturales se respeta el cumplimiento al derecho de autor, citando varias investigaciones de estudio de coagulación y floculación natural con el fin de eliminar impurezas presentes en el estudio realizado.

IV. RESULTADOS

4.1 Porcentaje de Remoción de Cobre (Cu) – (mg/L)

Tabla N° 12: Porcentaje de Remoción de Cobre (Cu) – (mg/L)

CONCENTRACIÓN DE POLÍMERO	%Remoción de COBRE (Cu) - (mg/L)		
	TRATAMIENTO - SULFATO DE ALUMINIO $Al_2(SO_4)_3$	TRATAMIENTO DE MASHUA - NaOH "GELATINIZADO"	TRATAMIENTO MASHUA - POLIMERO NATURAL
V-1 (2 ml)	80%	91%	92%
V-2 (4ml)	82%	92%	92%
V-3 (6ml)	84%	93%	94%
V-4 (8ml)	85%	94%	95%
V-5 (10ml)	87%	94%	96%
V-6 (12ml)	90%	95%	97%

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación: En este gráfico N° 1 de la tabla N° 12 podemos decir que el tratamiento con el polímero natural "mashua" tuvo una mayor eficiencia de remoción de Cobre (Cu) - (mg/L) del 97% en al vaso número 6 que se le aplico 12 ml de polímero con respecto a los otros tratamientos aplicando la misma cantidad de polímero sintético o modificado.

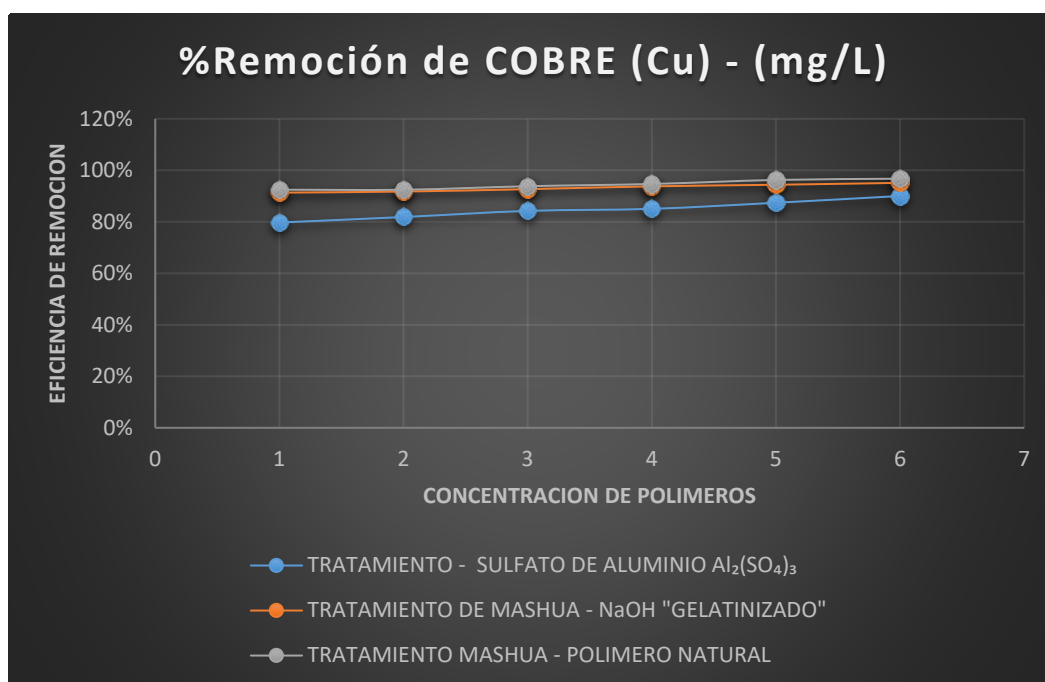


Gráfico N° 1: Resultado % Remoción de Cobre (Cu).

4.2 Porcentaje de Remoción de Arsénico (As) – (mg/L)

Tabla N° 13: Porcentaje de Remoción de Arsénico (As) – (mg/L)

CONCENTRACIÓN DE POLÍMERO	% Remoción de ARSENICO (As) (mg/L)		
	TRATAMIENTO - SULFATO DE ALUMINIO $Al_2(SO_4)_3$	TRATAMIENTO DE MASHUA - NaOH "GELATINIZADO"	TRATAMIENTO MASHUA - POLIMERO NATURAL
V-1 (2 ml)	76%	91%	93%
V-2 (4ml)	80%	92%	94%
V-3 (6ml)	81%	94%	94%
V-4 (8ml)	81%	94%	95%
V-5 (10 ml)	83%	95%	96%
V-6 (12ml)	85%	96%	97%

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación: En este grafico N° 2 de la tabla N° 13 podemos decir que el tratamiento con el polímero natural "mashua" tuvo una mayor eficiencia de remoción de Arsénico (As)- (mg/L) del 97% en al vaso número 6 que se le aplico 12 ml de polímero con respecto a los otros tratamientoS aplicando la misma cantidad de polímero sintético o modificado.

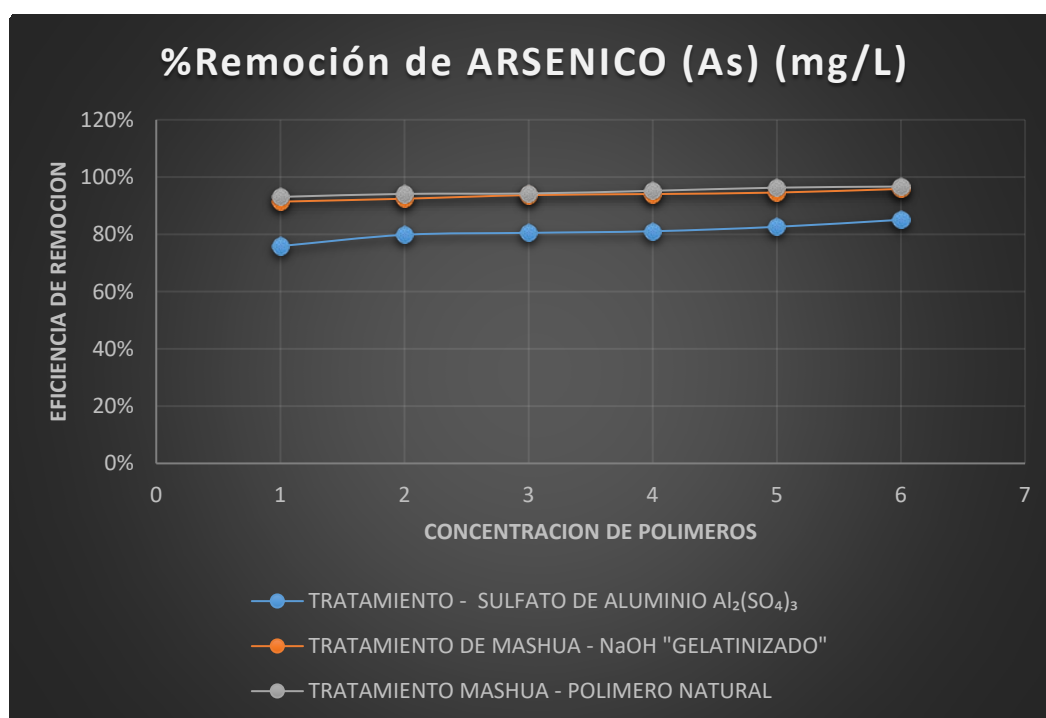


Gráfico N° 2: Resultado % Remoción de Arsénico (As).

4.3 Tabla de Resultado de los Tratamientos del Parámetro Turbiedad (NTU)

Tabla N° 14: Tratamientos del Parámetro Turbiedad (NTU)

CONCENTRACIÓN DE POLÍMERO	TURBIEDAD (NTU)		
	TRATAMIENTO - SULFATO DE ALUMINIO $Al_2(SO_4)_3$	TRATAMIENTO DE MASHUA - NaOH "GELATINIZADO"	TRATAMIENTO MASHUA - POLIMERO NATURAL
V-1 (2 ml)	7.2	11.69	4.78
V-2 (4ml)	5.4	11.25	4.11
V-3 (6ml)	5.3	10.86	3.45
V-4 (8ml)	4.7	10.39	2.53
V-5 (10 ml)	3.4	10.23	1.98
V-6 (12ml)	1.8	10.19	0.85

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación: En este grafico N° 3 de la tabla N° 14 podemos decir que el tratamiento con el polímero natural mashua tuvo una mayor disminución de la TURBIEDAD (NTU) llegando hasta 0.85 NTU, en el vaso número 6 que se le aplico 12 ml de polímero con respecto a los otros tratamientos aplicando la misma cantidad de polímero sintético o modificado.

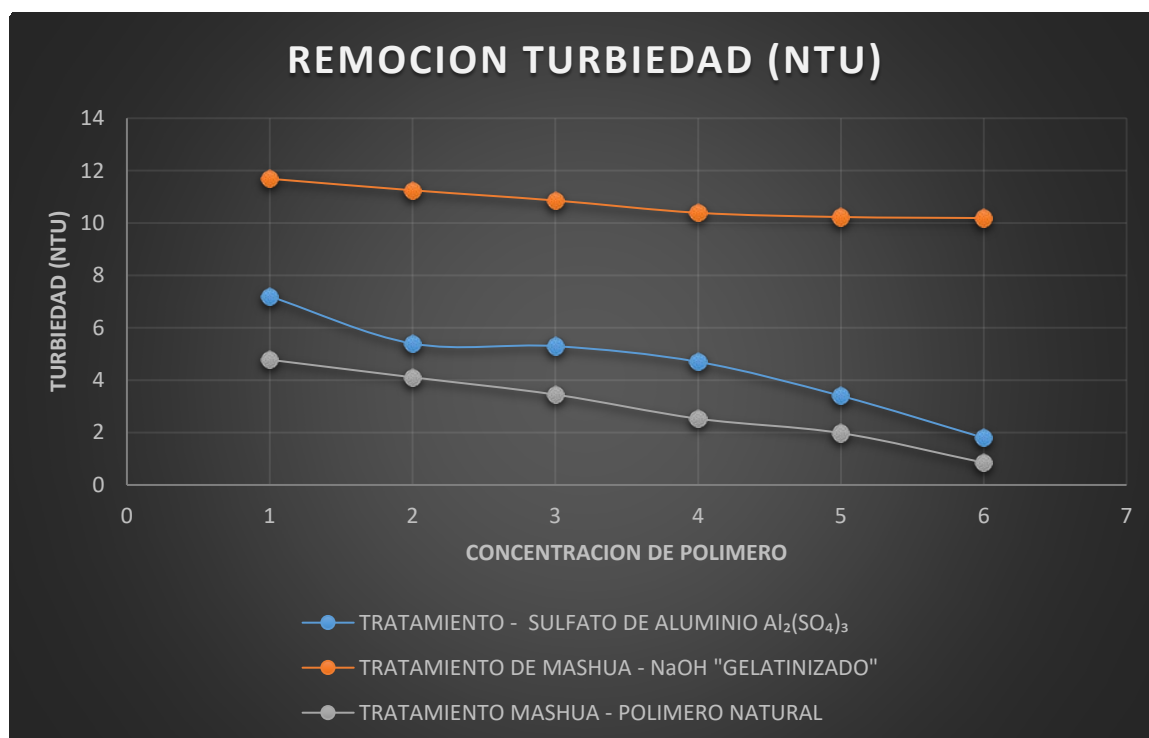


Gráfico N° 3: Resultado de los Tratamientos del Parámetro Turbiedad (NTU).

4.4 Tabla de Resultado de los Tratamientos del Parámetro Cobre (Cu) - (mg/L)

Tabla N° 15: Tratamientos del Parámetro Cobre (Cu) - (mg/L)

CONCENTRACIÓN DE POLÍMERO	COBRE (Cu) - (mg/L)		
	TRATAMIENTO - SULFATO DE ALUMINIO $Al_2(SO_4)_3$	TRATAMIENTO DE MASHUA - NaOH "GELATINIZADO"	TRATAMIENTO MASHUA - POLIMERO NATURAL
V-1 (2 ml)	0.089	0.038	0.033
V-2 (4ml)	0.077	0.035	0.032
V-3 (6ml)	0.069	0.032	0.027
V-4 (8ml)	0.065	0.027	0.023
V-5 (10 ml)	0.054	0.024	0.016
V-6 (12ml)	0.043	0.021	0.014

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación: En este grafico N° 4 de la tabla N° 15 podemos decir que el tratamiento con el polímero natural mashua tuvo una mayor disminución en el Cobre (Cu) - (mg/L) que llego a disminuir hasta 0.014 (mg/L) en el vaso número 6 que se le aplico 12 ml de polímero con respecto a los otros tratamientos aplicando la misma cantidad de polímero sintético o modificado.

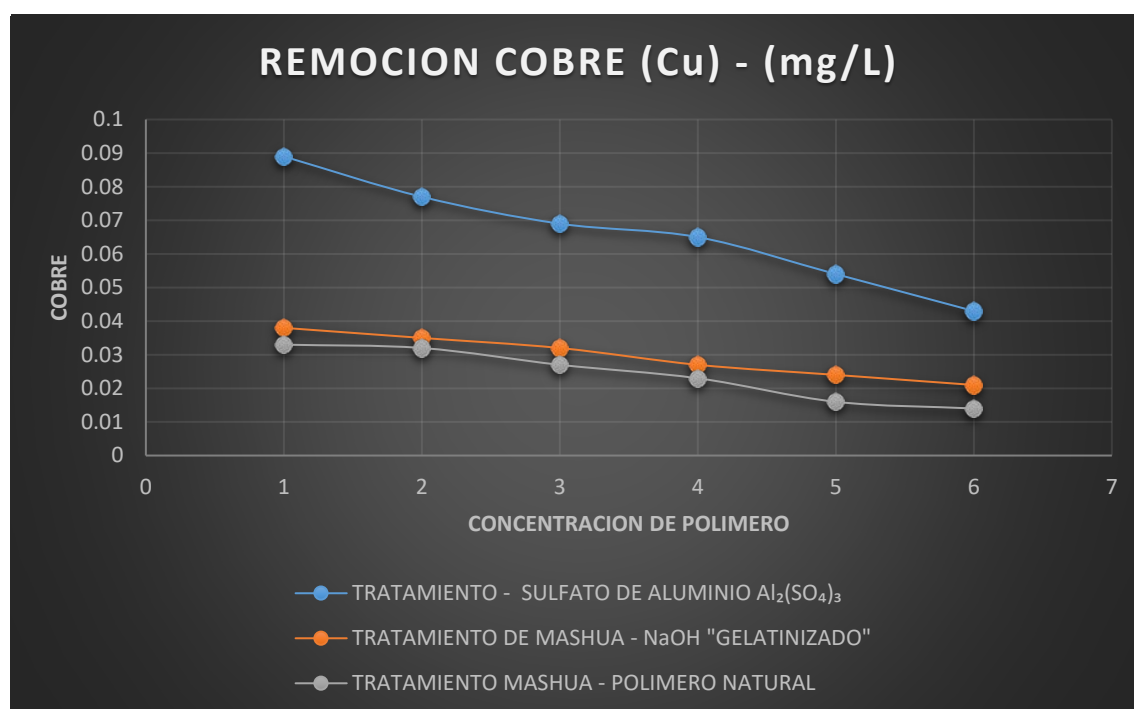


Gráfico N° 4: Resultado de los Tratamientos del Parámetro Cobre (Cu) - (mg/L).

4.5 Tabla de Resultado de dos Tratamientos del Parámetro Arsénico (As) (mg/L)

Tabla N° 16: Tratamientos del Parámetro Arsénico (As) (mg/L)

CONCENTRACIÓN DE POLÍMERO	ARSENICO (As) (mg/L)		
	TRATAMIENTO - SULFATO DE ALUMINIO $Al_2(SO_4)_3$	TRATAMIENTO DE MASHUA - NaOH "GELATINIZADO"	TRATAMIENTO MASHUA - POLIMERO NATURAL
V-1 (2 ml)	0.087	0.031	0.025
V-2 (4ml)	0.072	0.027	0.021
V-3 (6ml)	0.068	0.022	0.020
V-4 (8ml)	0.067	0.021	0.017
V-5 (10 ml)	0.061	0.019	0.013
V-6 (12ml)	0.054	0.015	0.012

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación: En este grafico N° 5 de la tabla N° 16 podemos decir que el tratamiento con el polímero natural mashua tuvo una mayor disminución en el Arsénico (As) (mg/L) que llego a disminuir hasta 0.012 (mg/L) en el vaso número 6 que se le aplico 12 ml de polímero con respecto a los otros tratamientos aplicando la misma cantidad de polímero sintético o modificado.

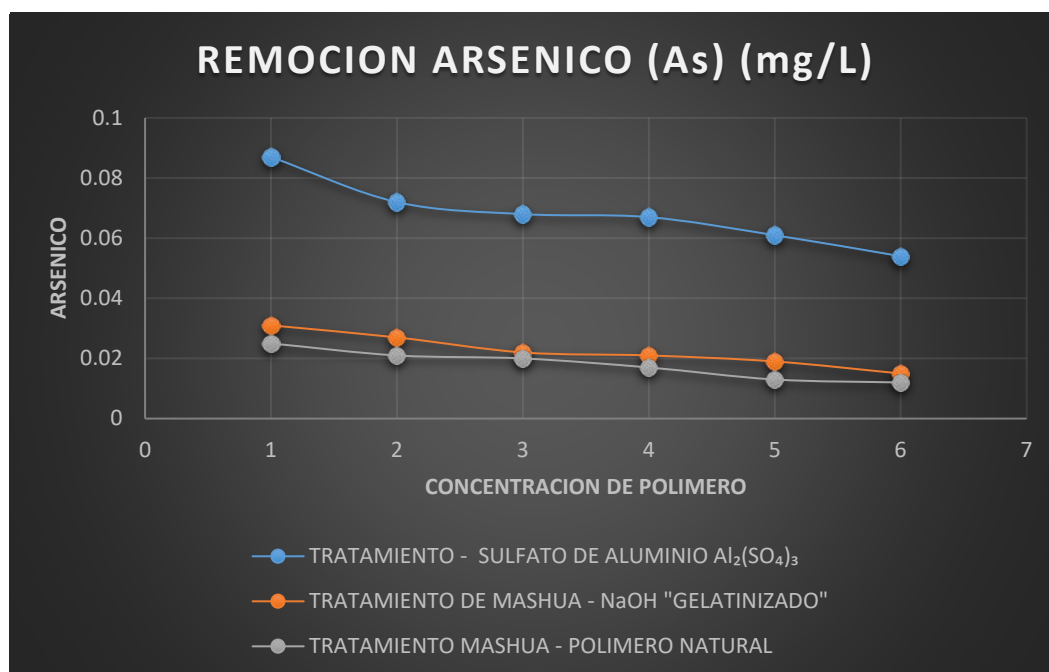


Gráfico N° 5: Resultado de los Tratamientos para Arsénico (As) (mg/L).

4.6 Tabla de Resultado de dos Tratamientos del Parámetro Oxígeno Disuelto (mg/L)

Tabla N° 17: Tratamientos del Parámetro Oxígeno Disuelto (mg/L)

CONCENTRACIÓN DE POLÍMERO	OXIGENO DISUELTO (mg/L)		
	TRATAMIENTO - SULFATO DE ALUMINIO $Al_2(SO_4)_3$	TRATAMIENTO DE MASHUA - NaOH "GELATINIZADO"	TRATAMIENTO MASHUA - POLIMERO NATURAL
V-1 (2 ml)	4.15	4.22	4.22
V-2 (4ml)	4.17	4.26	4.23
V-3 (6ml)	4.21	4.28	4.27
V-4 (8ml)	4.25	4.29	4.35
V-5 (10 ml)	4.28	4.33	4.38
V-6 (12ml)	4.33	4.35	4.41

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación: En este grafico N° 6 de la tabla N° 17 podemos decir que el tratamiento con el polímero natural mashua tuvo un aumento de OXIGENO DISUELTO (mg/L) que llego a aumentar 4.41 (mg/L) en el vaso número 6 que se le aplico 12 ml de polímero con respecto a los otros tratamientos aplicando la misma cantidad de polímero sintético o modificado.

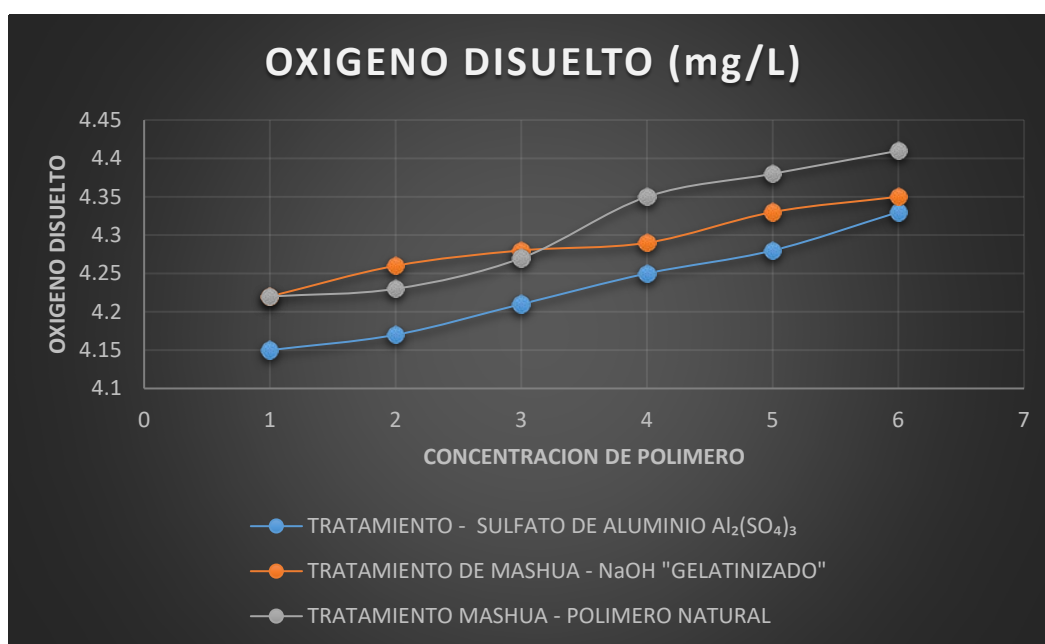


Gráfico N° 6: Resultado de los Tratamientos para Oxígeno Disuelto (mg/L).

4.7 Tabla de Resultado de dos Tratamientos del Parámetro Potencial de Hidrogeno (pH)

Tabla N° 18: Tratamientos del Parámetro Potencial de Hidrogeno (pH)

CONCENTRACIÓN DE POLÍMERO	POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)		
	TRATAMIENTO - SULFATO DE ALUMINIO $Al_2(SO_4)_3$	TRATAMIENTO DE MASHUA - NaOH "GELATINIZADO"	TRATAMIENTO MASHUA - POLIMERO NATURAL
V-1 (2 ml)	4.42	11.37	7.24
V-2 (4ml)	4.64	11.26	7.17
V-3 (6ml)	4.81	10.98	7.04
V-4 (8ml)	5.12	10.88	7.12
V-5 (10 ml)	5.38	10.59	7.2
V-6 (12ml)	5.47	10.43	6.92

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación: En este grafico N° 7 de la tabla N° 18 podemos decir que con el tratamiento de MASHUA - NaOH "GELATINIZADO" el agua se volvió más básico llegando hasta 11.37 pH y con el tratamiento de SULFATO DE ALUMINIO $Al_2(SO_4)_3$ el agua se volvió más ácido hasta 4.42 pH y con el tratamiento MASHUA - POLIMERO NATURAL re registro que no modifica el pH que alcanzo una medida de 6.92 como mínimo y máximo de 7.24 de pH.

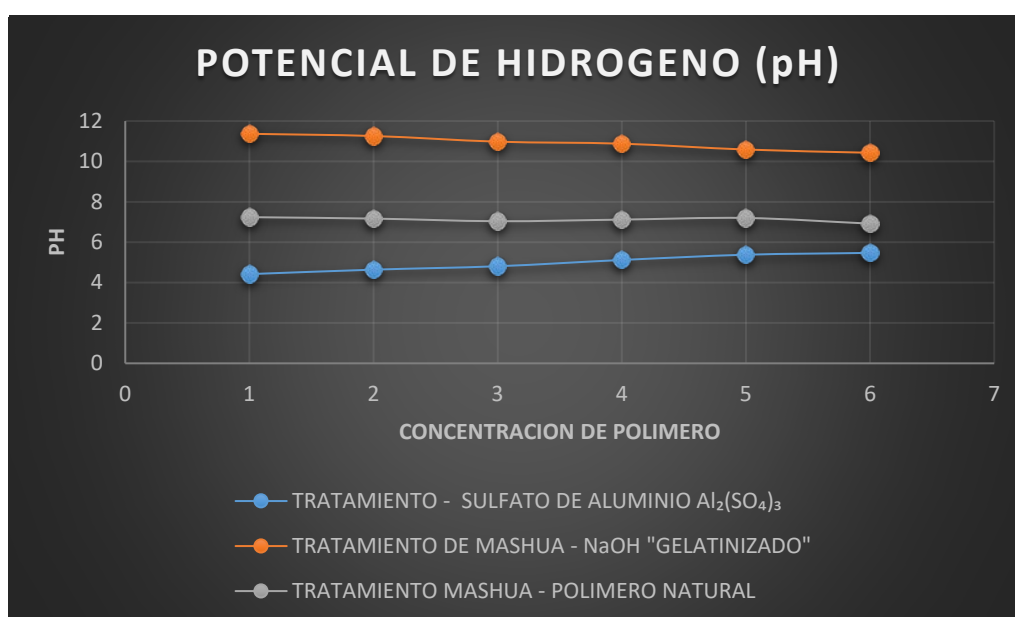


Gráfico N° 7: Resultado de dos Tratamientos del Parámetro Potencial de Hidrogeno.

COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS SE APLICARÁ EL ESTADÍSTICO ANOVA, UTILIZANDO EL SOFTWARE ESTADÍSTICO SPSS VERSIÓN 23

HIPÓTESIS GENERAL:

Ho: El polímero natural no es eficiente para la remoción de Cobre (Cu) y Arsénico (As) en las aguas del canal choque 3 para el cultivo de hortalizas consumible en la Urbanización de Rosa Luz, Puente Piedra.

Ha: Los polímeros naturales es eficiente para la remoción de Cobre (Cu) y Arsénico (As) en las aguas del canal choque 3 para el cultivo de hortalizas consumible en la Urbanización de Rosa Luz, Puente Piedra.

Hipótesis Estadísticas para la remoción de Cu (mg/L)

Ho: $u_1 = u_2$

Ha: $u_1 \neq u_2$

Donde:

u₁: Promedio de las concentraciones de Cu expresado en (mg/L) en las aguas del canal choque 3 sin tratamiento.

u₂: Promedio de las concentraciones de Cu expresado en (mg/L) en las aguas del canal choque 3 con tratamiento Mashua – Polímero natural.

Nivel de Confiabilidad:

Hay un grado de confiabilidad del 95% asociado con la investigación.

El nivel de significancia se fija en el 5%, con un valor de α de 0,05.

Estadígrafo de Contraste

Debido a que es necesario comparar los promedios de las variables concentraciones de Cu expresadas en (mg/L) en las aguas del canal de choque 3, con y sin tratamiento, la estadística de contraste que se realiza es el análisis de varianza (ANOVA).

Cálculos basados en estadísticas: la cantidad promedio de cobre removido (en miligramos por litro) se calcula tanto para la muestra que no fue tratada como para la muestra que fue tratada, y los hallazgos se muestran en la tabla N° 19.

Tabla N° 19: Resultados descriptivos para la Remoción de COBRE (Cu) - (mg/L).

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Sin tratamiento	6	0,4330	0,0054	0,0022	0,4273	0,4387	0,4250	0,4390
Tratamiento Mashua polímero natural	6	0,0242	0,0080	0,0033	0,0158	0,0326	0,0140	0,0330
Total	12	0,2286	0,2136	0,0617	0,0929	0,3643	0,0140	0,4390

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación:

De la tabla 19, se tiene que el promedio para la concentración de Cu expresado en (mg/L) en las aguas del canal choque 3 sin tratamiento es 0.433 mg/L sin embargo el promedio de la concentración de Cu expresado en (mg/L) en las aguas del canal choque 3 con tratamiento es 0.0242 mg/L, observando que el tratamiento con mashua polímero natural ha sido efectivo al tener un 94.41% de eficiencia de remoción de Cu.

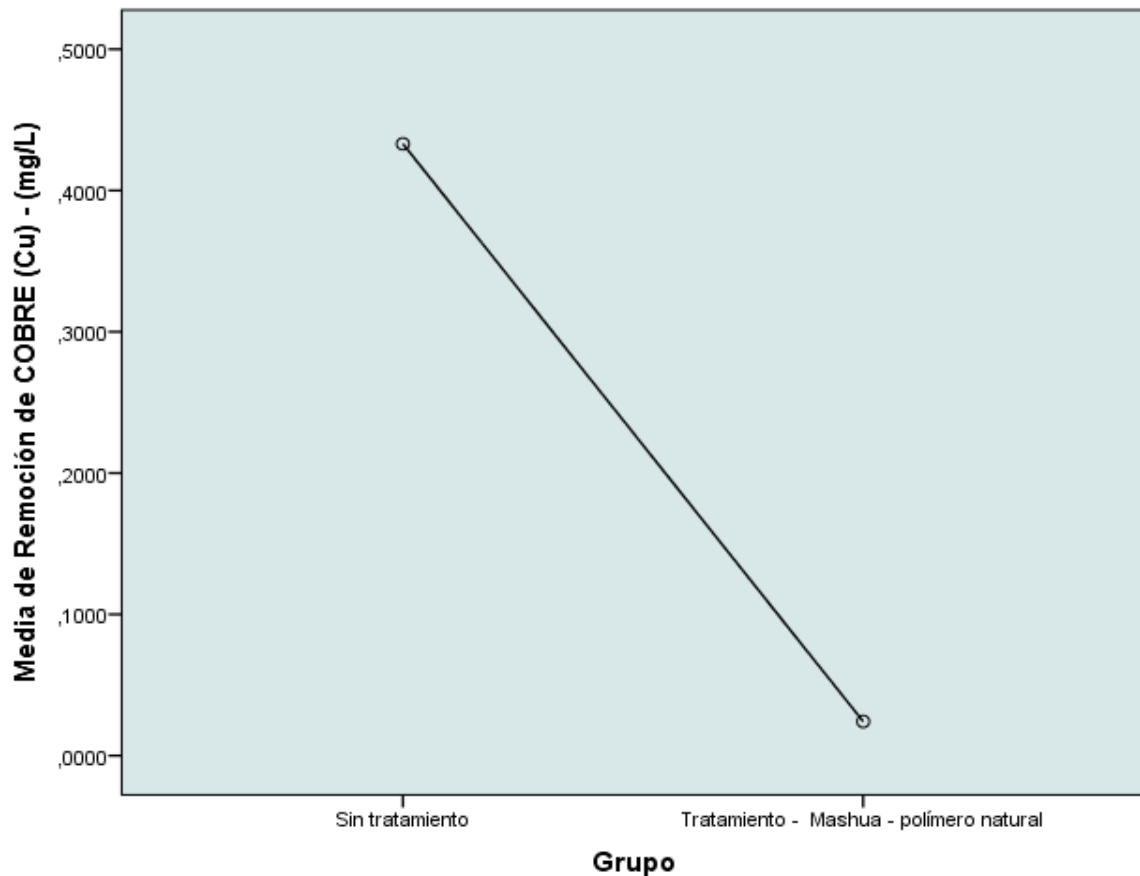


Gráfico N° 8: Gráfico de comparación de medias.

De la misma manera, para validar la hipótesis se utilizará el estadístico de análisis de varianza (ANOVA) junto con el programa estadístico SPSS versión 23, lo que finalmente dará como resultado los datos que se muestran en la Tabla N° 20.

Tabla N° 20: Resultados del estadístico ANOVA

Remoción de COBRE (Cu) - (mg/L)					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0,501	1	0,501	10787,395	0,000
Dentro de grupos	0,000	10	0,000		
Total	0,502	11			

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación:

Un valor de p (σ) = 0,000, que es inferior a 0,05, se obtiene de los cálculos que se realizaron en SPSS Ver 23 para la estadística ANOVA. Este valor indica que se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. Esto demuestra que el polímero natural es efectivo para la remoción de cobre (Cu) de las aguas del canal de choque 3, que se utiliza para el cultivo de hortalizas consumibles en la Urbanización Rosa Luz, Puente Piedra.

Hipótesis Estadísticas para la remoción de As (mg/L)

Ho: $\mu_1 = \mu_2$

Ha: $\mu_1 \neq \mu_2$

Donde:

μ_1 : Promedio de las concentraciones de As expresado en (mg/L) en las aguas del canal choque 3 sin tratamiento.

μ_2 : Promedio de las concentraciones de As expresado en (mg/L) en las aguas del canal choque 3 con tratamiento Mashua – Polímero natural.

Nivel de Confiabilidad:

Hay un grado de confiabilidad del 95% asociado con la investigación.

El nivel de significancia se fija en el 5%, con un valor de α de 0,05.

Estadígrafo de Contraste

El análisis de varianza (ANOVA) es el estadístico de contraste porque es necesario comparar los promedios de las concentraciones de la variable As expresadas en miligramos por litro (mg/L) en las aguas del canal de choque 3, tanto con cómo sin condiciones de tratamiento.

Cálculos estadísticos: Los promedios de la cantidad de As que se eliminó (en miligramos por litro) se calculan para la muestra que no fue tratada y para la muestra que fue tratada, y los hallazgos se proporcionan en la tabla N°19.

Tabla N° 21: Resultados descriptivos para la Remoción de ARSENICO (As) - (mg/L)

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Sin tratamiento	6	0,3557	0,0053	0,0022	0,3501	0,3612	0,3490	0,3620
Tratamiento Mashua polímero natural	6	0,0180	0,0050	0,0020	0,0128	0,0232	0,0120	0,0250
Total	12	0,1868	0,1764	0,0509	0,0747	0,2990	0,0120	0,3620

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación:

Según la tabla 21, la concentración promedio de As expresada en miligramos por litro (mg/L) en las aguas del canal de choque 3 que no han sido tratadas es de 0,3557 mg/L. Por otro lado, la concentración promedio de As expresada en miligramos por litro (mg/L) en las aguas del canal de choque 3 que han sido tratadas es de 0,0180 mg/L. Esto indica que el tratamiento con mashua polímero natural ha sido exitoso, ya que tiene una eficiencia de remoción del 94.94%.

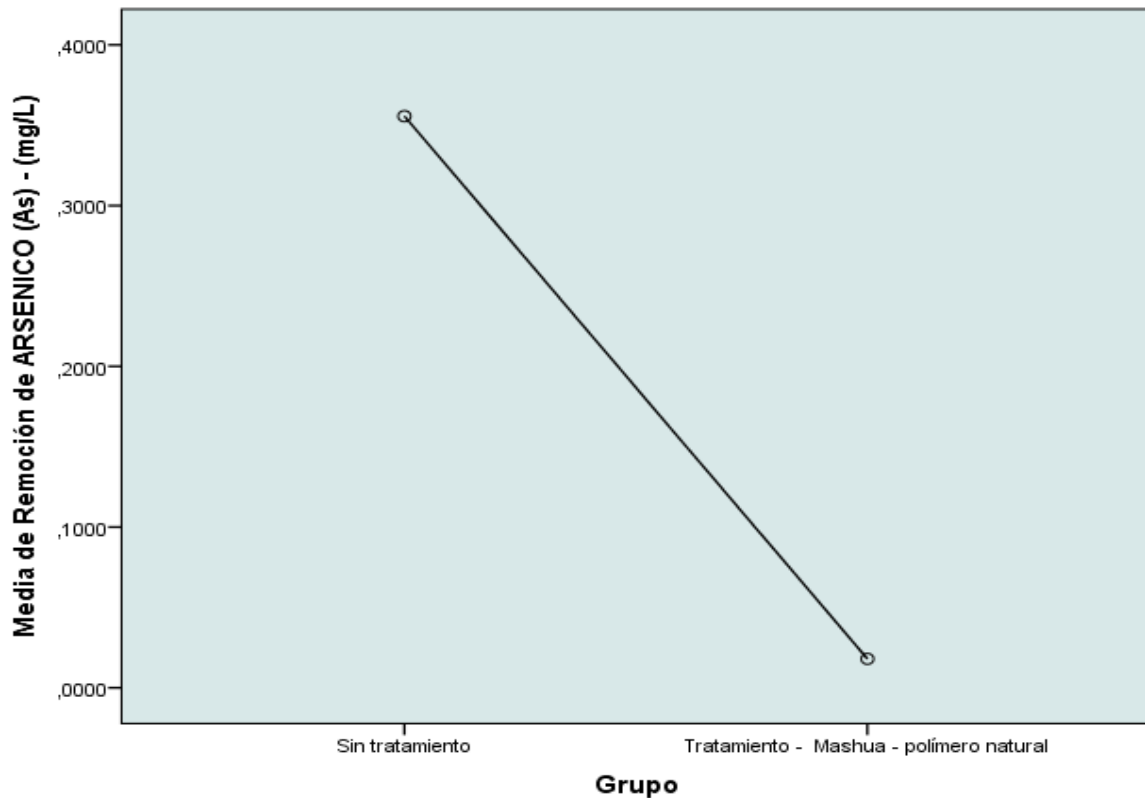


Gráfico N° 9: Gráfico de comparación de medias.

De igual manera, para validar la hipótesis se utilizará el estadístico de análisis de varianza (ANOVA) y se utilizará el programa estadístico SPSS versión 23 para generar los resultados que se muestran en la Tabla N° 22.

Tabla N° 22: Resultados del estadístico ANOVA

Remoción de ARSÉNICO (As) - (mg/L)					
	Suma de cuadrados	de gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0,342	1	0,342	12989,481	,000
Dentro de grupos	0,000	10	0,000		
Total	0,342	11			

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación:

Un valor de p (sigma) = 0,000, que es inferior a 0,05, se obtiene de los cálculos que se realizaron en SPSS Ver 23 para la estadística ANOVA. Este valor indica que se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. Esto demuestra que el polímero natural es efectivo para la eliminación de arsénico (As) de las aguas del canal de choque 3, que se utiliza para el cultivo de hortalizas consumibles en la Urbanización Rosa Luz, Puente Piedra.

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1:

Ho: Cuando se trata de la remoción de cobre (Cu) y arsénico (As) de las aguas del canal de choque 3 para la producción de vegetales comestibles en la Urbanización Rosa Luz, el polímero natural mashua no resulta efectivo. Estos contaminantes superan el ECAS para agua de categoría 3.

Ha: Para el desarrollo de hortalizas comestibles en la Urbanización Rosa Luz, que superan los ECAS de agua categoría 3, el polímero natural mashua es eficaz para eliminar cobre (Cu) y arsénico (As) de las aguas del canal de choque 3, gracias a su capacidad para eliminar estos contaminantes.

Hipótesis Estadísticas para la remoción de Cu (mg/L)

Ho: $u_1 = u_2$

Ha: $u_1 \neq u_2$

Donde:

u_1 : Promedio de las concentraciones de Cu expresado en (mg/L) en las aguas del canal choque 3 con tratamiento.

u_2 : Promedio de las concentraciones de Cu expresado en (mg/L) según los ECAs para agua Categoría 3.

Nivel de Confiabilidad: Hay un grado de confiabilidad del 95% asociado con la investigación.

El nivel de significancia se fija en el 5%, con un valor de α de 0,05.

Estadígrafo de Contraste

Debido a que es fundamental comparar las concentraciones de cobre expresadas en miligramos por litro (mg/L) en las aguas del canal de choque 3 con tratamiento, frente a las ECA para aguas de Categoría 3, la estadística de contraste que se utiliza actualmente es el análisis de varianza. (ANOVA).

Cálculos estadísticos:

Los resultados de la comparación entre los ECA y el tratamiento para agua Categoría 3 se muestran en el cuadro N° 23, el cual muestra la cantidad promedio de cobre que se elimina (en miligramos por litro).

Tabla N° 23: Resultados descriptivos para la Remoción de COBRE (Cu) - (mg/L) – Con tratamiento

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
COBRE (Cu) - (mg/L) - Con tratamiento	6	0,0242	0,00799	0,00326	0,0158	0,0325	0,01	0,03
ECA -Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales	6	0,2000	0,00000	0,00000	0,2000	0,2000	0,20	0,20
Total	12	0,1121	0,09198	0,02655	0,0536	0,1705	0,01	0,20

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación:

Podemos observar en la tabla 23 que la concentración promedio de cobre expresada en miligramos por litro (mg/L) en las aguas del canal de choque 3 con tratamiento es de 0.0242 mg/L, y el valor de Norma de Calidad Ambiental (ECA) para el cobre en aguas categoría de 3: Riego de vegetales y bebidas animales es de 0,20 mg/L. Vale la pena señalar que el tratamiento con mashua de polímero natural ha tenido éxito en la eliminación del cobre en concentraciones inferiores a las ECA.

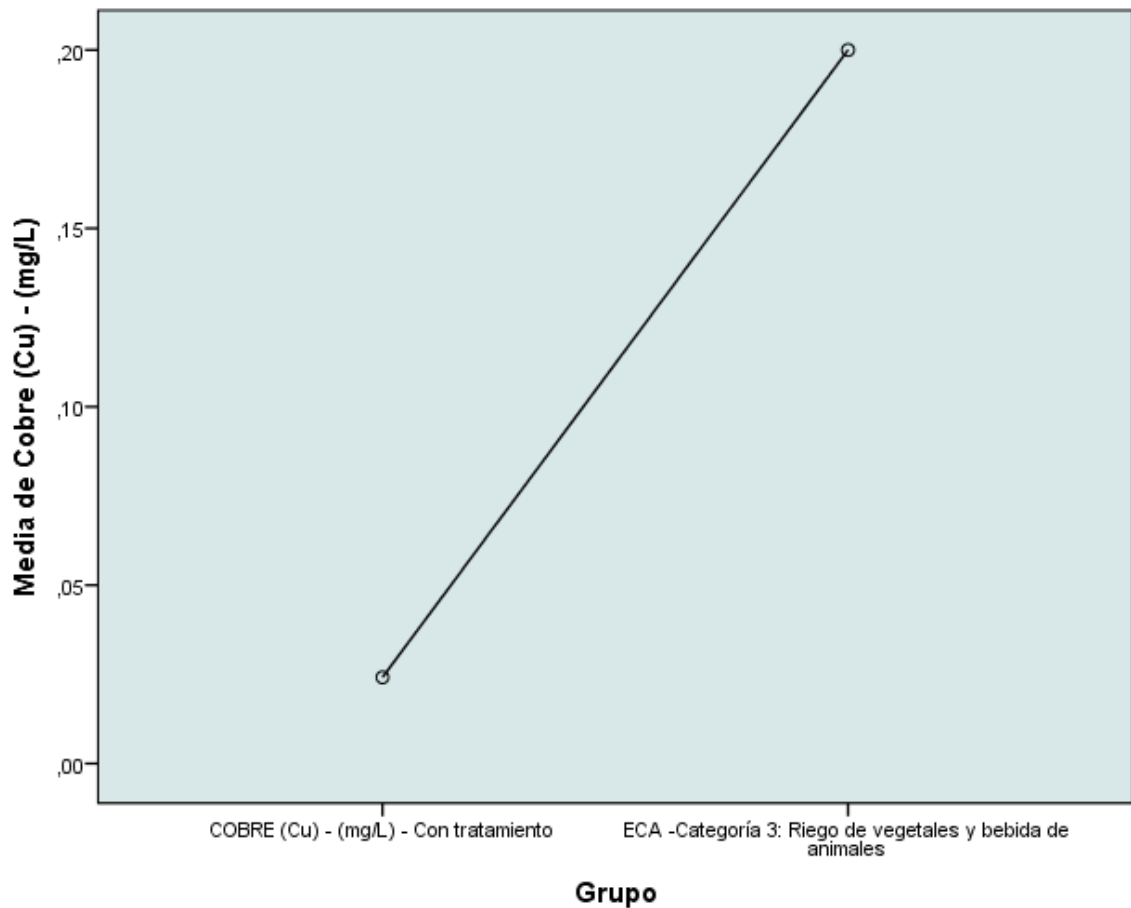


Gráfico N° 10: Gráfico de comparación de concentración de Cu con tratamiento frente a lo dispuestos en los ECAs para agua Categoría 3.

Así mismo para la comprobación de la hipótesis se utilizará el estadístico ANOVA, utilizando el software estadístico SPSS versión 23 teniendo como resultado lo presentado en la Tabla N° 24.

Tabla N° 24: Resultados del estadístico ANOVA

Cobre (Cu) - (mg/L)					
	Suma de cuadrados	de gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0,093	1	0,093	2909,109	0,000
Dentro de grupos	0,000	10	0,000		
Total	0,093	11			

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación:

Los resultados de los cálculos realizados en SPSS Ver 23 para el estadístico de análisis de varianza (ANOVA) muestran que el valor p (sigma) es 0,000, que es inferior a 0,05. Esto indica que se acepta la hipótesis alternativa, mientras que se rechaza la hipótesis nula. Esto demuestra que los niveles de concentración de cobre (Cu) reportados fueron significativos. En lo que respecta al cultivo de hortalizas comestibles en la Urbanización Rosa Luz, Puente Piedra, el agua que proviene del canal de choque 3 no excede los (LMP) por las ECA de agua categoría 3.

Hipótesis Estadísticas para la remoción de As (mg/L)

Ho: $\mu_1 = \mu_2$

Ha: $\mu_1 \neq \mu_2$

Dónde:

μ_1 : Promedio de las concentraciones de As expresado en (mg/L) en las aguas del canal choque 3 con tratamiento.

μ_2 : Promedio de las concentraciones de As expresado en (mg/L) según los ECAs para agua Categoría 3.

Nivel de Confiabilidad:

Hay un grado de confiabilidad del 95% asociado con la investigación.

El nivel de significancia se fija en el 5%, con un valor de α de 0,05.

Estadígrafo de Contraste

Debido a que es fundamental comparar las concentraciones de As expresadas en (mg/L) en las aguas del canal de choque 3 con tratamiento frente a las ECA para aguas de Categoría 3, el estadístico de contraste que se utiliza es el análisis de varianza (ANOVA).

Cálculos estadísticos:

Los resultados de la comparación entre los ECA y el tratamiento para agua Categoría 3 se proporcionan en la Tabla N° 25. Se determina la cantidad promedio de remoción de As, medida en miligramos por litro.

Tabla N° 25: Resultados descriptivos para la Remoción de ARSÉNICO (As) - (mg/L) – Con tratamiento.

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
ARSENICO (As) - (mg/L) - Con tratamiento	6	0,0180	0,0050	0,0020	0,0128	0,0232	0,0120	0,0250
ECA -Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales	6	0,1000	0,0000	0,0000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000
Total	12	0,0590	0,0430	0,0124	0,0317	0,0863	0,0120	0,1000

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación:

Según la tabla 25, la concentración media de arsénico en las aguas tratadas del canal de choque 3 es de 0,0180 mg/L. El valor de la Norma de (ECA) para el arsénico en las aguas de la Categoría 3, que incluye el riego de hortalizas y el agua para animales, es de 0,10 mg/L. Esto indica que el tratamiento con polímero natural mashua ha conseguido eliminar el arsénico del agua en concentraciones inferiores a la ECA.

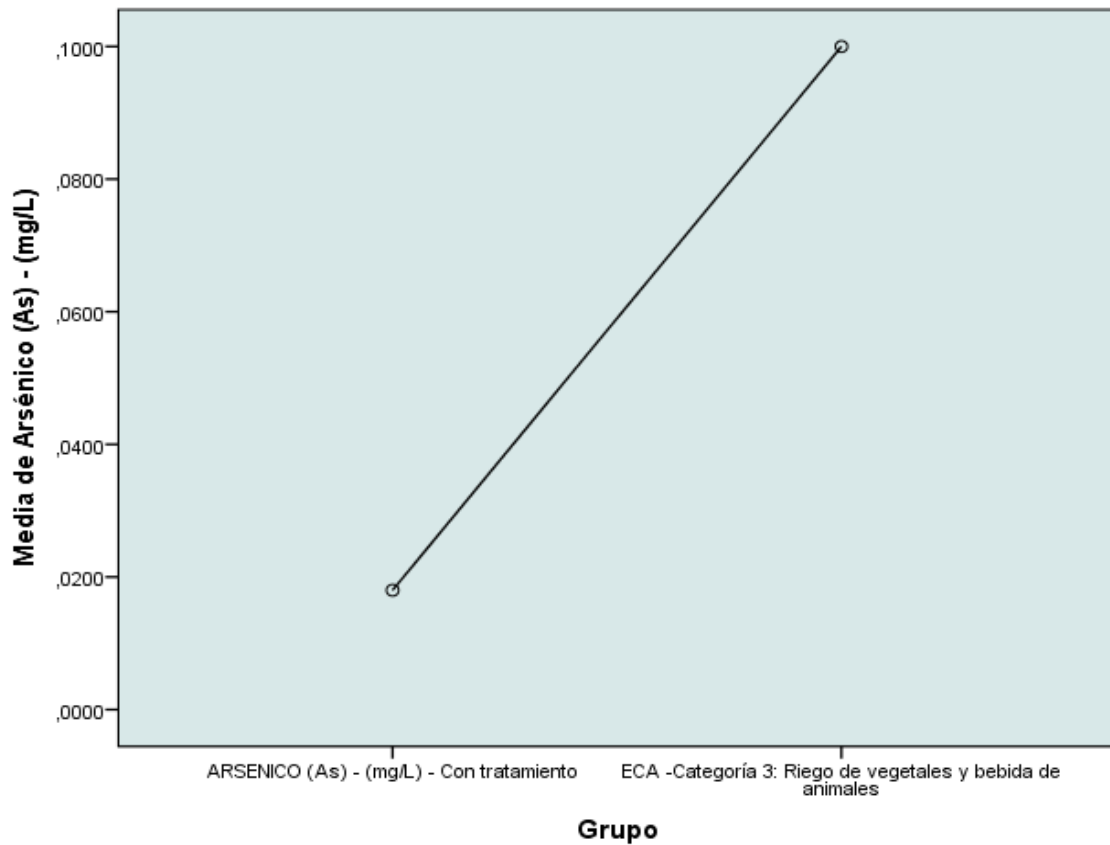


Gráfico N° 11: Gráfico de comparación de concentración de As con tratamiento frente a lo dispuestos en los ECAs para agua Categoría 3

Del mismo modo, se utilizará el estadístico de análisis de varianza (ANOVA) para evaluar la hipótesis. Se utilizará el programa estadístico SPSS versión 23, y los resultados se mostrarán en la Tabla N° 26.

Tabla N° 26: Resultados del estadístico ANOVA

	Suma de cuadrados	de gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0,020	1	0,020	1626,774	0,000
Dentro de grupos	0,000	10	0,000		
Total	0,020	11			

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación:

Se obtiene un valor p (sigma) de 0,000, que es inferior a 0,05, a partir de los cálculos realizados en SPSS Ver 23 para el estadístico ANOVA. Esto indica que se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. Esto demuestra que los niveles de concentración de arsénico (As) en el agua del canal de choque 3 para el cultivo de hortalizas de consumo en la Urbanización de Rosa Luz, Puente Piedra no superan los límites máximos que son permitidos por los ECAs para el agua de Categoría 3.

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2:

Ho: A menor concentración de polímero natural mashua mayor será su capacidad para la remoción de Cobre (Cu) y Arsénico (As) en las aguas del canal choque 3.

Ha: A mayor concentración de polímero natural mashua mayor será su capacidad para la remoción de Cobre (Cu) y Arsénico (As) en las aguas del canal choque 3.

Hipótesis Estadísticas para la remoción de Cu (mg/L)

Ho: $u_1 = u_2 = u_3$

Ha: $u_1 \neq u_2 \neq u_3$

Dónde:

u_1 : Promedio de concentración de polímero para la remoción de Cu con tratamiento Mashua – Polímero natural.

u_2 : Promedio de concentración de polímero para la remoción de Cu con tratamiento Mashua - NaOH "Gelatinizado"

u_3 : Promedio de concentración de polímero para la remoción de Cu con tratamiento Sulfato de Aluminio $Al_2(SO_4)_3$

Nivel de Confiabilidad:

Hay un grado de confiabilidad del 95% asociado con la investigación.

El nivel de significancia se fija en el 5%, con un valor de α de 0,05.

Estadígrafo de Contraste

Debido a que son necesarios para comparar la eliminación de cobre de cada uno de los tres tratamientos, la estadística de contraste es el análisis de la varianza (ANOVA). Estos tratamientos incluyen Mashua polímero natural, Mashua NaOH "Gelatinizado", y Sulfato de Aluminio $Al_2(SO_4)_3$.

Cálculos estadísticos:

Se determinaron las tasas medias de remoción de cobre para cada uno de los tratamientos, y los resultados se presentan en la Tabla N° 27.

Tabla N° 27: Resultados descriptivos para la remoción de Cu de los tres tratamientos

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
2 ml	3	0.160	0.053	0.001
4 ml	3	0.144	0.048	0.001
6 ml	3	0.128	0.043	0.001
8 ml	3	0.115	0.038	0.001
10 ml	3	0.094	0.031	0.000
12 ml	3	0.078	0.026	0.000
TRATAMIENTO MASHUA - POLIMERO NATURAL	6	0.145	0.024	0.000
TRATAMIENTO DE MASHUA - NaOH "GELATINIZADO"	6	0.177	0.020	0.000
TRATAMIENTO - SULFATO DE ALUMINIO $Al_2(SO_4)_3$	6	0.3970	0.0662	0.0003

Fuente: Elaboración propia, 2018

Interpretación:

Podemos ver en la Tabla 27 que la cantidad media de cobre eliminada por el tratamiento con polímero natural de mashua es 0,0242, mientras que la eliminación de cobre por el tratamiento con mashua - NaOH "Gelatinizado" es 0,0295, y la eliminación de cobre por el tratamiento con sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3$ es 0,0662. Esto indica que el tratamiento con polímero natural de mashua es el que alcanza el mayor nivel de eficiencia.

En el mismo sentido, se utilizará el estadístico de análisis de varianza (ANOVA) para probar la hipótesis. Se utilizará el programa estadístico SPSS versión 23, y los resultados se reportarán en la Tabla N° 28.

Tabla N° 28: Resultados del estadístico ANOVA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad
Filas	0.002	5	0.000	10.424	0.001
Columnas	0.006	2	0.003	104.254	0.000
Grado de Libertad	0.000	10	0.000		
Total	0.008	17			

Fuente: Elaboración propia, 2018

Interpretación:

Se obtiene un valor p (sigma) de 0,001 inferior a 0,05 a partir de los cálculos realizados en SPSS Ver 23 para el estadístico de análisis de la varianza (ANOVA). Esto indica que se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. Esto demuestra que el nivel de remoción de cobre (Cu) logrado mediante la utilización de polímeros en las aguas del canal de choque 3 para el cultivo de hortalizas de consumo en la Urbanización Rosa Luz, Puente Piedra, es el método más efectivo.

Hipótesis Estadísticas para la remoción de As (mg/L)

Ho: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

Ha: $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$

Dónde:

μ_1 : Promedio de concentración de polímero para la remoción de As con tratamiento Mashua – Polímero natural.

μ_2 : Promedio de concentración de polímero para la remoción de As con tratamiento Mashua - NaOH "Gelatinizado"

μ_3 : Promedio de concentración de polímero para la remoción de As con tratamiento Sulfato de Aluminio $Al_2(SO_4)_3$

Nivel de Confiabilidad:

Hay un grado de confiabilidad del 95% asociado con la investigación.

El nivel de significancia se fija en el 5%, con un valor de α de 0,05.

Estadígrafo de Contraste

Para comparar los porcentajes de eficiencia de eliminación de As de cada uno de los tres tratamientos, la estadística de contraste es el análisis de varianza (ANOVA). Estos tratamientos son el polímero natural Mashua, el tratamiento Mashua NaOH "Gelatinizado" y el tratamiento con sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3$.

Cálculos estadísticos:

Tras la determinación de las medias de los porcentajes de eficacia de eliminación de As para cada uno de los tratamientos, los resultados se presentan en la Tabla N° 29.

Tabla N° 29: Resultados descriptivos para la remoción de Arsénico (As) de los tres tratamientos

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
2 ml	3	0.143	0.048	0.001
4 ml	3	0.120	0.040	0.001
6 ml	3	0.110	0.037	0.001
8 ml	3	0.105	0.035	0.001
10 ml	3	0.093	0.031	0.001
12 ml	3	0.081	0.027	0.001
TRATAMIENTO MASHUA - POLIMERO NATURAL	6	0.108	0.018	0.000
TRATAMIENTO DE MASHUA - NaOH "GELATINIZADO"	6	0.135	0.023	0.000
TRATAMIENTO - SULFATO DE ALUMINIO $Al_2(SO_4)_3$	6	0.409	0.068	0.000

Fuente: Elaboración propia, 2018

Interpretación:

De la tabla 29, se tiene que el promedio para la remoción de As con el tratamiento Mashua polímero natural es 0.018, con el tratamiento de Mashua – NaOH “Gelatinizado” es 0.023 y con el tratamiento Sulfato de Aluminio $Al_2(SO_4)_3$ es 0.068, observando que el tratamiento que obtiene mayor porcentaje de eficiencia es el tratamiento con mashua polímero natural.

Del mismo modo, para comprobar la hipótesis, se utilizará el estadístico de análisis de la varianza (ANOVA), y los resultados se mostrarán en la Tabla N° 30. Esto se hará con el programa estadístico SPSS versión 23:

Tabla N° 30: Resultados del estadístico ANOVA

Remoción Arsénico (As)					
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Sig.
Filas	0.001	5	0.000	11.735	0.001
Columnas	0.009	2	0.005	348.713	0.000
Grado de Libertad	0.000	10	0.000		
Total	0.0102	17			

Fuente: Elaboración propia, 2018

Interpretación:

Se obtiene un valor p (sigma) de 0,001 inferior a 0,05 a partir de los cálculos realizados en SPSS Ver 23 para el estadístico ANOVA. Esto indica que se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. Esto demuestra que el nivel de remoción de arsénico (As) que se logra mediante la utilización de polímeros en las aguas del canal de choque 3 para el cultivo de hortalizas de consumo en la Urbanización Rosa Luz, Puente Piedra, es el más efectivo.

V. DISCUSIÓN

- Debido a las propiedades que ayudaron en la remoción de estos dos contaminantes, las cuales se reflejaron en el parámetro de turbidez que posteriormente fue tratado en el agua del canal de choque 3, se acepta que el polímero natural Mashua "*Tropaeolum tuberosum*" es efectivo en la remoción de cobre (Cu) y arsénico (As). Esto concuerda con la hipótesis enunciada.
- Con respecto a la eficiencia de remoción del polímero natural para los metales cobre (Cu) y Arsénico (As), registro un 97% de cobre y de la misma manera para el arsénico 97% que se aplicó en la prueba de jarras, la cual se refleja en los niveles de turbiedad que inicialmente estaban en un promedio de 80 NTU y con el tratamiento descendió hasta un mínimo de 0.85 NTU.
- Con respecto a la concentración de polímero natural que removió un mayor porcentaje de cobre (Cu), se pudo observar que evidencio en la jarra de 12 ml de polímero natural, que con las concentraciones iniciales de cobre de 0.432 mg/L disminuyo hasta 0.014 mg/L, y de igual formas reflejándose en el parámetros de turbiedad de 82.6 NTU disminuyo hasta 0.85 NTU, que también se refleja en el parámetro de oxígeno disuelto en el agua que inicialmente tenía 1.73 (mg/L) y con el tratamiento se elevó hasta 4.41 (mg/L) evidenciando mayor disponibilidad de oxígeno en el agua.
- Con respecto a la concentración de polímero natural que removió un mayor porcentaje de Arsénico (As), se pudo observar que evidencio en la jarra de 12 ml de polímero natural, que con las concentraciones iniciales de cobre de 0.362 mg/L disminuyo hasta 0.014 mg/L, y de igual formas reflejándose en el parámetros de turbiedad de 82.6 NTU disminuyo hasta 0.85 NTU, que también se refleja en el parámetro de oxígeno disuelto en el agua que inicialmente tenía 1.73 (mg/L) y con el tratamiento se elevó hasta 4.41 (mg/L) evidenciando mayor disponibilidad de oxígeno en el agua.

VI. CONCLUSIONES

- Se concluye que el promedio para el porcentaje de remoción de Cobre (Cu) con el tratamiento Mashua Polímero Natural es de 97%, con el tratamiento de Mashua – NaOH “Gelatinizado” es 95% y con el tratamiento Sulfato de Aluminio $Al_2(SO_4)_3$ es 90%, observando que el tratamiento que obtiene mayor porcentaje de eficiencia es el tratamiento con mashua polímero natural.
- Se concluye que el promedio para el porcentaje de remoción de Arsénico (As) con el tratamiento Mashua polímero natural es 97%, con el tratamiento de Mashua – NaOH “Gelatinizado” es 96% y con el tratamiento Sulfato de Aluminio $Al_2(SO_4)_3$ es 85%, observando que el tratamiento que obtiene mayor porcentaje de eficiencia es el tratamiento con mashua polímero natural.
- El polímero natural con mayor concentración de 12 ml en el tratamiento tuvo una mayor efectividad en la remoción de Cobre (Cu) y Arsénico (As), removiendo de unas concentraciones iniciales de 0.432 mg/L de Cobre (Cu) y 0.362 mg/L de Arsénico (As), hasta unas concentraciones finales de 0.014 mg/L de Cobre (Cu) y 0.012 mg/L de Arsénico (As).
- Se concluye que con el tratamiento sulfato de aluminio vuelve al agua acida llegando hasta 4.42 pH como mínimo, en el segundo tratamiento Mashua – NaOH “Gelatinizado” el agua se vuelve básico con un 11.37 pH, mientras en el tratamiento Mashua, Polímero Natural el agua tratada se mantiene en un rango de 6.92 pH a 7.24 pH.
- De acuerdo a los hallazgos de la presente investigación, se encontró que las concentraciones iniciales de cobre (Cu) y arsénico (As) en las aguas del canal de riego Choque 3 para hortalizas destinadas al consumo humano son superiores al ECA. Este tipo de actividad agrícola no es apropiada para la presencia de estos elementos porque representan una amenaza para la salud de la población en general.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar investigación en las aguas del canal de regadío Choque 3, que se emplea para el cultivo de hortalizas que es principal fuente de alimentación en la población.

- Se recomienda realizar más investigaciones en las aguas del canal de regadío Choque 3 con respecto a otros contaminantes y evaluar más métodos de tratamiento para comparar diferentes tratamientos y su eficiencia con respecto a la remoción de metales.

- Se recomienda usar el polímero natural la Mashua “*Tropaeolum tuberosum*” como alternativa de tratamiento para aguas con respecto a otros polímeros sintéticos, el cual es más amigable con el ambiente.

REFERENCIAS

Díaz Y, Hernández J. Caracterización Y Tratamiento De Residuales Lácteos Utilizando Floculantes. Tecnología Química [serial online]. abril 2005;25 (1):18-27. Available from: Fuente Académica Premier, Ipswich, MA. Acceso Abril 23, 2018.

Cárdenas Y, Andía. Tratamiento de agua: Coagulación y floculación, [en línea]. Lima sedapal, abril del 2000. Pág. 6- 34. [consulta: 17 de octubre 2016]. Disponible en: http://www.sedapal.com.pe/c/document_library/get_file

DÍAZ, José. Coagulantes-floculantes orgánicos elaborados de plantas para el tratamiento de aguas contaminadas. [en línea]. Tesis de Maestría universidad Pedagógica Nacional de Francisco Morazán San pedro Sula Cortez. [consulta: 18 de octubre 2016]. Disponible en. <http://repositorio.upnfm.edu.hn:8081/xmlui/bitstream/handle/12345678/94/TESIS%20DE%20NAHUM.pdf?sequence=1>

FERNANDA, L. [et al]. Remoción de turbiedad en agua de una fuente natural mediante coagulación/floculación usando almidón de plátano. [en línea]. programa de ingeniería ambiental. Universidad católica Manizales, Colombia. [consulta: 15 de octubre 2016]. disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-100X2014000100003.

UNEP.natural capital accounting and water quality:commitments, benefits, needs and progress.[fecha de consulta:2 de noviembre 2016]. disponible en: <http://ieep.org.uk/assets/1321/1312-UNEP-TEEBwaterQualityBriefing-Brochure-bd.pdf>.

DURAND, J.[et al.]. Aguas potables para consumo humano gestión y control de calidad. Madrid España: universidad nacional de educación a distancia. (2005).pp.300-302. ISBN:84-362-5149-0.

BOURKE, Mike. Full Scale Study of Chemically Enhanced Primary Treatment in Riviera de Sao Lourenco, Brazil. (Master's thesis) Massachusetts Institute of Technology, Department of Civil and Environmental Engineering. Cambridge, USA. (2000)

APAZA, Hugo. Tratamiento ecológico una alternativa para la purificación de aguas contaminadas destinadas a riego. Universidad católica santa maría. Arequipa-Perú. [consulta:21 de octubre 2016]. disponible en: <http://cies.org.pe/es/articulo/tratamiento-ecologico-una-alternativa-sustentable-para-la-purificación-de-aguas>.

Morató J, Subirana A, Gris A, Carneiro A, Pastor R. Tecnologías sostenibles para la potabilización y el tratamiento de aguas residuales. Revista Lasallista De Investigación [serial online]. January 2006;3(1):19-29. Available from: Communication Source, Ipswich, MA. Accessed April 23, 2018.

LIUDMILA y Yulia. 2018. El metabolismo del cobre. Sus consecuencias para la salud humana. [En Línea] 2024. <http://scielo.sld.cu/pdf/ms/v16n4/ms13416.pdf>.

ONU. Objetivos del desarrollo del milenio. [en línea]. [consulta 20 de octubre 2016]. Disponible en: http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water_and_sustainable_development.shtml.

Emilce, Agustina y Paula, Virginia. 2017. CONTENIDO DE ARSÉNICO EN PLANTAS DE LECHUGA CULTIVADAS EN LA CIUDAD DE FUNES. [En Línea] 2024. <https://www.redalyc.org/pdf/877/87754348006.pdf>

Muñoz prieto, ej; rivas, b; sánchez, j. Natural polymer grafted with synthetic monomer by microwave for water treatment - a review. : polímero natural injertado con monómero sintético, síntesis asistida por microondas, con aplicaciones para

tratamiento de agua - un análisis. Ciencia en desarrollo. 4, 1, 219-240, Dic. 2012. ISSN: 01217488.

Quispe, C; et al. Análisis de la variabilidad morfológica del "añu" *tropaeolum tuberosum* ruiz & pavón procedente de nueve distritos de la región cusco. : analysis of morphological variability of the "añu" *tropaeolum tuberosum* ruiz & pavón from nine districts of cusco región. Ecología aplicada. 14, 2, 211-222, Julio 2015. ISSN: 17262216.

LÉDO, PS; et al. Estudio Comparativo de Sulfato de Aluminio y Semillas de Moringa oleifera para la Depuración de Aguas con Baja Turbiedad. : Comparative Study of Aluminum Sulfate and Moringa oleifera seeds as Coagulants in the Clarification of Water with Low Turbidity. Información Tecnológica. 20, 5, 3-12, Sept. 2009. ISSN: 07168756.

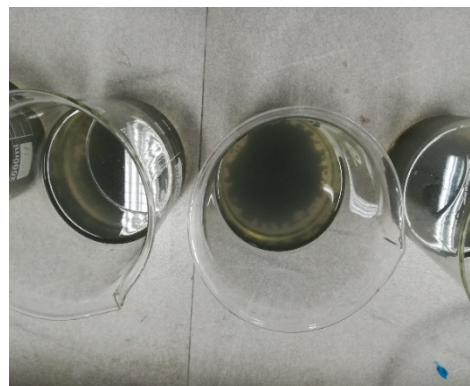
ANEXOS

ANEXO 1.- Matriz de operacionalización de variables

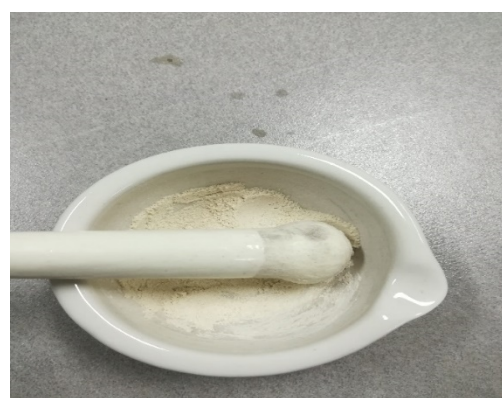
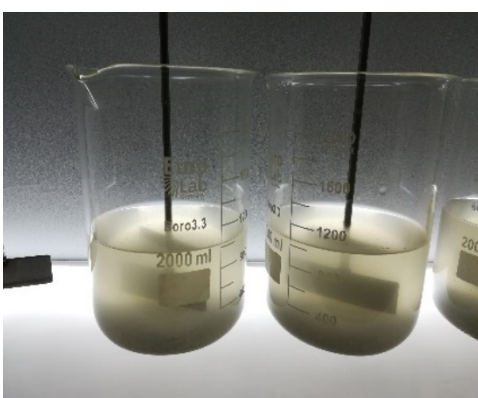
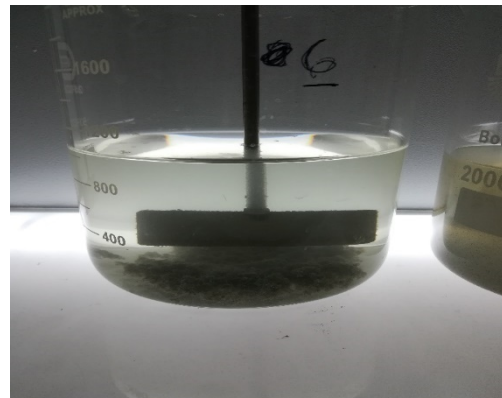
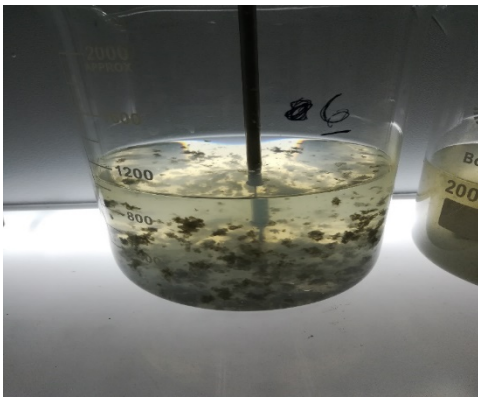
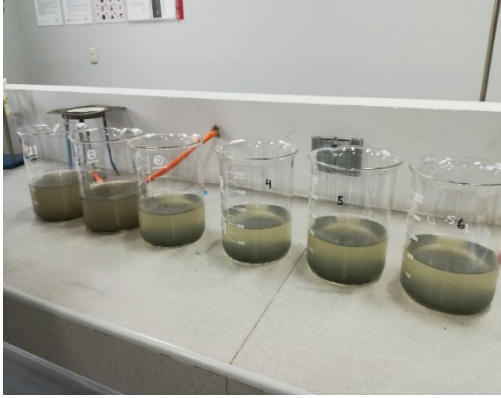
			OPERACIONALIZACIÓN			
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>General:</p> <p>¿Cuál es la eficiencia de remoción de Cobre (Cu) y Arsénico (As) con el uso de polímeros naturales en las aguas del canal choque 3 para el cultivo de hortalizas consumible en la Urbanización de Rosa Luz?</p>	<p>General: Evaluar la eficiencia de remoción de Cobre (Cu) y Arsénico (As) con el uso de polímeros naturales mashua en las aguas del canal choque 3 para el cultivo de hortaliza consumible en la localidad de rosa luz.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>H₀: El polímero natural no es eficiente para la remoción de Cobre (Cu) y Arsénico (As) en las aguas del canal choque 3 para el cultivo de hortalizas consumible en la Urbanización de Rosa Luz, Puente Piedra.</p>	<p>V. Independiente:</p> <p>Eficiencia de remoción de polímero natural "mashua"</p>	<p>Condiciones físicas del polímero natural</p> <p>Dosis del polímero natural.</p>	<p>Tiempo de Remoción(minutos)</p> <p>Almidón de Mashua (mg)</p>	<p>De intervalo</p>
<p>Específico 1.- ¿Cuál será la el porcentaje remoción de Cobre (Cu) y Arsénico (As) con el polímero natural mashua en las aguas del canal choque 3, para el cultivo de hortalizas consumibles en la Urbanización Rosal Luz, en qué medida exceden las ECAs de agua categoría 3?</p> <p>2.- ¿Cuáles es la concentración de polímero natural que reduce más el Cobre (Cu) y Arsénico (As) en las aguas del canal choque 3 mediante la prueba de jarras?</p>	<p>Específico: 1.- Determinar el porcentaje de remoción de Cobre (Cu) y Arsénico (As) con el polímero natural mashua en las aguas del canal choque 3, para el cultivo de hortaliza consumible en la Urbanización de Rosa Luz, exceden las ECAs de agua Categoría 3.</p> <p>2.- Determinar la concentración del polímero natural mashua que reduce más el Cobre (Cu) y Arsénico (As) en las aguas del canal choque 3 mediante la prueba de jarras.</p>	<p>H₁: El polímero natural mashua si es eficiente en la remoción de cobre (Cu) y arsénico (As) en las aguas del canal choque 3 para el cultivo de hortalizas consumible en la Urbanización de Rosa Luz, que exceden las ECAS de agua Categoría 3.</p> <p>H₂: A mayor concentración de polímero natural mashua mayor será su capacidad para la remoción de Cobre (Cu) y Arsénico (As) naturales en las aguas del canal choque 3.</p>	<p>V. Dependiente:</p> <p>Concentración de Cobre y Arsénico en las aguas del canal choque 3</p>	<p>Parámetros fisicoquímicos</p> <p>Eficiencia de Remoción</p>	<p>-Cobre (mg/L)</p> <p>-Arsénico(mg/L)</p> <p>-Turbidez(NTU)</p> <p>-Potencial de Hidrogeno (PH)</p> <p>-Conductividad</p> <p>-Oxígeno Disuelto</p> <p>$Efi.R = \frac{Conc.Inicial - Conc.Final}{Conc. Inicial} \times 100\%$</p>	<p>De razón Porcentaje</p>

ANEXO 2: Registro fotográfico de proceso de toma de muestra y análisis.

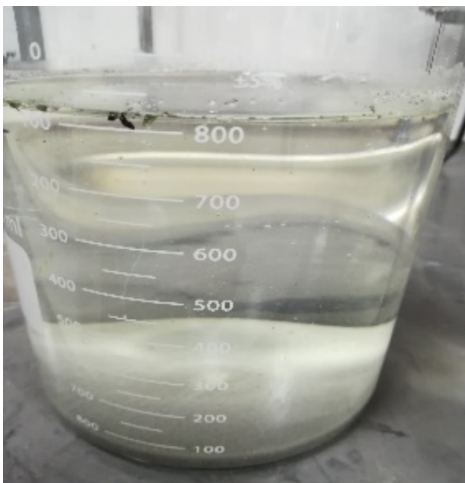
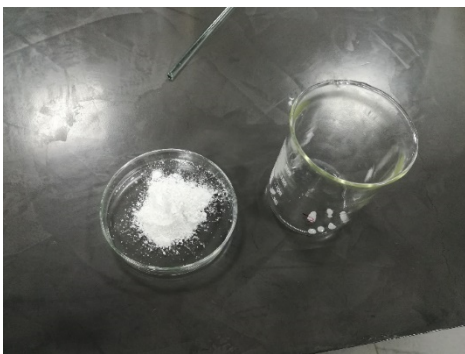
Muestreo y análisis del agua de Canal Choque 3



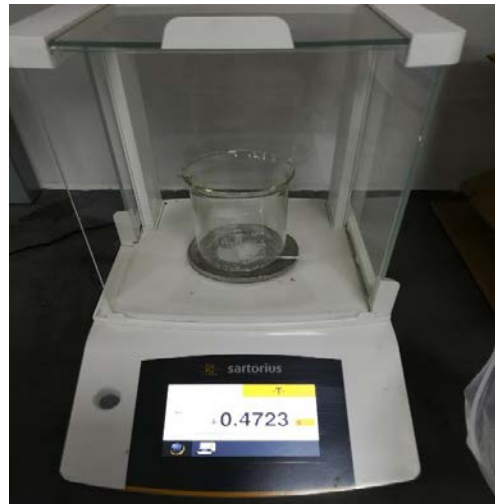
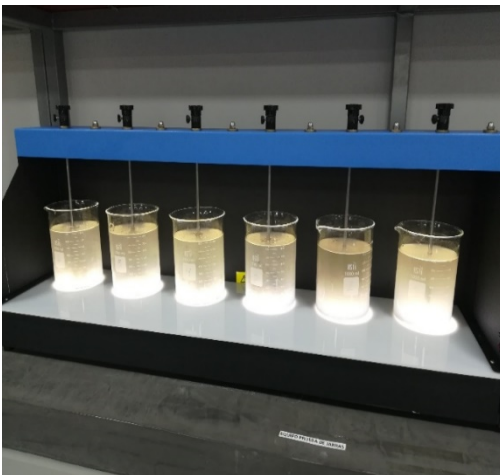
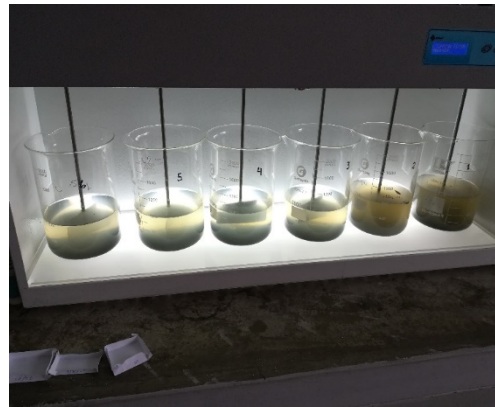
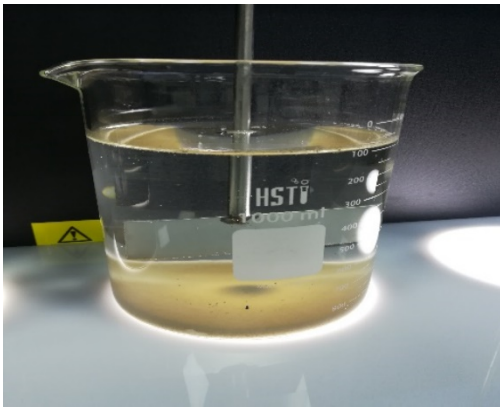
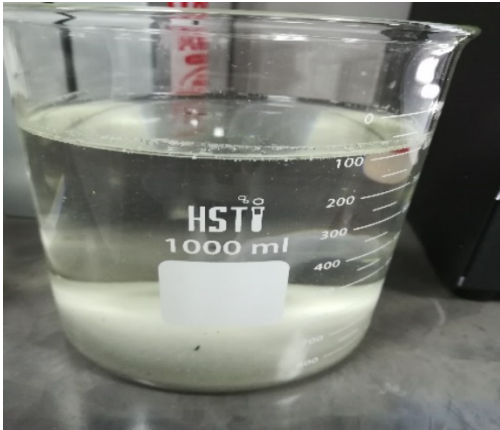
**Floculación y sedimentación del agua del Canal de choque 3,
metodo de jarra mediante el uso de Mashua Tropaeolum
Tuberosum**



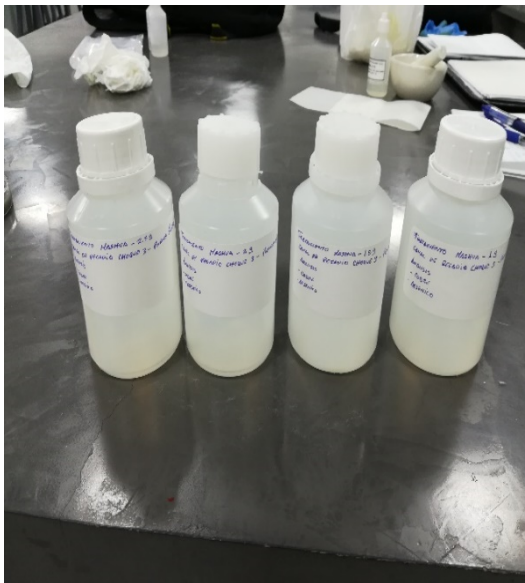
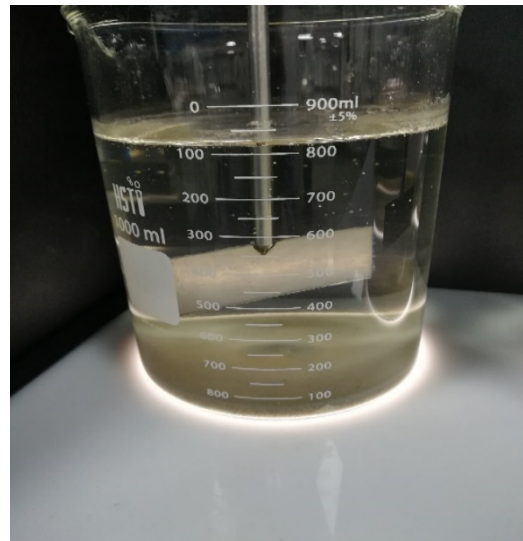
Análisis del agua en el método de jarras



Sedimentacion de material particulado en metodo de jarras Mashua *Tropaeolum Tuberosum*



Recolección de muestra del agua para en análisis de Cobre (Cu) y Arsénico (As)





"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

CONSTANCIA N° 205-USM-2018

EL JEFE DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (tubérculo), recibida de **Julio Heisseberg Pajuelo Osorio**, estudiante de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Ambiental; ha sido estudiada y clasificada como: ***Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pav. ssp. tuberosum** y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación de Cronquist (1988):

DIVISION: MAGNOLIOPHYTA

CLASE: MAGNOLIOPSIDA

SUB CLASE: ROSIDAE

ORDEN: GERANIALES

FAMILIA: TROPAEOLACEAE

GENERO: *Tropaeolum*

ESPECIE: *Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pav. ssp. *tuberosum*

Nombre vulgar: "mashua "

Determinada por: Mg. Asunción A. cano Echevarría

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Lima, 25 de mayo de 2018



Mg. ASUNCIÓN A. CANO ECHEVARRÍA
 JEFE DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

Ace/ddb



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica
Laboratorio de Espectrometría

ANALISIS DE TRES MUESTRAS DE AGUA

SOLICITADO POR : JULIO HEISSEMBERG PAJUELO OSORIO

Procedencia de muestras : Canal de Regadío Choque 3 - Puente Piedra

Recepción de muestras : Lima, 24 de Mayo del 2018

RESULTADO DEL ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUA

Muestras	Cu(mg/L)	As(mg/L)
Muestra de agua N°1 Canal de Regadío Choque 3	0.439	0.361
Muestra de agua N°2 Canal de Regadío Choque 3	0.425	0.357
Muestra de agua N°3 Canal de Regadío Choque 3	0.438	0.349
Muestra de agua N°4 Canal de Regadío Choque 3	0.435	0.354
Muestra de agua N°5 Canal de Regadío Choque 3	0.429	0.351
Muestra de agua N°6 Canal de Regadío Choque 3	0.432	0.362

Lima, 4 de Junio del 2018


MSc. Atilio Mendoza Ar
Jefe Lab. ESPECTROMETRÍA



Av. Túpac Amará N. 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (51 1) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANALISIS DE SEIS MUESTRAS DE AGUA

SOLICITADO POR : JULIO HEISSEMBERG PAJUELO OSORIO


Procedencia de muestras : Canal de Regadío Choque 3 - Puente Piedra

Recepción de muestras : Lima, 24 de Mayo del 2018

RESULTADO DEL ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUA

Muestras Tratamiento con Sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3$	Cu(mg/L)	As(mg/L)
M-01	0.089	0.087
M-02	0.077	0.072
M-03	0.069	0.068
M-04	0.065	0.067
M-05	0.054	0.061
M-06	0.043	0.054

Lima, 4 de Junio del 2018


MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. ESPECTROMETRÍA



Av. Túpac Amará N.210, Lima 25, Apartado 1301 -Perú
Teléfono: (511) 4824427 , Central Telefónica (51 1) 4811070 , Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANALISIS DE SEIS MUESTRAS DE AGUA

SOLICITADO POR : JULIO HEISSEMBERG PAJUELO OSORIO

Procedencia de muestras : Canal de Regadío Choque 3 - Puente Piedra

Recepción de muestras : Lima, 29 de Mayo del 2018

RESULTADO DEL ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUA

Muestras Tratamiento, Mashua + Na(OH) GELATINIZADO	Cu(mg/L)	As(mg/L)
M-01	0.038	0.031
M-02	0.035	0.027
M-03	0.032	0.022
M-04	0.027	0.021
M-05	0.024	0.019
M-06	0.021	0.015

Lima, 8 de Junio del 2018


MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. ESPECTROMETRÍA



Av. Túpac Amará N.210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (51 1) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANALISIS DE SEIS MUESTRAS DE AGUA

SOLICITADO POR : JULIO HEISSEMBERG PAJUELO OSORIO

Procedencia de muestras : Canal de Regadío Choque 3 - Puente Piedra

Recepción de muestras : Lima, 01 de Junio del 2018

RESULTADO DEL ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUA

Muestras Tratamiento Polímero natural (Mashua)	Cu(mg/L)	As(mg/L)
M-01	0.033	0.025
M-02	0.032	0.021
M-03	0.027	0.020
M-04	0.023	0.017
M-05	0.016	0.013
M-06	0.014	0.012

Lima, 8 de Junio del 2018


MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. ESPECTROMETRÍA



Av. Túpac Amará N. 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (51 1) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

RESULTADOS DE ANÁLISIS

MUESTRA: AGUAS DEL CANAL DE REGADÍO CHOQUE 3, ROSA LUZ
PUENTE PIEDRA – LIMA

ASESOR: mg. AYLAS HUMAREDA, MARIA DEL CARMEN

TESISTA: PAJUELO OSORIO, JULIO HEISSEMBERG

PARÁMETROS ANALIZADOS:

- Potencial de hidrogeno
- Conductividad
- Oxígeno disuelto
- Turbiedad

TESIS: "EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE COBRE (Cu) Y ARSÉNICO (As) EN LAS AGUAS DEL CANAL CHOQUE 3 CON POLÍMERO NATURAL MASHUA "Tropaeolum tuberosum" PARA EL CULTIVO DE HORTALIZA CONSUMIBLE EN LA URBANIZACIÓN DE ROSA LUZ, PUENTE PIEDRA LIMA 2018"

PRIMER TRATAMIENTO:

TRATAMIENTO DE LAS AGUAS DEL CANAL CHOQUE 3 – CON SULFATO DE ALUMINIO $Al_2(SO_4)_3$

	SIN TRATAMIENTO			
	POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)	CONDUCTIVIDAD ($\mu S/cm$)	OXIGENO DISUELTO (mg/L)	TURBIEDAD (NTU)
V-1	7.17	1661	1.71	91.0
V-2	7.23	1647	1.68	90.7
V-3	7.19	1653	1.65	88.3
V-4	7.25	1647	1.73	89.5
V-5	7.21	1667	1.69	89.8
V-6	7.26	1669	1.75	92.1

TRATAMIENTO - SULFATO DE ALUMINIO $Al_2(SO_4)_3$				
	POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)	CONDUCTIVIDAD ($\mu S/cm$)	OXIGENO DISUELTO (mg/L)	TURBIEDAD (NTU)
V-1 (2 ml)	4.42	2396	4.15	7.2
V-2 (4ml)	4.64	2323	4.17	5.4
V-3 (6ml)	4.81	2238	4.21	5.3
V-4 (8ml)	5.12	2263	4.25	4.7
V-5 (10 ml)	5.38	2296	4.28	3.4
V-6 (12ml)	5.47	2395	4.33	1.8

SEGUNDO TRATAMIENTO:

TRATAMIENTO DE LAS AGUAS DEL CANAL CHOQUE 3 - TRATAMIENTO DE MASHUA - NaOH "GELATINIZADO"

SIN TRATAMIENTO				
	POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)	CONDUCTIVIDAD ($\mu S/cm$)	OXIGENO DISUELTO (mg/L)	TURBIEDAD (NTU)
V-1	7.14	1746	1.64	79.8
V-2	7.16	1755	1.54	81.7
V-3	7.14	1769	1.67	78.2
V-4	7.12	1758	1.74	83.4
V-5	7.15	1754	1.71	79.3
V-6	7.11	1766	1.59	81.2

TRATAMIENTO DE MASHUA - NaOH "GELATINIZADO"				
	POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)	CONDUCTIVIDAD ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	OXIGENO DISUELTO (mg/L)	TURBIEDAD (NTU)
V-1 (2 ml)	11.37	1206	4.22	11.69
V-2 (4ml)	11.26	1755	4.26	11.25
V-3 (6ml)	10.98	1769	4.28	10.86
V-4 (8ml)	10.88	1658	4.29	10.39
V-5 (10 ml)	10.59	1773	4.33	10.23
V-6 (12ml)	10.43	1781	4.35	10.19

TERCER TRATAMIENTO:

TRATAMIENTO DE LAS AGUAS DEL CANAL CHOQUE 3 - TRATAMIENTO MASHUA - POLIMERO NATURAL

SIN TRATAMIENTO				
	POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)	CONDUCTIVIDAD ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	OXIGENO DISUELTO (mg/L)	TURBIEDAD (NTU)
V-1	7.14	1742	1.68	78.7
V-2	7.09	1716	1.67	83.6
V-3	6.99	1790	1.66	81.3
V-4	6.91	1720	1.69	79.1
V-5	6.95	1747	1.71	82.5
V-6	7.11	1738	1.73	82.6

TRATAMIENTO MASHUA - POLIMERO NATURAL				
	POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)	CONDUCTIVIDAD (μ S/cm)	OXIGENO DISUELTO (mg/L)	TURBIEDAD (NTU)
V-1 (2 ml)	7.24	1957	4.22	4.78
V-2 (4ml)	7.17	1818	4.23	4.11
V-3 (6ml)	7.04	2035	4.27	3.45
V-4 (8ml)	7.12	2038	4.35	2.53
V-5 (10 ml)	7.2	2021	4.38	1.98
V-6 (12ml)	6.92	2031	4.41	0.85



Qco. Alexander Quintana Paetan
Profesor de laboratorio



Hitler Román Pérez
Encargado de laboratorio

Solicito: Acceso al Laboratorio

Mg. Verónica Tello Mendivil
Directora de la escuela de Ingeniería Ambiental

De mi mayor consideración.

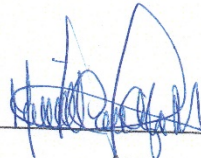
Yo Pajuelo Osorio, Julio Heissemberg identificado con DNI n°46170755, alumno de la facultad de Ingeniería Ambiental, con código de alumno N° 6700234470, es grato dirigirme a usted para saludarla cordialmente y manifestarle lo siguiente:

Que al estar matriculado actualmente en X ciclo, desarrollando el proyecto de investigación titulada "Eficiencia de remoción de Cobre (cu) y Arsénico (as) en las aguas del canal choque 3 con polímero natural Mashua "tropaeolum tuberosum" para el cultivo del hortaliza consumible en la urbanización de Rosa Luz, Puente Piedra Lima 2018". Asesorado por la Mg. Aylas humareda, María del Carmen. Requiero el uso de las instalaciones de laboratorio, por lo cual dejo anexada la lista de equipos, materiales y reactivos que necesito.

Por lo expuesto:

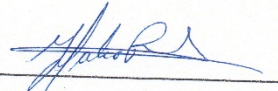
Pido a Ud. Acceder a mi solicitud por ser de justicia.

Me despido agradeciendo la atención que usted de a mi pedido



Asesora

Mg. Aylas humareda, María del Carmen



Alumno

Pajuelo Osorio, Julio H.

DNI: 950619821

