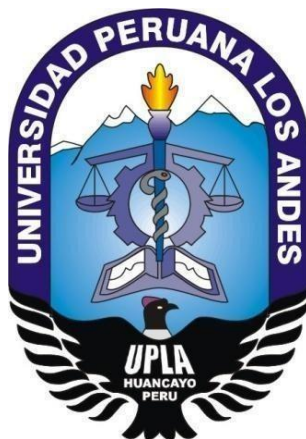


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

Facultad de Ciencias de la Salud
Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica



TESIS

Título : **EFFECTIVIDAD DEL MUCÍLAGO LIOFILIZADO DE *Austrocylindropuntia floccosa* EN LA DISMINUCIÓN DE LA TURBIDEZ DEL AGUA DEL RÍO SHULLCAS, HUANCAYO – 2019**

Para optar el : **Título profesional de Químico Farmacéutico**

Autor : **Bachiller Cristian Macetas Veli**

Asesor : **Mg. Gustavo Adolfo Romero Gálvez**

Línea de investigación : **Salud y Gestión de la Salud Institucional**

Fecha de inicio y culminación de la investigación : **02 de diciembre del 2019 al 01 de diciembre del 2020**

**Huancayo – Perú
2020**

DEDICATORIA

A Dios, el omnisciente investigador por ser fuente de sabiduría y haberme brindado salud para concluir la tesis.

Autor

AGRADECIMIENTOS

A mi madre Nilda Veli Seguil por haberme inculcado valores, apoyo emocional y amor infinito.

A mi asesor Mg. Gustavo Adolfo Romero Gálvez, por brindarme sus conocimientos en la ejecución del proyecto de investigación.

A la Dra. Gladys M. Ávila Carhuallanqui, por su valiosa ayuda en la culminación de la investigación.

Al Mg. Luis Artica Mallqui, quien facilitó los equipos para la realización del liofilizado.

A la Mg. Gloria Belén Allasi Santiago, que me ha orientado con información primordial para el muestreo de agua.

A la Asociación Científica de Estudiantes de Farmacia de la UPLA creada con resolución 115-CF-CC.SS.-UPLA-2001, por aprobar ser vicepresidente para fines de investigación científica.

A la Universidad Peruana Los Andes, “*Alma Mater*”, que siempre me facilitó los laboratorios y equipos para la realización de la tesis.

Cristian

INTRODUCCIÓN

La presente investigación busca que *Austrocyllindropuntia floccosa* sea una alternativa natural, biodegradable, eficaz y no dañina del ecosistema para el tratamiento de la turbidez del agua del río Shullcas destinada para el consumo humano, a fin de cumplir los Límites Máximos Permisibles (LMP) exigidos por la Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria (DIGESA) del Ministerio de Salud (MINSa), cabe agregar que para el saneamiento de agua se usa productos químicos sintéticos como el $Al_2(SO_4)_3$ que según estudios induciría la aparición temprana de la enfermedad degenerativa Alzheimer siendo un problema de salud pública, además la inclusión del metal origina la formación de flóculos pesados que sin tratamiento y únicamente desechados contamina los suelos y el agua alterando el equilibrio ecológico. En efecto es importante que se investigue los coagulantes de origen vegetal para disminuir los impactos negativos sobre el ecosistema.

Dadas las condiciones que anteceden se estableció el objetivo principal, el cual fue evaluar la efectividad del mucílago liofilizado de *Austrocyllindropuntia floccosa* en la disminución de la turbidez del agua del río Shullcas, Huancayo - 2019.

Se empleó el método científico y analítico perteneciendo al tipo aplicado, prospectivo y longitudinal con nivel explicativo y aplicó un diseño experimental; la población fue infinita y los análisis se hicieron en el agua del río Shullcas (Huancayo); se tomaron 14 muestras del canal de captación de SEDAM, altura del centro poblado de Chamisería mediante muestreo no probabilístico; la técnica fue la observación, el instrumento fue una Ficha de recolección de datos con fiabilidad y validez aplicado tres veces en periodos de 1:30 minutos. Para el análisis de turbidez (UNT) se empleó un volumen de 10 mL en un beaker utilizando el turbidímetro HACH 2100p asimismo para determinar la concentración efectiva de mucílago liofilizado en ppm se utilizó la prueba de jarras mediante tres procesos: coagulación, floculación y sedimentación utilizando 1 L por jarra. En este contexto se desarrolló cinco capítulos.

En el capítulo I: Planteamiento del problema se detalla la descripción de la realidad problemática, delimitación del problema, problema general y específicos, la justificación (social, teórica y metodológica), objetivo general y específicos.

En el capítulo II: Marco teórico se presenta los antecedentes del estudio, las bases teóricas y el marco conceptual.

En el capítulo III: Hipótesis general y específicas, las variables.

En el capítulo IV: Metodología se establece el método, tipo, nivel y diseño de investigación asimismo la población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, así como el procesamiento y su análisis por último los aspectos éticos.

En el capítulo V: Resultados con descripción, contrastación de hipótesis y finalmente el análisis y discusión de resultados, conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INTRODUCCIÓN	iv
CONTENIDO	vi
CONTENIDO DE TABLAS	viii
CONTENIDOS DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.1. Descripción de la realidad problemática	12
1.2. Delimitación del problema	13
1.3. Formulación del problema	14
1.3.1. Problema General	14
1.3.2. Problemas Específicos	14
1.4. JUSTIFICACIÓN	14
1.4.1. Social	14
1.4.2. Teórica	15
1.4.3. Metodológica	15
1.5. OBJETIVOS	15
1.5.1. Objetivo General	15
1.5.2. Objetivos Específicos	15
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	16
2.1. Antecedentes de estudio	16
2.2. Bases teóricas	19
2.3. Marco conceptual	26
CAPITULO III: HIPÓTESIS	28
3.1. Hipótesis General	28
3.2. Hipótesis específicas	28
3.3. Variables	29
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA	30
4.1. Método de investigación	30

4.2. Tipo de investigación	30
4.3. Nivel de investigación	31
4.4. Diseño de la investigación	31
4.4.1. Modelo de observaciones	31
4.5. Población y muestra	31
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	32
4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	35
4.8. Aspectos éticos de la investigación	35
CAPÍTULO V: RESULTADOS	36
5.1. Descripción de los resultados	36
5.2. Contrastación de hipótesis	39
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	45
CONCLUSIONES	49
RECOMENDACIONES	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXOS	57
Nº1 Matriz de consistencia	58
Nº2. Matriz de operacionalización de las variables	60
Nº3. Instrumento de recolección de datos	61
Nº4. Resultados de la confiabilidad del instrumento	62
Nº5. Validación por juicio de expertos	63
Nº6. Data del procesamiento de datos	66
Nº7. Solicitud a la EPS SEDAM HYO S.A. para efectuar la investigación	67
Nº8. Carta de aceptación de la EPS SEDAM HYO S.A. para el desarrollo de la investigación	68
Nº9. Interpretación de resultados y conclusión por SEDAM noviembre 2019	69
Nº10. Constancia de estudio taxonómico de <i>Austrocylindropuntia floccosa</i>	70
Nº11. Informe de ensayo fitoquímico del Huaguro	71
Nº12. Cálculos por concentración de las pruebas preliminares y finales del coagulante	74
Nº13. Turbidez final por concentración de las pruebas preliminares del coagulante	75
Nº14. Fórmula del porcentaje de remoción de turbidez	75
Nº15. Desestabilización del coloide	76
Nº16. Galería fotográfica	77

CONTENIDO DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos de agua de ser potabilizada con tratamiento convencional	25
Tabla 2. Perfil fitoquímico del extracto Acuoso del Huaguro	36
Tabla 3. Balance de masa por operación	37
Tabla 4. Resultados promedios del análisis del agua con el Huaguro a una turbidez inicial de 8,45 UNT	38
Tabla 5. Prueba estadística Shapiro-Wilk	39
Tabla 6. Prueba estadística Test de Levene	40
Tabla 7. Prueba estadística ANOVA para efectividad de las concentraciones	41
Tabla 8. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey a un intervalo de confianza al 95%. Resultados de efectividad de las concentraciones del coagulante	42
Tabla 9. Prueba estadística ANOVA para turbiedad residual	43
Tabla 10. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey a un intervalo de confianza al 95%. Resultados de efectividad en las turbiedades residuales del coagulante	44

CONTENIDOS DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Promedios del análisis del agua con el Huaguro	38
Figura 2. Media de las pruebas de múltiples comparaciones, para detectar diferencias entre grupos, para las distintas efectividades de las concentraciones de coagulante	42
Figura 3. Media de las pruebas de múltiples comparaciones, para detectar diferencias entre grupos, para las distintas turbiedades residuales de las concentraciones de coagulante	44

RESUMEN

El sulfato de aluminio utilizado como coagulante en el tratamiento de la turbidez del agua superficial destinada para consumo humano, ha originado a lo largo de los años la formación de lodos con un impacto ambiental negativo de suelos y el agua, además se ha reportado según estudios correlación positiva con la enfermedad neurodegenerativa Alzheimer. Por esta razón, el principal objetivo del estudio ha sido evaluar la efectividad del mucílago liofilizado de *Austrocylindropuntia floccosa* “Huaguro” en la disminución de la turbidez del agua del río Shullcas, Huancayo - 2019. Fue un estudio de tipo aplicado, prospectivo, longitudinal y de nivel explicativo, que aplicó un diseño experimental. Se tomaron 14 muestras de agua mediante muestreo no probabilístico por conveniencia, en un intervalo de 1 L cada 15 minutos del punto de captación de SEDAM Huancayo, se ha utilizado un análisis fisicoquímico con la prueba de jarras para determinar la concentración efectiva mediante tres procesos coagulación, floculación y sedimentación. Como resultado del estudio se encontró mayor nivel de disminución de turbidez a una concentración de 5 ppm (43,55%) siendo la turbidez residual de 4,77 UNT en muestra de 8,45 UNT inicial. Se concluye que el valor residual de turbidez está dentro de los Límites Máximos Permisibles de DIGESA según DS N° 031-2010-SA, siendo por lo tanto una alternativa natural biodegradable que puede reemplazar al sulfato de aluminio que induciría la enfermedad de Alzheimer, se sugiere aumentar la concentración del coagulante de 1000 ppm a 10 000 ppm con volúmenes próximos a 5mL.

Palabras claves: Sulfato de aluminio, turbidez del agua, efectividad, concentración de coagulante, mucílago liofilizado.

ABSTRACT

Aluminum sulfate used as a coagulant in the treatment of turbidity of surface water intended for human consumption, has caused over the years the formation of sludge with a negative environmental impact of soils and water, in addition it has been reported according to studies positive correlation with neurodegenerative Alzheimer's disease. For this reason, the main objective of the study has been to evaluate the effectiveness of lyophilized *Austrocylindropuntia floccosa* "Huaguro" mucilage in reducing the water turbidity of the Shullcas River, Huancayo - 2019. It was an applied-type, prospective, longitudinal and explanatory-level study that applied an experimental design. 14 water samples were taken by non-probabilistic convenience sampling, in an interval of 1 L every 15 minutes from the SEDAM Huancayo collection point, a physicochemical analysis with the jar test was used to determine the effective concentration through three coagulation, flocculation and sedimentation processes. As a result of the study, a higher level of decrease in turbidity was found at a concentration of 5 ppm (43.55%), with the residual turbidity being 4.77 UNT in the initial sample of 8.45 UNT. It is concluded that the residual value of turbidity is within the Maximum Allowable Limits of DIGESA according to DS N° 031-2010-SA, being therefore a biodegradable natural alternative that can replace aluminum sulfate that would induce Alzheimer's disease. suggests increasing the coagulant concentration from 1,000 ppm to 10,000 ppm with volumes close to 5mL.

Keywords: Aluminum sulfate, water turbidity, effectiveness, coagulant concentration, lyophilized mucilage.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Los factores que alteran la calidad del agua superficial es el uso de fertilizantes en la agricultura, las floraciones de cianobacterias tóxicas, las industrias extractivas, los residuos sólidos, escorrentía urbana por este motivo aumenta los valores de turbidez, exponiendo a riesgos la salud pública; la demanda de coagulantes químicos es afectada por cambios de calidad del agua bruta por lo tanto los ensayos deben ser constantes generando aumento en los costos operativos y con ello el proceso de saneamiento con sales de aluminio.¹

En el Perú los ríos son contaminados por la actividad minera, aguas servidas urbanas, desagües industriales, actividad agrícola por el empleo de plaguicidas, por ello es superior el costo de tratamiento para producir agua potable, además hay costes extras para eliminar la turbiedad siendo esencial para el proceso de desinfección.² La coagulación con químicos produce grandes volúmenes de lodo sin embargo es complejo su tratamiento afectando negativamente el medioambiente y los bienes capital.³

El río Shullcas, fuente principal de abastecimiento de agua potable de la ciudad Incontrastable, en la Estación – 02 antes de la captación de la Empresa de Servicios de Agua Potable y alcantarillado Municipal (SEDAM Huancayo), el valor de turbiedad está fuera de los límites máximos permisibles, remotamente había actividad piscícola en la laguna Huacracocha originando la problemática de las microalgas que persisten en el presente afectando la calidad del agua, así también por la actividades costumbristas y el turismo en la laguna Lasuntay, se ha incrementado la presencia de residuos sólidos contaminando la Estación – 1A.⁴⁻⁵

La salud de la población beneficiada por el agua potable del río Shullcas estaría expuesta a la enfermedad de Alzheimer por el uso del coagulante $Al_2(SO_4)_3$ en el tratamiento de la turbiedad, teniendo cuestionamientos por no mantener un pH inalterable de manera que provoca variabilidad del aluminio residual, esta hipótesis de exposición al alumbre en el agua potable es por correlación positiva de varios estudios epidemiológicos no descartados en su totalidad, por lo tanto existe el temor de que pueda inducir enfermedades neurológicas.⁶⁻⁷ Por este motivo se busca una alternativa natural que reduzca dicho parámetro físico de tal manera disminuir los costos de adquisición de coagulantes sintéticos que por su uso constante perjudicarían la salud de los usuarios y en efecto no es compatible con el ambiente.

1.2. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

La investigación se llevó a cabo en la ciudad de Huancayo, región Junín, limitándose principalmente a evaluar la efectividad del mucílago liofilizado en la disminución de la turbidez del agua del río Shullcas, siendo el canal de captación de EPS SEDAM el punto de estudio, encontrándose a la altura del centro poblado de Chamisería; el análisis fue a través de pruebas fisicoquímicas, por ello se desarrolló la parte experimental del 4 al 22 de diciembre del 2019.

El análisis de efectividad del coagulante natural se realizó monitoreando la formación de coágulos y flocs empleando la prueba de jarras a fin de establecer comparaciones con el valor de Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT) permisible del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano por consiguiente se determinó la concentración eficaz.

Las deducciones producto de la investigación solo serán válidas para el tipo de muestra y parámetros evaluados sin embargo servirán para estudios relacionados con la turbidez del agua del río limítrofe al centro poblado.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1. Problema General

¿Existe efectividad del mucílago liofilizado de *Austrocyllindropuntia floccosa* en la disminución de la turbidez del agua del río Shullcas, Huancayo - 2019?

1.3.2. Problemas Específicos

- ¿Existe efectividad de las concentraciones del mucílago liofilizado de *Austrocyllindropuntia floccosa* en la disminución de la turbidez del agua del río Shullcas, Huancayo - 2019?
- ¿Existe efectividad en las turbiedades residuales de las concentraciones del mucílago liofilizado de *Austrocyllindropuntia floccosa* según los Límites Máximos Permisibles del agua en el río Shullcas, Huancayo - 2019?

1.4. JUSTIFICACIÓN

1.4.1. Social

Con el desarrollo de la investigación se logró disminuir el valor de turbiedad del agua de río Shullcas utilizando una alternativa natural que va contribuir en la prevención de la enfermedad degenerativa Alzheimer; beneficiando a los usuarios de SEDAM Huancayo.

1.4.2. Teórica

Este estudio a través de sus resultados servirá como sustento para generar estrategias sostenibles e integrarse al conocimiento científico sobre saneamiento de agua utilizando vegetales como las cactáceas que aseguren la calidad del suministro del líquido elemento. Además, permite engrandecer investigaciones científicas sobre la efectividad del mucílago liofilizado. Lo cual es una alternativa segura a diferencia de los coagulantes sintéticos.

1.4.3. Metodológica

Para realizar la investigación se emplearon técnicas fisicoquímicas para el análisis de aguas turbias (prueba de jarras y nefelometría) que evaluaron la efectividad del mucílago liofilizado del cactus que se obtuvo a partir de un procedimiento bromatológico; así también los resultados fueron comparados con los Límites Máximos Permisibles del agua (DS N° 031-2010-SA).

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo General

Evaluar la efectividad del mucílago liofilizado de *Austrocylindropuntia floccosa* en la disminución de la turbidez del agua del río Shullcas, Huancayo - 2019.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Determinar la efectividad de las concentraciones del mucílago liofilizado de *Austrocylindropuntia floccosa* en la disminución de la turbidez del agua del río Shullcas, Huancayo - 2019.

- Comparar la efectividad en las turbiedades residuales de las concentraciones del mucílago liofilizado de *Austrocylindropuntia floccosa* según los Límites Máximos Permisibles del agua en el río Shullcas, Huancayo - 2019.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO

Alcázar D.⁸ Evaluó la “Aplicación de un coagulante natural obtenido a partir de la penca de (*Opuntia ficus indica*) para la mejora de la calidad en aguas de consumo en la localidad de Achocalla” (Bolivia), determinando que el coagulante extraído de la penca de tuna presenta una alta capacidad para remover la turbidez inicial de aguas naturales en un promedio de 93.15 % a 90.82%, originando pérdida de masa en 95,55% debido al 92% de humedad.

Villabona A., Paz IC. y Martínez J.⁹ Determinaron que *Opuntia ficus indica* presenta una alta actividad como coagulante (Colombia), demostrando su actividad para remover 54% del color y 72% de turbidez de aguas crudas, dosis 90mg/L al 1%.

Martínez J. y González LE.¹⁰ Evaluaron el poder coagulante de *Opuntia ficus indica* para la remoción de turbidez y color en aguas crudas (Colombia), determinando una eficiencia de 84.52%, disminución de turbidez 85.76% y color 57.14%, además 74,11% de pérdida de masa en el secado del lote N°1 por poseer 90,23% de humedad.

Morejón BJ.¹¹ Utilizó el mucílago de tuna en el mejoramiento de la calidad del agua de consumo humano, en la comunidad de Pusir Grande, provincia del Carchi (Ecuador). Así obtuvo la relación volumétrica 25% mucílago de tuna – 75% agua a tratar con lo cual logró los parámetros establecidos, turbidez (5,89 UNT) según NTE INEN 1 108:2011.

Olivero RE. y col.¹² Utilizaron la tuna como coagulante natural en la clarificación de aguas crudas (Colombia), encontrando la dosis óptima 40 mg/L y velocidad de agitación 200 rpm, logrando reducir la turbidez hasta en un 83.66%, además de nula toxicidad para el polímero natural en relación al aluminio residual ocasionado por el variable pH del alumbre.

Pinto AL.¹³ Evaluó y comparó la efectividad del uso de floculantes naturales (*Aloe vera* y *Opuntia ficus indica*) y orgánicos (Ferrocryl y Chemlok 2040) en el tratamiento de aguas residuales teñidas (Arequipa), encontrando efectividad de la penca en la reducción de la turbidez de 22,37% a una dosis de 10 mL; determinando que el mucílago de tuna es una alternativa natural para la clarificación y formación de flóculos.

Chávez J.¹⁴ Determinó la “Eficiencia del coagulante a base de *Austrocyllindropuntia floccosa* en la disminución de la turbiedad en las aguas de la laguna Yanacocha – Pasco” (Perú), demostrando descenso de la turbiedad de 83,64% cumpliendo con los LMP para el agua según D.S. 031-2010-SA; haciéndola una alternativa natural para purificación de aguas contaminadas.

Samame YY.¹⁵ Determinó la dosis óptima del mucílago de *Opuntia ficus indica* para mejorar la calidad del agua del río la Leche (Lambayeque, Perú), hallando la remoción de turbidez de 91,5% a una dosis de 100 mL en 60 UNT, se concluyó que los valores se ajustan a los ECA del agua para consumo humano.

Dávila CM. y col.¹⁶ Evaluaron la efectividad de especies naturales como ayudantes de coagulación para clarificación de aguas turbias en épocas de avenidas en los ríos Llullan, Paria y Chucchun (Huaraz, Perú), encontrando remoción de turbiedad de 68,6% con la penca al 4,5%, dosis 36 mg/L; concluyendo que los valores menores a 5 UNT cumple la normatividad de calidad de agua potable.

López M.¹⁷ Evaluó la eficiencia del cactus *Opuntia ficus indica* como coagulante natural para el tratamiento de aguas (Lima), demostrando 58,25% de remoción de turbidez en muestras de 20 UNT, solución al 2%.

2.2. BASES TEÓRICAS

A. Huaguro

1. Descripción botánica

Es un cactus que crece principalmente en las altas cordilleras heladas a más de 4000 msnm en el centro y sur del Perú así también en Bolivia a altitudes entre 3600 y 4600 m, logrando ser la única especie de *Opuntia* que se adaptó a estos climas; forma colonias cespitosas revestidas de pelo blanco. Sus reducidos frutos son comestibles, sus flores son amarillas, los tallos cilíndricos y no es susceptible de la depredación.¹⁸

2. Clasificación taxonómica¹⁹

El Huaguro está situado dentro del género *Austrocyllindropuntia*, familia de las Cactáceas. La clasificación taxonómica es:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Sub clase: Caryophyllidae

Orden: Caryophyllales

Familia: Cactaceae

Subfamilia: Opuntioideae

Género: *Austrocyllindropuntia*

Especie: *Austrocyllindropuntia floccosa* (Salm-Dyck) Ritter.

B. Mucílagos

1. Definición

Son fibras solubles que contienen polisacáridos complejos y son representativos de los vegetales, se encuentran localizadas en el tegumento externo de semillas y otros órganos como las raíces, bulbos, hojas y tubérculos, su composición son los azúcares como la arabinosa y manosa ligado con ácidos urónicos específicamente el ácido galacturónico. Son idóneos en la retención hídrica para el proceso de germinación.²⁰⁻²¹

2. Clasificación²²

Los mucílagos de los vegetales se clasifican en:

a. Mucílagos neutros

En su composición prevalecen azúcares neutros como los galactomananos que son polímeros de galactosa y manosa.²²

b. Mucílagos ácidos

Dispone de una estructura donde participan azúcares de carácter ácido, tenemos al ácido urónico, son muy utilizados como laxantes.²²

C. Liofilización

1. Definición

Es un proceso que se fundamenta en separar el agua u otro solvente de una mezcla homogénea a través de la congelación y sucesiva sublimación del hielo a presión baja, se considera el procedimiento más grácil para secar productos de composición orgánica e inorgánica sin cambiar su composición cuantitativa o cualitativa. Se lleva a cabo a baja temperatura al vacío, eludiendo la desnaturalización de las proteínas al excluir la fase líquida y en efecto los cambios enzimáticos, químicos y biológicos.²³

2. Principales etapas de la liofilización²⁴

a. **Preparación.** – Disposición en condiciones adecuadas la materia prima, una vez terminada la modificación, los productos liofilizados no deben ser manipulados.²⁴

b. **Congelación.** – Se puede realizar en congeladores independientes del equipo liofilizador o en el mismo, se trabaja a temperaturas que oscilan entre -20°C y -40°C. Es ideal que el producto congelado sea de una estructura íntegramente sólida.²⁴

c. **Desecación primaria.** – El hielo sublima desde el exterior del producto y según avanza la transformación, la sublimación retorna dentro de él, el vapor resultante debe trasladarse por capas ya secas, y se recoge en el espacio del condensador para el proceso de enfriamiento a una temperatura ínfimo a la del producto.²⁴

f. **Desecación secundaria.** – Se lleva a cabo la desorción del producto, evaporando el agua ligada o no congelable, consiguiendo la humedad final menor al 2%. La presión es la mínima a la máxima cabida de vacío del equipo, es primordial el control de humedad para garantizar su estabilidad.²⁴

D. Prueba de jarras

1. Usos²⁵

Es la técnica para definir la dosis de sustancias químicas, en él se tratan de simular los procesos empleados en el tratamiento de agua potable como la coagulación, floculación y sedimentación íntegramente a nivel de laboratorio. En el procedimiento intervienen factores químicos e hidráulicos.

a. **pH.** – Primordial cuando los coloides que absorbieron iones hidroxilo, son eliminados por la elevada concentración de iones hidronio que origina disminución de la consistencia de la suspensión coloidal. Es preferente que el pH oscile en la zona pertinente al mínimo de solubilidad de los iones metálicos utilizados, se ha comprobado que el coagulante de aluminio es efectivo a menos de 7.4 o a más de 8.5.²⁵

b. **Temperatura.** – Interviene en la efectividad de la coagulación y en la rapidez de constitución del flóculo, conforme desciende la temperatura del agua debe incrementarse la dosis de las sustancias químicas para asegurar la creación de flóculos óptimos.²⁵

c. **Secuencia de aplicación de las sustancias químicas.** – El tiempo de coagulación es corto, menos de un segundo por ello el empleo ideal del coagulante exige la neutralización completa, antes que una porción del químico haya empezado precipitar.²⁵

d. Mezcla rápida. – Simula la turbulencia apropiada en el líquido para colocar en contacto los compuestos químicos con las partículas coloidales a fin de neutralizar las cargas iónicas, desestabilizar y que aglomeren en un corto tiempo, si la planta es de mezcla rápida el tiempo es de 1-3 minutos en un intervalo de 30 a 100 rpm, si está exento se sugiere de 15-60 segundos por 40 a 60 rpm.²⁵

e. Mezcla lenta. – Usualmente no supera los 15 minutos, mayor tiempo puede conllevar a calentar la muestra con adecuada floculación y pésima sedimentación por el escape de los gases disueltos en el agua, creando burbujas que se incorporan a los flóculos consiguiendo que floten, se considera prudente un tiempo de 3-15 minutos por 20-40 rpm.²⁵

f. Tiempo de sedimentación. - Se sugiere 30 minutos después de la floculación.²⁵

2. El agua

a. Importancia. - Es un compuesto indispensable para los seres vivos, para sus actividades cotidianas, para cocer los alimentos, el aseo, regar los campos, la industria y centrales de energía.²⁶

b. Composición y estructura. - Está compuesta por un átomo de oxígeno y dos hidrógenos, tiene una distribución irregular electrónica siendo el oxígeno el más electronegativo atrayendo a si ambos enlaces; la carga positiva es de los átomos de hidrógeno. Tiene la propiedad de ser una molécula polar facilitando la unión a otras sustancias polares.²⁷

c. El color. - Es producto de la luz no absorbida ocasionando una variedad de colores azul, amarillento, verdoso, rojizo entre otros, va depender de las partículas suspendidas o del plancton que en ella existe; el color que se visualiza es el resultado de la acción de la luz sobre los materiales suspendidos.²⁸

d. pH. - Es la concentración de iones de hidrógeno, producto del equilibrio carbónico y a la actividad vital de los microorganismos acuáticos, las aguas superficiales tienen un valor promedio de 6-8,5, siendo las aguas subterráneas más ácidas.²⁹

3. Coagulación

Es el proceso de desestabilización química de las partículas coloidales que se producen al perder la fuerza repelente que los mantiene separados lo cual se produce al adicionar un coagulante natural o sintético; por consiguiente causan coalescencia formando partículas mayores para una buena sedimentación.³⁰

4. Principales coagulantes³¹

a. Coagulantes metálicos. - Son los más utilizados en el proceso de tratamiento de aguas crudas debido a que pueden actuar como coagulante y floculante, al ser disueltos forman compuestos complejos hidratados.³¹

b. Coagulantes naturales. - Productos naturales que tienen la propiedad de coagulante y floculante actúan aglomerando las partículas en suspensión, facilitar su sedimentación y reduciendo la turbidez. Presentan una mínima o nula toxicidad, en muchos casos son productos alimenticios con alto contenido de carbohidratos. Son una alternativa que aún no se ha explotado lo suficientemente.³¹

5. Coloides

Son partículas sólidas con un diámetro próximo entre 1 y 1000 milimicrómetros, no sedimentan fácilmente por fuerza de la gravedad de modo que necesita técnicas como la coagulación y filtración. Las cargas eléctricas son homogéneas ya sea positiva o negativa originando repulsión entre ellas, lo que complica su desestabilización.¹⁰⁻¹⁷

6. Tipos de coloides¹⁷

- a. **Coloides hidrófobos.** – Cuando hay repulsión al agua, aunque no sea completa, su propiedad superficial es imprescindible.¹⁷
- b. **Coloides hidrófilos.** – Cuando hay atracción al agua, participan las fuerzas de estabilización o repulsión: carga de las partículas y la hidratación.¹⁷

7. Proceso de tratamiento de agua para consumo humano³²

- a. **Cribado.** – Se eliminan los sólidos de gran volumen que se localizan en el agua como piedras, ramas, plásticos entre otros desechos desmesurados, mediante rejillas en el cual quedan sujetos.³²
- b. **Coagulación-floculación.** – La coagulación desestabiliza las suspensiones coloidales para que sean retiradas, es breve utilizando solo fracciones de segundos. La floculación aglomera las partículas. Requiere ser monitoreado con alto grado de seguridad por ser fase importante del tratamiento, aquí se eliminan microorganismos patógenos, algas, saborizantes si son susceptibles a las condiciones establecidas.³²
- c. **Sedimentación.** – Producto de la gravedad, las partículas en suspensión son retiradas del fluido por tener una densidad superior al agua, el líquido resultante es estabilizado a un aspecto más claro.³²
- d. **Filtración.** – Separación de partículas y mínimas cantidades de microorganismos utilizando un medio poroso, en los filtros el grado de eficiencia para remoción bacteriológica es mayor al 99%, el diámetro para la retención en los granos de lecho varía desde flóculos de 1mm a 10⁻³mm característico de coloides, bacterias y virus. El lavado de los granos es constante por la frecuente obstrucción, la turbidez del agua filtrada es menor o igual a 1 UNT.³²

e. **Desinfección.** – Consiste en la eliminación de los organismos patógenos sin embargo no incluye la totalidad, por los procesos previos a los cuales se sometieron. La efectividad se determina porcentualmente considerando variables como microorganismos muertos, tiempo, temperatura y pH preestablecidos, el cloro es el compuesto químico más utilizado por su acción desinfectante, fácil manejo y bajo precio.³²

8. Estándares de Calidad Ambiental para agua potable

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos de agua de ser potabilizada con tratamiento convencional

Ministerio	Punto de control	Parámetro	Unidad de medida	Límite máximo permisible
MINAM	Ingreso	Turbiedad	UNT	100
		pH	Unidad de pH	5,5 - 9,0
MINSA (DIGESA)	Salida	Turbiedad	UNT	5
		pH	Valor de pH	6,5 a 8,5

Fuente: DS N° 004-2017-MINAM⁵ y DS N° 031-2010-SA³³.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.3.1 Efectividad

Es el resultado de una prueba en laboratorio, mediante ensayos como la de jarras para valorar el grado de remoción de turbidez.¹⁰

2.3.2 Límite máximo permisible

Es el rango asignado a la concentración de parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en efluentes o emisiones, si son excedidas causan daños a la salud y al ambiente.⁵⁻³³

2.3.3. Ríos

Son corrientes de agua que fluyen sobre la superficie terrestre teniendo un origen muy variado sea por acumulación del agua de lluvias, lagos que se han formado por el proceso de deshielo de los picos de nevados.²⁸

2.3.4. Turbidez

Es el grado de opacidad producido en el agua por la cantidad de material suspendido que contiene, las concentraciones de estas sustancias determinan la transparencia al obstaculizar el paso de luz. La turbidez puede ser origen natural por presencia de rocas, arcillas, fangos, algas y microorganismos. El antropogénico es a partir de desechos domésticos, industriales, microbios, erosión entre otros.³⁴

2.3.5. Nefelometría

Es una técnica de medición de la luz desviada en diversos ángulos por las partículas presentes en la suspensión; la energía lumínica dispersa es reflejada hacia un detector indirecto del haz luminoso. Las mediciones se realizan en un determinado ángulo en relación con el haz.³⁵

2.3.6. Sulfato de Aluminio

Es el coagulante más utilizado en el tratamiento de agua potable se obtiene al reaccionar un mineral alumínico (caolín, bauxita, hidrato de aluminio) con ácido sulfúrico a temperaturas elevadas. Tiene la fórmula $Al_2(SO_4)_3$.³⁶

2.3.7. Alzheimer

Es una enfermedad neurodegenerativa progresiva, se considera que es la causa más frecuente de demencia, su origen es genética ocasionando problemas con el pensamiento y el comportamiento.³⁷⁻³⁸

2.3.8. Concentración óptima de coagulante natural

Masa de un vegetal en polvo aforada en 100 mL de agua destilada, que puede lograr una eficiencia para disminuir el color y turbiedad del agua residual sin embargo no es directamente proporcional la concentración con el nivel de remoción de turbiedad.³⁹

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis General

El mucílago liofilizado de *Austrocylindropuntia floccosa* reduce la turbidez del agua del río Shullcas, Huancayo - 2019.

3.2. Hipótesis específicas

3.2.1. Al menos una de las concentraciones del mucílago liofilizado de *Austrocylindropuntia floccosa* tiene efectividad en la disminución de la turbidez del agua del río Shullcas, Huancayo - 2019.

3.2.2. Al menos una de las turbiedades residuales de las concentraciones del mucílago liofilizado de *Austrocylindropuntia floccosa* está dentro de los Límites Máximos Permisibles del agua en el río Shullcas, Huancayo - 2019.

3.3. Variables

2.3.1 Efectividad del mucílago liofilizado de *Austrocyllindropuntia floccosa*

- a. **Definición conceptual.** – Evaluación del producto en polvo como resultado del proceso de secado por sublimación directa considerando presión reducida posterior a las operaciones unitarias primarias.⁴⁰

- b. **Definición operacional.** – Se considera una dimensión: concentración de mucílago liofilizado.

3.3.2. Disminución de la turbidez del agua

- a. **Definición conceptual.** – Efecto cuando se añade una concentración de coagulante que atrapa en su descenso a los coloides y partículas en suspensión que luego sedimentaran, reduciendo la capacidad de diseminar la luz.⁴¹

- b. **Definición operacional.** – Se considera una dimensión: turbidez del agua del río Shullcas.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Se empleó el método científico y analítico. – Porque fue un procedimiento estándar de pasos adecuados para enunciar, responder una pregunta y obtener conocimientos verídicos; además analítico para determinar las causas o factores constitutivos de un fenómeno siendo el tamaño del efecto la variable dependiente.⁴²

4.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación fue de tipo aplicada, prospectivo y longitudinal. – Porque tuvo como finalidad resolver problemas prácticos inmediatos, prospectivo puesto que los datos necesarios para el estudio son recogidos a propósito de la investigación “primarios” y longitudinal en virtud de que la variable de estudio fue medida en más de dos oportunidades.⁴³

4.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El trabajo de investigación pertenece al nivel explicativo, porque se manipuló la variable independiente, que tiene relación causal para modificar el objeto de estudio.⁴⁴

4.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se utilizó un diseño experimental, razón que existió control de las variables extrañas asegurando que no intervengan en la variable dependiente; por lo cual había equivalencia de los grupos para su comparación por manipulación de la variable independiente. Los experimentos incluyeron pre prueba, post prueba y asignación aleatoria.⁴³⁻⁴⁴

4.4.1. Modelo de observaciones

RG ₁	O ₁	X ₁	O ₂
RG ₂	O ₃	X ₂	O ₄
RG ₃	O ₅	X ₃	O ₆
·	·	·	·
·	·	·	·
·	·	·	· RG _k
O _{2k-1}	X _k	O _{2k}	RG _{k+1}
O _{2k+1}	X _{k+1}	O _{2(k+1)}	

Donde:

RG_{1,2,3, k, k+1}: Grupos experimentales seleccionados aleatoriamente.

O_{1,3,5, (2k-1), (2k+1)}: Se aplica una medición previa.

X_{1,2,3, k, k+1}: Tratamientos.

O_{2,4,6,2k, 2(k+1)}: Se aplica una medición posterior.

4.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población es infinita y las evaluaciones se hicieron en el agua que pertenece al río Shullcas (Huancayo).

Se tomaron 14 muestras de agua del río de un solo punto: canal de captación de SEDAM (N24), altura del centro poblado de Chamisería, mediante muestreo no probabilístico por conveniencia, con los siguientes criterios:

4.5.1. Criterios de inclusión

Agua del río Shullcas que fluye por el canal de captación de SEDAM, altura del centro poblado de Chamisería.

4.5.2. Criterios de exclusión

Agua proveniente de reservorios, canales de riego y arroyos que pertenezcan a distintas ubicaciones geográficas.

4.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

A. Técnica. - Se empleó la observación que permitió conseguir datos inmediatos a como está funcionando el objeto de estudio en el presente.⁴⁴

B. Instrumento de recolección de datos. – Los datos de todas las muestras fueron recopilados en una Ficha de recolección de datos (Anexo N°3).

C. Confiabilidad del instrumento. – Se realizó dos pruebas pilotos, posteriormente el procedimiento utilizado fue la medida de estabilidad (coeficiente por test – retest) mediante el coeficiente de correlación de Pearson en el programa SPSS (Anexo N°4).

D. Validez del instrumento. – Se diseñó el instrumento de recolección de datos que fue validada por juicio de expertos mediante una ficha de validación con 10 criterios y sus indicadores, participaron tres jueces (Anexo N°5).

E. Procedimientos de la investigación

1. Localización y recolección de Huaguro. – Se recogieron 10 cactáceas de fisonomía salubre, medida promedio de 5 x 13 cm, ubicado en el centro poblado de Acopalca, provincia de Huancayo región Junín a una altitud de 3915 *msnm*, altura del kilómetro 22 carretera principal.

2. **Posición taxonómica.** – El cactus ha sido estudiada y clasificada por el Herbario del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
3. **Ensayo fitoquímico del cactáceo.** – Se utilizó 1 unidad para evidenciar los principios activos en 3 tipos de extractos: alcohólico, metanólico y acuoso el cual fue realizada por la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional del Centro del Perú. El análisis sirvió para relacionar directamente la alta evidencia con la efectividad para reducir turbiedad del agua.
4. **Liofilización del Huaguro.** – Los cactus se trasladaron al laboratorio de Bromatología de la UPLA, se eliminó las espinas y pelos blancos luego se procedió a lavar con agua potable, se peló y fue cortado en pequeños trozos cerca de 1cm x 1cm para luego ser colocados en la estufa a 60°C por 48 horas. El producto seco fue molido y tamizado con malla número 40 hasta conseguir partículas con diámetro menor de 0.5mm.⁴⁵
Se prepararon dos cartuchos de 9,7g y se extrajo la clorofila y otros pigmentos utilizando etanol absoluto (volumen 250 mL) en el extractor Soxhlet durante 3 horas, el producto de color marfil fue secado a temperatura ambiente, después se macero con agua destilada para separar la parte gelatinosa de la fibra, la proporción fue de 1:11,5 en peso a 600 rpm durante 60 minutos. Y con ello se filtró con tela nylon para separar la parte gomosa y por último se llevó al equipo liofilizador, obteniéndose un polvo fino de color blanquecino.⁴⁵
5. **Obtención de la muestra.** - Se recolectaron las muestras por conveniencia, disponiendo de aproximadamente 14 L de agua, provenientes del punto del río: canal de captación de SEDAM (N24), tomadas en un intervalo constante de 1 L por 15 minutos; se empleó 1 bidón de plástico desinfectado con aforo para 15 L y una jarra de 2 L, el recipiente se etiquetó estipulando datos como punto, lugar, fecha, hora de envasado; que fue trasladada al laboratorio de Análisis Químico (Facultad de Ingeniería Química – UNCP) para sus pruebas respectivas.
6. **Registro de variables constantes.** – Se consideró la estación del año, el pH y la temperatura bajo condiciones de medición en el laboratorio.

7. Estándares. – El negativo fue con agua destilada y el positivo con agua del riachuelo Chuyo del Anexo de Cochas Chico que pertenece al Distrito de El Tambo.

8. Diseño del experimento. – Se utilizó un análisis fisicoquímico de agua, para determinar la concentración del coagulante natural que disminuya la turbidez mediante la prueba de jarras.⁴⁶ Se realizaron 4 tratamientos con 3 repeticiones cada uno, con un total de 12 experimentos; asimismo se excluyó el grupo control pues solo se considera un factor que afecta a la variable de respuesta.

9. Análisis del agua. – Se realizó por triplicado para los siguientes indicadores.

a. Turbidez. – Se empleó un volumen de 10 mL en un beaker utilizando el turbidímetro HACH 2100p.

b. Preparación de la solución de coagulante. – Mediante pruebas preliminares a partir de una concentración de 1000 *ppm*, en el cual se aforó 1g de coagulante en una fiola de 1000 mL con agua destilada, se determinaron 4 tratamientos finales para hallar la efectividad de las concentraciones las cuales fueron 5 *ppm*, 10 *ppm*, 15 *ppm*, y 20 *ppm*.

c. Concentración de mucílago liofilizado. – Se empleó la prueba de jarras con floculador Lovibond para determinar la concentración efectiva mediante tres procesos: coagulación a 150 rpm por 5 minutos, floculación a 50 rpm por 15 minutos y sedimentación por 60 minutos, utilizando 1000 mL por jarra.

10. Los valores obtenidos se almacenaron en el programa SPSS para efectuar la prueba de hipótesis con ANOVA y tabular los resultados.

4.7. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Los resultados de turbidez y efectividad del mucílago liofilizado fueron estructurados mediante tablas cruzadas y gráficos respectivos, interpretándose con análisis estadístico descriptivo (media aritmética) e inferenciales, análisis de varianza unidireccional (ANOVA) a un nivel de significancia de 0.05 y la prueba de comparación múltiple de TUKEY. Se utilizó un diseño unifactorial completamente al azar con 4 tratamientos y 3 repeticiones, con un total de 12 experimentos del punto de muestreo, pues solo se considera dos fuentes de variabilidad los tratamientos y el error aleatorio. Todos los datos fueron procesados con el programa Microsoft Excel 2016 y SPSS V 25.0.

4.7.1. Modelo de observaciones del diseño unifactorial completamente al azar

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

i : 1, 2, 3 y 4 (número de tratamientos).

j : 1, 2 y 3 (repeticiones).

Y_{ij} : El valor observado de la j -ésima repetición para el i -ésimo tratamiento.

μ : Efecto de la media general (Disminución).

T_i : Efecto de la i -ésimo tratamiento (Efecto de las concentraciones del mucílago).

ϵ_{ij} : Efecto del error experimental en el i -ésimo tratamiento y la j -ésima repetición.

4.8. ASPECTOS ÉTICOS DE LA INVESTIGACIÓN

El proyecto de investigación cumplió los artículos 27 y 28 del Reglamento General de Investigación asimismo los artículos 4 y 5 del Código de Ética para la investigación científica. No participaron grupos humanos o muestras de ellos no obstante se evitaron acciones lesivas a la naturaleza y a la biodiversidad asimismo se garantizó la autenticidad de la investigación. Sin existir conflicto de interés.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1.1 Compuestos químicos del Huaguro

Tabla 2. Perfil fitoquímico del extracto Acuoso del Huaguro

Principio activo	Reacción	Huaguro
Alcaloides	Dragendorff	+
Compuestos fenólicos y/o taninos	Cloruro férrico	+
Triterpenos y/o esteroides	Lieberman Buchard	+
Azúcares	Fehling	+
Aminoácidos	Aminoácidos	+
Flavonoides	Shinoda	+
Taninos	Taninos	+
Quinonas	Borntrager	++
Saponina	Espuma	++
Compuestos lactónicos y cumarinas	Baljet	++
Mucílagos	Mucílagos	+++

(+) Baja evidencia (++) Evidencia (-) Negativo (+++) Alta evidencia

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias UNCP.

La Tabla 2 muestra que se obtuvo alta evidencia de mucílagos (+++).

5.1.2 Balance de masa en el lote del cactáceo

Tabla 3. Balance de masa por operación

Operación	Masa inicial (g)	Masa final (g)	Pérdida (g)	Pérdida de la operación (%)	Pérdida global (%)
Eliminación de espinas, gloquidios y pelos blancos	1328.42	1265.63	62.79	4.72	4.72
Remoción de la cutícula y corte	1265.63	885.05	380.58	30.07	28.64
Secado	885.05	23.61	861.44	97.33	64.84
Molido	23.61	20.32	3.29	13.93	0.24
Tamizado	20.32	19.55	0.77	3.78	0.05
Extracción de clorofila y pigmentos	19.55	15.76	3.79	19.38	0.28
Liofilizado	15.76	12.21	3.55	22.52	0.26
Total			1316.21		99.03

Fuente: Elaboración propia, diciembre 2019.

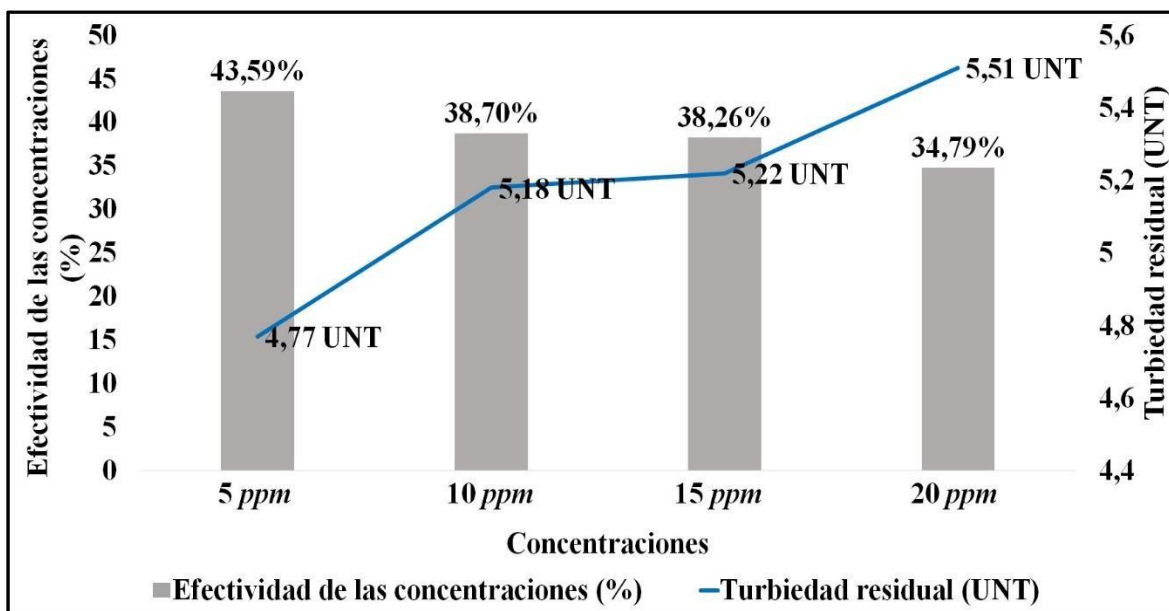
La Tabla 3 muestra los resultados obtenidos del balance de masa que tuvo el Huaguero, donde se observa que la pérdida global fue de 99.03 %, la operación que originó mayor pérdida de masa fue el secado disminuyendo 64.84 % de la masa inicial.

Tabla 4. Resultados promedios del análisis del agua con el Huaguro a una turbidez inicial de 8,45 UNT

Promedios	Concentraciones			
	5 ppm	10 ppm	15 ppm	20 ppm
Turbiedad residual (UNT)	4,77	5,18	5,22	5,51
Efectividad de las concentraciones (%)	43,59	38,70	38,26	34,79

Fuente: Elaboración propia, diciembre 2019.

La Tabla 4 muestra los resultados obtenidos mediante la prueba de jarras, la concentración de 5 ppm tuvo mayor eficiencia en los dos promedios analizados con valores de 4,77 UNT y 43,59%.



Fuente: Datos de la Tabla 4

Figura 1. Promedios del análisis del agua con el Huaguro

5.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

5.2.1 Prueba de normalidad

1. Planteamiento de hipótesis

H_0 = La variable disminución de la turbidez del agua tiene distribución Normal

H_1 = La variable disminución de la turbidez del agua no tiene distribución Normal

2. Regla de decisión

Aceptar H_0 si la significancia (p valor) es $> 0,05$

Rechazar H_0 si la significancia (p valor) es $< 0,05$

Tabla 5. Prueba estadística Shapiro-Wilk ($n \leq 50$)

Indicadores	Tratamientos	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Disminución de la turbidez del agua	T1	,993	3	,839
	T2	1,000	3	,984
	T3	,992	3	,828
	T4	1,000	3	,988
Turbiedad residual	T1	,993	3	,843
	T2	1,000	3	1,000
	T3	,993	3	,843
	T4	1,000	3	1,000

Fuente: Programa SPSS.

3. Decisión estadística

Se acepta la Hipótesis H_0 siendo el p valor mayor que el nivel de significancia ($\alpha = 0,05$). En consecuencia, los datos de la variable disminución de la turbidez del agua corresponden a una distribución Normal.

5.2.2 Prueba de homogeneidad de varianzas

1. Planteamiento de hipótesis

H_0 = Las varianzas de la variable disminución de la turbidez del agua en los grupos que se comparan no son diferentes

H_1 = Las varianzas de la variable disminución de la turbidez del agua en los grupos que se comparan son diferentes

2. Regla de decisión

Aceptar H_0 si la significancia (p valor) es $> 0,05$

Rechazar H_0 si la significancia (p valor) es $< 0,05$

Tabla 6. Prueba estadística Test de Levene

Indicadores		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Efectividad de las concentraciones	Se basa en la media	,064	3	8	,977
	Se basa en la mediana	,054	3	8	,982
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,054	3	7,698	,982
de la turbidez					
Disminución del agua	Se basa en la media recortada	,063	3	8	,978
	Se basa en la media	,062	3	8	,978
	Se basa en la mediana	,052	3	8	,983

Fuente: Programa SPSS.

3. Decisión estadística

Se acepta la Hipótesis H_0 siendo el p valor mayor que el nivel de significancia ($\alpha = 0,05$). En consecuencia, las varianzas de la variable disminución de la turbidez del agua en los grupos que se comparan no son diferentes.

5.2.5 Análisis de varianza unidireccional para efectividad de las concentraciones del coagulante

1. Planteamiento de hipótesis

H_0 = Las medias de los porcentajes de disminución de turbidez a diferentes concentraciones de coagulante son iguales.

H_1 = Al menos una media de los porcentajes de disminución de turbidez a diferentes concentraciones de coagulante es diferente de las demás.

2. Regla de decisión

Aceptar H_0 si la significancia (p valor) es $> 0,05$

Rechazar H_0 si la significancia (p valor) es $< 0,05$

Tabla 7. Prueba estadística ANOVA para efectividad de las concentraciones

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	117,873	3	39,291	226,266	,000
Dentro de grupos	1,389	8	,174		
Total	119,262	11			

Fuente: Programa SPSS.

3. Decisión estadística

Se rechaza la Hipótesis H_0 siendo el p valor (0,000) menor que el nivel de significancia ($\alpha = 0,05$). En consecuencia, existen diferencias significativas entre los porcentajes de disminución de turbidez a diferentes concentraciones de coagulante.

Tabla 8. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey a un intervalo de confianza al 95%. Resultados de efectividad de las concentraciones del coagulante

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T4	3	34,7933		
T3	3		38,2633	
T2	3		38,6967	
T1	3			43,5900
Sig.		1,000	,602	1,000

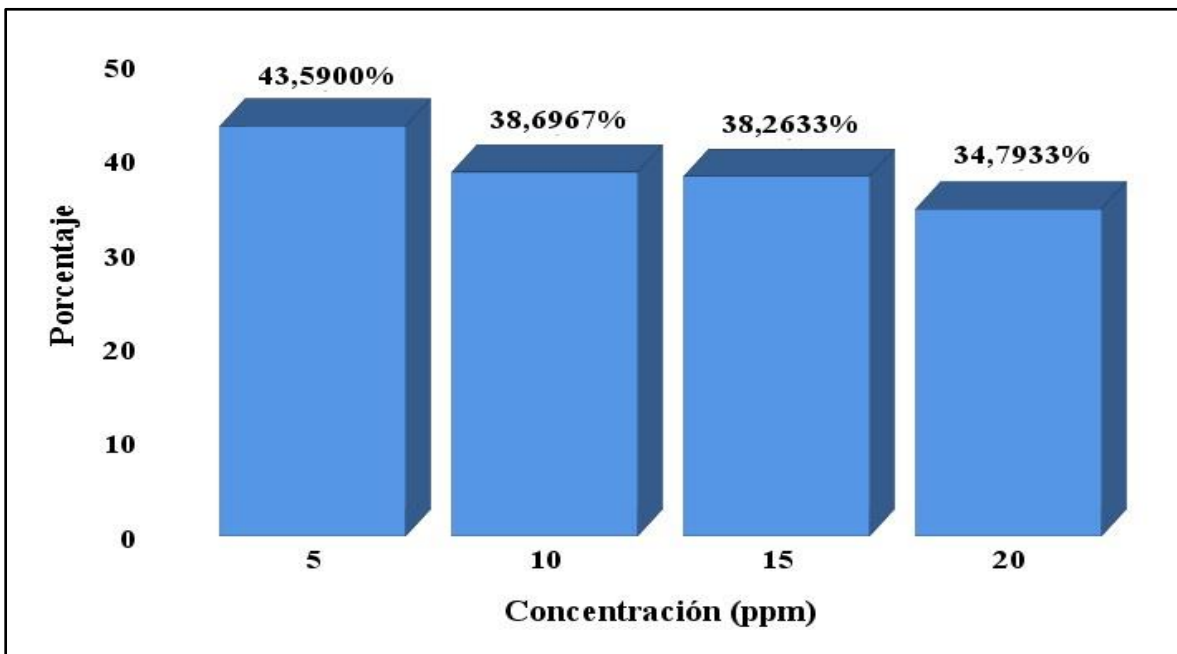
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Programa SPSS.

4. Conclusión estadística

La Tabla 8 muestra que el tratamiento 1 (5 ppm) tuvo mayor porcentaje de disminución de turbidez (43,5900%), en los tratamientos 2 (10 ppm) y 3 (15 ppm) no existen diferencias significativas en porcentaje de disminución de turbidez, el tratamiento 4 (20 ppm) presentó menor porcentaje de disminución de turbidez (34,7933%).



Fuente: Datos de la Tabla 8

Figura 2. Media de las pruebas de múltiples comparaciones, para detectar diferencias entre grupos, para las distintas efectividades de las concentraciones de coagulante

5.2.6 Análisis de varianza unidireccional para efectividad en las turbiedades residuales del coagulante

1. Planteamiento de hipótesis

H_0 = Las medias de las turbiedades residuales a diferentes concentraciones de coagulante son iguales.

H_1 = Al menos una media de las turbiedades residuales a diferentes concentraciones de coagulante es diferente de las demás.

2. Regla de decisión

Aceptar H_0 si la significancia (p valor) es $> 0,05$

Rechazar H_0 si la significancia (p valor) es $< 0,05$

Tabla 9. Prueba estadística ANOVA para turbiedad residual

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,842	3	,281	225,942	,000
Dentro de grupos	,010	8	,001		
Total	,852	11			

Fuente: Programa SPSS.

3. Decisión estadística

Se rechaza la Hipótesis H_0 siendo el p valor (0,000) menor que el nivel de significancia ($\alpha = 0,05$). En consecuencia, existen diferencias significativas entre las turbiedades residuales a diferentes concentraciones de coagulante.

Tabla 10. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey a un intervalo de confianza al 95%. Resultados de efectividad en las turbiedades residuales del coagulante

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T1	3	4,7667		
T2	3		5,1800	
T3	3		5,2167	
T4	3			5,5100
Sig.		1,000	,602	1,000

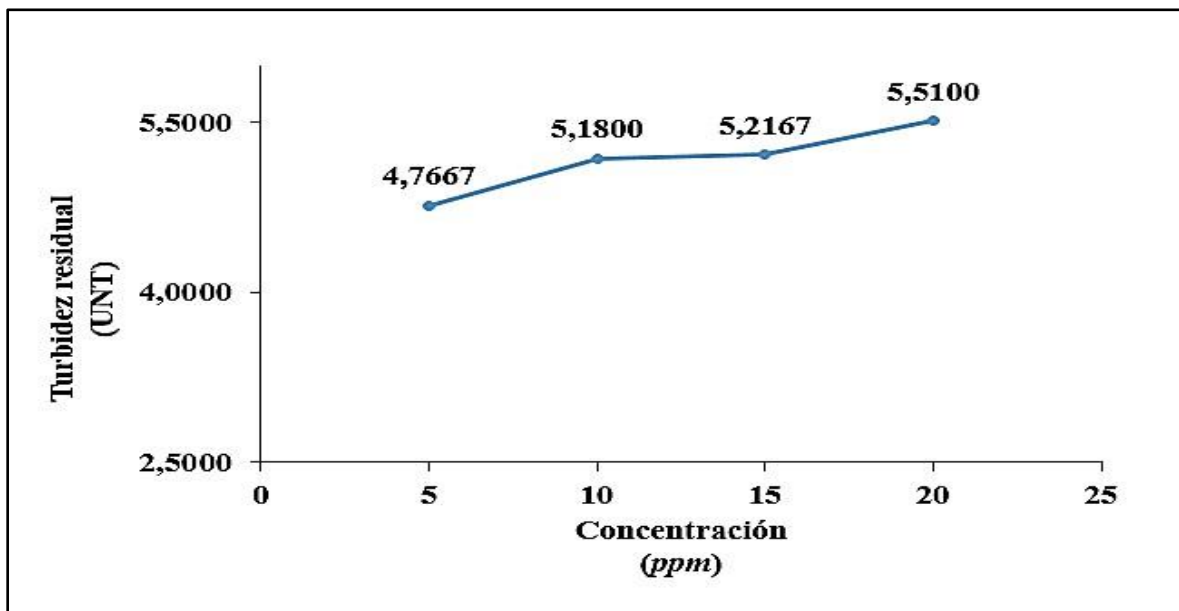
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Programa SPSS.

4. Conclusión estadística

La Tabla 10 muestra que el tratamiento 1 (5 ppm) tuvo mayor nivel de disminución de turbidez residual (4,7667 UNT), en los tratamientos 2 (10 ppm) y 3 (15 ppm) no existen diferencias significativas en disminución de turbidez residual, el tratamiento 4 (20 ppm) presentó menor nivel de disminución de turbidez residual (5,5100 UNT).



Fuente: Datos de la Tabla 15

Figura 3. Media de las pruebas de múltiples comparaciones, para detectar diferencias entre grupos, para las distintas turbiedades residuales de las concentraciones de coagulante

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se analizaron los compuestos químicos del cactáceo Tabla 2, encontrando alta evidencia de mucílago (+++) en el extracto acuoso, al respecto Chávez J.¹⁴ Demostró que el extracto viscoso de Huaraco es una alternativa al empleo de coagulantes sintéticos con reducción de turbidez de 83,64%.

Los resultados del balance de masa del Huaguero Tabla 3, demuestra que existe elevada reducción de masa 99,03%, siendo significativa en la operación de secado 64,84%, cabe resaltar que según Martínez J. y Gonzáles LE.¹⁰ Quienes evaluaron la remoción de turbidez con *O. ficus-indica* demostraron que el secado presentó la mayor pérdida de masa 74,11% en el primer lote, a causa del alto porcentaje de humedad 90,23%. Por otro lado, se comprueba con Alcázar D.⁸ Él cual determinó pérdida total de masa en el lote N°1 de Tuna de 95,55% asimismo realizó el cálculo de humedad promedio que fue 92%. Con esto se demuestra que el beneficio es mínimo sin embargo para el tratamiento de aguas turbias se requiere reducidas concentraciones.

Luego de aplicarse la prueba de jarras a las muestras, los resultados de la Tabla 4 evidencia que a una turbidez inicial de 8,45 UNT, la mejor concentración de mucílago liofilizado en la disminución de turbidez fue 5 *ppm*, con una turbidez residual promedio de 4,77 UNT. Este valor es equivalente al 43,55% de remoción de turbidez, a su vez en comparación con los Límites Máximos Permisibles del agua para consumo humano, está dentro de los parámetros comprobando su efectividad.

Cabe resaltar que valores cercanos obtuvo López M.¹⁷ Quien demostró 58,25% de remoción de turbidez en muestras de 20 UNT utilizando *Opuntia ficus indica* a partir de una solución al 2%, en relación a esto, se explica que según aumenta el nivel de turbidez las partículas coloidales se encuentran más aglomerados lo cual hace más eficiente la formación de flóculos, de manera similar Dávila CM. y col.¹⁶ Sus resultados de disminución de turbiedad fueron menores al 69% utilizando el nopal, a diferencia que utilizó una concentración de 4,5% y una dosis de 36 mg/L, concluyendo que el valor de 4,3 UNT está acorde a la normativa de calidad de agua para consumo humano. Se contrapone a la investigación Samame YY.¹⁵ Hallando 91,5% de remoción de turbidez con una dosis de 100 mL en muestras de 60 UNT.

Así también, se demuestra que los resultados son eficientes considerando la investigación de Pinto AL.¹³ Quien encontró efectividad del nopal a una dosis de 10 mL reduciendo la turbidez en 22,37%, considerando que el mucílago es una opción sustentable para la remoción de color. El hallazgo se discrepa con la investigación de Villabona A., Paz IC. y Martínez J.⁹ Cuyo análisis demostró remoción de 72% de turbidez a una dosis de 90 mg/L a partir de una solución al 1%.

Con los resultados se confirma que iniciando con una solución al 0,1% equivalente a 1000 *ppm*, la efectividad del mucílago es una alternativa biodegradable eficaz para reemplazar al sulfato de aluminio, asimismo se debe señalar que el río Shullcas posee baja turbidez, con un promedio mensual en la planta I de 7,48 UNT y en la planta II de 8,13 UNT, valores que se enmarcaron dentro de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua de Categoría 1: Poblacional y recreacional, Subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional, según DS N° 004-2017-MINAM, Por ello no es necesario utilizar altas concentraciones de coagulantes naturales.

Considerando que la turbidez aumenta en épocas de avenidas, la efectividad del mucilago según refieren los autores aumenta proporcionalmente, por lo tanto, es costo efectivo el liofilizado para la empresa SEDAM Huancayo, así también se considera que alcanzaría mayor clarificación en el proceso de filtración, cumpliendo los límites máximos permisibles del agua reglamentado por el MINSA a través de la DIGESA.

Por su parte Olivero RE. y col.¹² Mencionan que el sulfato de aluminio demanda buen control de pH, y ayudantes de floculación en varias ocasiones, generando aluminio residual sin embargo los polímeros orgánicos tienen nula toxicidad siendo indispensables en situaciones económicas vigentes de varios países. En ese sentido Morejón BJ.¹¹ Obtuvo eficacia final de 5,89 UNT con el mucílago del nopal utilizando una relación volumétrica de 1:3 tuna y agua lo cual refiere ser considerado una alternativa viable en comparación a la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1 108:2011.

En la Tabla 5 se corrobora que los valores tuvieron una distribución normal asimismo en la Tabla 6 se asevera que las varianzas no son diferentes en ese sentido se sometió los valores obtenidos a la prueba estadística ANOVA a un nivel de significancia de 0,05, en consecuencia, se ha comprobado que los porcentajes de disminución de turbidez y las turbiedades residuales de las concentraciones de coagulante son diferentes estadísticamente o al menos uno de ellos es diferente significativamente a las demás, por ello se realizó la prueba estadística post hoc de Tukey ($\alpha = 0,05$), logrando determinar con exactitud dónde están las diferencias significativas y a favor de que tratamiento.

Estos hallazgos Tabla 8 y Tabla 10 demuestran que el tratamiento 1 (5 ppm) es mejor y diferente significativamente a las demás sin embargo las concentraciones de 10 y 15 ppm no son estadísticamente diferentes, y la menos eficiente fue el tratamiento 4 a 20 ppm.

Las consecuencias y proyección futura de la investigación, es que va ser sustentable en el tiempo debido a que el cactáceo no forma parte de la cadena alimenticia porque no tiene consumidor primario además que no necesita el uso de plaguicidas para su crecimiento y conservación, y es propia de la región Junín con factible adaptación a zonas con escasez de agua, de la misma manera los lodos que va generarse por ser materia orgánica se podría reutilizar mediante procesos de reacciones de biodegradación produciendo biogás. Asimismo, para la producción del coagulante los costos son muy bajos, por otro lado, considerando el tema de salud y bienestar de la población, la investigación a través de las fuentes (Claros JH.⁶ y Okuda T.⁷) tiene carácter de realizar prevención por la correlación positiva que existe con la enfermedad de Alzheimer por la utilización del sulfato de aluminio.

CONCLUSIONES

1. Se evaluó la efectividad del mucílago liofilizado de *Austrocylindropuntia floccosa* a 1000 ppm en la disminución de la turbidez, sobre la base de investigaciones realizadas con cactáceas de la misma familia; sin embargo, en la mayoría diferente género taxonómico; determinando eficiencia del coagulante en la clarificación del agua, en consecuencia, es una alternativa natural que puede reemplazar al sulfato de aluminio, que por su uso constante induciría a la aparición temprana de la enfermedad de Alzheimer.
2. Se determinó la efectividad de las concentraciones del coagulante orgánico en la disminución de la turbidez; siendo a 5ppm (43,59%), 10ppm (38,70%), 15 ppm (38,26%) y 20 ppm (34,79%), se establece que la concentración a 5ppm su valor de turbidez residual (4,77 UNT) cumple los LMP de DIGESA reglamentado por el MINSA.
3. Se demostró que el liofilizado de Huaguro reduce la turbidez del agua del río Shullcas, por ello se acepta la hipótesis de investigación, siendo el tratamiento 1 (5 ppm) el mejor y significativo en relación a los otros tratamientos, con valor de turbidez residual de 4,77 UNT encontrándose dentro de los Límites Máximos Permisibles del agua según DS N° 031-2010-SA, comprobado mediante el Análisis de varianza y la prueba post hoc de Tukey ($\alpha = 0,05$).

RECOMENDACIONES

1. Se sugiere la difusión del estudio a las autoridades locales, regionales y nacionales que regulan el sistema de abastecimiento de agua potable para la implementación y capacitación del personal para su correcta utilización, en bienestar de la población que consume agua potable con tratamiento convencional.
2. Se sugiere complementar el proceso de filtración al método de prueba de jarras dado que alcanzaría mayor nivel de efectividad en reducir turbidez, como también la creación de una planta piloto; ahora bien, es conveniente aumentar la concentración inicial de 0,1% a 1% además de considerar más dosis cercanas al resultado del estudio de manera que eviten pruebas innecesarias, teniendo en cuenta que en la investigación la mejor concentración fue 5 ppm con un volumen de 5 mL al 0,1%, por ello continuar con volúmenes o dosis próximas a 5mL.
3. Se recomienda a los estudiantes e instituciones públicas y privadas seguir investigaciones con el coagulante de *Austrocylindropuntia floccosa*, con parámetros fisicoquímicos coadyuvantes al presente trabajo e incluir la prueba de espectrofotometría infrarroja, también la comparación de efectividad con el alumbre; finalmente continuar con los estudios del Alzheimer y su relación con el aluminio residual.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. OMS. Guías para la calidad del agua potable. [En línea]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2006. [Citado el 16 de setiembre de 2019]. URL disponible en: https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf
2. INEI. Informe Técnico de Estadísticas Ambientales. [En línea]. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática; 2018. [Citado el 16 de setiembre de 2019]. URL disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/informe-tecnico-n04_estadisticas-ambientales-mar2018.pdf
3. Choque-Quispe D, Choque-Quispe Y, Solano-Reynoso A, Ramos-Pacheco B. Capacidad floculante de coagulantes naturales en el tratamiento de agua. Tecnología Química. 2018; 37(2): 346-60.
4. CATIE. Diagnóstico de la subcuenta del río Shullcas. [En línea]. Huancayo: Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional; 2016. [Citado el 17 de setiembre de 2019]. URL disponible en: <https://www.catie.ac.cr/climate-smart-territories-peru-proyect/wp-content/uploads/2-Diagnostico-Shullcas-editadov3.pdf>

5. MINAM. Decreto Supremo de Estándares de Calidad Ambiental para Agua. [En línea]. Lima: Ministerio del Ambiente; 2017. [Citado el 17 de setiembre de 2019]. URL disponible en:
<http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>
6. Claros JH. Efectos del polihidroxiclورو de aluminio, velocidad de agitación y pH en la turbidez del agua del río Shullcas – Huancayo, 2013. [Tesis Posgrado]. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú; 2015.
7. Okuda T, Baes AU, Nishijama W, Okada M. Isolation and characterization of coagulant extracted from moringa oleifera seed by salt solution. Wat Res. 2001; 35(2): 405-410.
8. Alcazar D. Aplicación de un coagulante natural obtenido a partir de la penca de tuna (*Opuntia ficus indica*) para la mejora de la calidad en aguas de consumo en la localidad de Achocalla. [Tesis]. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés; 2015.
9. Villabona A, Paz IC, Martínez J. Caracterización de la *Opuntia ficus-indica* para su uso como coagulante natural. Rev Colomb Biotecnol. 2013; 15(1): 137-144. [Internet]. [Citado el 27 de agosto 2019]. En:
<http://www.scielo.org.co/pdf/biote/v15n1/v15n1a14.pdf>
10. Martínez J, González LE. Evaluación del poder coagulante de la tuna (*Opuntia ficus indica*) para la remoción de turbidez y color en aguas crudas. [Tesis]. Cartagena de indias: Universidad de Cartagena; 2012.
11. Morejón BJ. Utilización del mucílago de tuna (*Opuntia ficus-indica*) en el mejoramiento de la calidad del agua de consumo humano, en la comunidad de Pusir Grande, provincia del Carchi. [Tesis postgrado]. Ibarra: Universidad Técnica del Norte; 2017.

12. Olivero RE, Aguas Y, Mercado ID, et al. Utilización de tuna (*Opuntia ficus-indica*) como coagulante natural en la clarificación de aguas crudas. *Revista AVANCES investigación en ingeniería*. 2014; 11(1): 70-75. [Internet]. [Citado el 29 de agosto de 2019]. En: <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/avances/article/view/302/238>
13. Pinto AL. Evaluación y comparación de la efectividad del uso de floculantes naturales *Aloe vera* (Sábila) y *Opuntia ficus-indica* (Nopal/Tuna) y orgánicos (Ferrocryl y Chemlok 2040) en el tratamiento de aguas residuales del proceso de teñido de la empresa Franky y Ricky S.A. [Tesis]. Arequipa: Universidad Católica de Santa María; 2017.
14. Chávez J. Eficiencia del coagulante a base de Huaraco (*Austrocylindropuntia floccosa*) en la disminución de la turbiedad en las aguas de la laguna Yanacocha – Pasco. [Tesis]. Lima: Universidad César Vallejo; 2016.
15. Samame YY. Dosis óptima del mucílago de *Opuntia ficus indica* para mejorar la calidad del agua del río la Leche, Lambayeque. [Tesis]. Chiclayo: Universidad César Vallejo; 2019.
16. Dávila CM, Huamán MM, Flores JI, Polo RA, Araujo NF. Efectividad de especies naturales como ayudantes de coagulación, para la clarificación de aguas turbias en épocas de avenidas en caseríos y centros poblados de Huaraz y Callejón de Huaylas. *Revista Aporte Santiaguino*. 2018; 11(2): 299-310. [En línea]. [fecha de acceso 29 de agosto de 2019]. En: http://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte_Santiaguino/article/view/583/690
17. López M. Evaluación del uso de la cactácea *Opuntia ficus indica* como coagulante natural para el tratamiento de aguas. [Tesis]. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina; 2018.
18. Ostolaza C. Todos los cactus del Perú. 1^{ra} ed. Lima: Editorial Franco E.I.R.L.; 2014.
19. Ritter F. Kakteen in Südamerika. 4^{ta} ed. Alemania: Editorial A. Bernecker, Meslungen; 1981.

20. Serván A. Interés farmacéutico de los mucílagos. España: Universidad de Sevilla. [En línea]. Disponible en URL: <https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/82306/TFG%20terminado.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Consultado 23 de setiembre de 2019.
21. Gil A, Sánchez de Medina F. Bases Fisiológicas y Bioquímicas de la Nutrición. 2^{da} ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2010.
22. Castillo E, Martínez I. Manual de fitoterapia. 2^{da} ed. Barcelona. Editorial Elsevier; 2016.
23. Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación. Técnicas y operaciones avanzadas en el laboratorio químico. Barcelona: Universidad de Barcelona. Disponible en URL: <http://www.ub.edu/talq/es/node/261> Consultado 23 de setiembre de 2019.
24. Parzanese M. Liofilización de alimentos. [En línea]. Disponible en URL: <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/revistas/nota.php?id=209> Consultado 24 de setiembre de 2019.
25. Lorenzo-Acosta Y. Estado del arte del tratamiento de aguas por coagulación-floculación. Rev ICIDCA. 2006; 40(2): 10-17.
26. Pérez G, Restrepo JJ. Fundamentos de limnología neotropical. Colombia: Universidad de Antioquia; 2008.
27. Mckee T, McKee JR. Bioquímica. Las bases moleculares de la vida. Barcelona: McGraw-Hill Medical; 2014.
28. Pérez GA. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia uso del método BMWP/Col. Medellín: Universidad de Antioquia; 2003.

29. Marín R. Características físicas, químicas y biológicas de las aguas. Argentina: Empresa Municipal de Aguas de Córdoba S.A. (EMACSA). Disponible en URL: <file:///C:/Users/david/Downloads/componente48099.pdf> Consultado 25 de setiembre 2019.
30. Andía A. Tratamiento de agua coagulación y floculación. Lima: Editorial SEDAPAL; 2000.
31. Gusmán L, Villabona Á, Tejada C, García R. Reducción de la turbidez del agua usando coagulantes naturales. U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica. 2013; 16(1): 253 – 262.
32. Chulluncuy NC. Tratamiento de agua para consumo humano. Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial. 2011; 29: 153-170.
33. DIGESA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. [En línea]. Lima: Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria; 2011. URL disponible en: http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf
34. Sierra Ramírez, CA. Calidad de agua evaluación y diagnóstico. Medellín: Universidad de Medellín; 2011.
35. Nolasco D. Nefelometría y turbidimetría características y equipos utilizados. México: Instituto Tecnológico de Tuxtepec. [En línea]. Disponible en URL: https://www.academia.edu/12234770/NEFELOMETRIA_Y_TURBIDIMETRIA Consultado 25 de setiembre 2019.
36. Pérez Garay, IF. Optimización de la dosificación de sulfato de aluminio para el tratamiento de agua potable del distrito de Vilcacoto. [Tesis]. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú; 2015.
37. Peña J. Enfermedad de Alzheimer. Barcelona: Fundación “la Caixa”; 1999.

38. Silbernagl S, Florian L. Fisiopatología Texto y Atlas. 3^{ra} ed. España: Editorial medica panamericana; 2010.
39. OMS. Agua, Saneamiento y Salud (ASS). [En línea]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2015. [Citado el 26 de setiembre de 2019]. URL disponible en: https://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/es/
40. Orrego CE. Congelación y liofilización de alimentos. 1^{ra} ed. Colombia: Editorial Artes Gráficas Tizan Ltda; 2008.
41. Arboleda J. Teoría y práctica de la purificación del agua. 3^{ra} ed. Bogotá: Editorial Mc Graw-Hill Interamericana; 2000.
42. Salkind NJ. Métodos de Investigación. 3^{ra} ed. México: Editorial Prentice-Hall; 1999.
43. Hernández R, Fernández-Collado C, Baptista P. Metodología de la Investigación. 6^{ta} ed. México: Editorial Mc Graw-Hill; 2014.
44. Espinoza C. Metodología de investigación tecnológica Pensando en sistemas. 2^{da} ed. Perú: Editorial Espinoza Montes Ciro; 2014.
45. Caparachin KE, Salas IJ. Remoción de hierro de las aguas ácidas de la mina Carhuacayán mediante el coagulante del cactáceo *Opuntia floccosa* a nivel de laboratorio. [Tesis]. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú; 2017.
46. Ojeda JT. Manual de Análisis de Aguas. México: Instituto Tecnológico Superior de Irapuato; 2004.

ANEXOS

ANEXO N°1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: EFECTIVIDAD DEL MUCÍLAGO LIOFILIZADO DE *Austrocylindropuntia floccosa* EN LA DISMINUCIÓN DE LA TURBIDEZ DEL AGUA DEL RÍO SHULLCAS, HUANCAYO - 2019

AUTOR: Estudiante Cristian Macetas Veli

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	FORMULACIÓN DE OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE DE INVESTIGACIÓN			METODOLOGÍA
			Variable	Dimensión	Indicador	
<p>Problema general ¿Existe efectividad del mucílago liofilizado de <i>Austrocylindropuntia floccosa</i> en la disminución de la turbidez del agua del río Shullcas, Huancayo - 2019?</p> <p>Problemas específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> · ¿Existe efectividad de las concentraciones del mucílago liofilizado de <i>Austrocylindropuntia floccosa</i> en la disminución de la turbidez del agua del río Shullcas, Huancayo - 2019? · ¿Existe efectividad en las turbiedades residuales de las concentraciones del mucílago liofilizado de <i>Austrocylindropuntia floccosa</i> según los Límites Máximos Permisibles del agua en el río Shullcas, Huancayo - 2019? 	<p>Objetivo general Evaluar la efectividad del mucílago liofilizado de <i>Austrocylindropuntia floccosa</i> en la disminución de la turbidez del agua del río Shullcas, Huancayo - 2019.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> · Determinar la efectividad de las concentraciones del mucílago liofilizado de <i>Austrocylindropuntia floccosa</i> en la disminución de la turbidez del agua del río Shullcas, Huancayo - 2019. · Comparar la efectividad en las turbiedades residuales de las concentraciones del mucílago liofilizado de <i>Austrocylindropuntia floccosa</i> según los Límites Máximos Permisibles del agua en el río Shullcas, Huancayo - 2019. 	<p>Hipótesis general El mucílago liofilizado de <i>Austrocylindropuntia floccosa</i> reduce la turbidez del agua del río Shullcas, Huancayo - 2019.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> · Al menos una de las concentraciones del mucílago liofilizado de <i>Austrocylindropuntia floccosa</i> tiene efectividad en la disminución de la turbidez del agua del río Shullcas, Huancayo - 2019. · Al menos una de las turbiedades residuales de las concentraciones del mucílago liofilizado de <i>Austrocylindropuntia floccosa</i> está dentro de los Límites Máximos Permisibles del agua en el río Shullcas, Huancayo - 2019. 	<p>VI</p> <p>Efectividad del mucílago liofilizado de <i>Austrocylindropuntia floccosa</i></p>	<p>Concentración del mucílago liofilizado</p>	<p>Concentración del mucílago en ppm</p> <p>5 ppm 10 ppm 15 ppm 20 ppm</p>	<p>a. Método de investigación. - Científico y analítico. b. Tipo de investigación. - Aplicada, prospectivo y longitudinal. c. Nivel de investigación. - Explicativo. d. Diseño de investigación. - Experimental. e. Población y muestra. - La población es infinita y las evaluaciones se hicieron en el agua que pertenece al río Shullcas (Huancayo). Se tomaron 14 muestras de agua del río de un solo punto: (N24), altura del centro poblado de Chamisería, mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. f. Técnicas e instrumentos de recolección de datos Técnica. - Se empleó la observación. Instrumento de recolección de datos. - Los datos de todas las muestras fueron recopilados en una Ficha de recolección de datos. Confiability. - Coeficiente de correlación de Pearson. Validez. - Participaron tres jueces. Procedimientos de la investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> · Obtención del coagulante. - Se recogieron 10 cactáceas, fue clasificada por el Museo de Historia Natural de la UNMSM, se realizó el ensayo fitoquímico y el diagrama de flujo hasta la obtención del polvo fino color blanquecino. · Obtención de la muestra. - Se recolectaron muestras por conveniencia, disponiendo de aproximadamente 14 L de agua, provenientes del punto de río (N24), tomadas en un intervalo constante de 1 L cada 15 minutos, para sus pruebas respectivas. · Registro de variables constantes. - Se consideró la estación, pH y T° bajo condiciones de medición en laboratorio.
			<p>VD</p> <p>Disminución de la turbidez del agua</p>	<p>Turbidez del agua del río Shullcas</p>	<p>Turbidez (Límites Máximos Permisibles)</p>	

						<ul style="list-style-type: none"> · Estándares. – El negativo fue con agua destilada y el positivo con agua del riachuelo Chuyo. · Diseño del experimento. – Se utilizó un análisis fisicoquímico de agua, se realizaron 4 tratamientos y 3 repeticiones, no se consideró el grupo control. · Análisis de agua <ul style="list-style-type: none"> Turbidez. – Se empleó un volumen de 10 mL en un beaker utilizando el turbidímetro HACH 2100p. Preparación de la solución del coagulante. – Mediante pruebas preliminares a partir de una concentración de 1000 ppm, en el cual se aforó 1g de coagulante en una fiola de 1000 mL con agua destilada, se determinaron 4 tratamientos finales para hallar la efectividad de las concentraciones las cuales fueron 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, y 20 ppm. Concentración de mucílago liofilizado. – Se empleó la prueba de jarras con floculador Lovibond para determinar la concentración efectiva mediante tres procesos: coagulación a 150 rpm por 5 minutos y floculación a 50 rpm por 15 minutos y sedimentación por 60 minutos, utilizando 1000 mL por jarra. g. Técnicas y análisis de datos. – Los resultados de turbidez y efectividad del mucílago liofilizado fueron estructurados mediante tablas cruzadas y gráficos respectivos, interpretándose con análisis estadístico descriptivo (media aritmética) e inferenciales, análisis de varianza unidireccional (ANOVA) a un nivel de significancia de 0.05 y la prueba de comparación múltiple de TUKEY. Se utilizó un diseño unifactorial completamente al azar con un total de 12 experimentos del punto de muestreo. Todos los datos fueron procesados con el programa Microsoft Excel 2016 y SPSS V 25.0. h. Aspectos éticos de la investigación. – El proyecto de investigación cumplió los artículos 27 y 28 del Reglamento General de Investigación asimismo los artículos 4 y 5 del Código de Ética para la investigación científica. No participaron grupos humanos o muestras de ellos, se evitaron acciones lesivas a la naturaleza por otro lado se garantizó la autenticidad de la investigación. Sin existir conflicto de interés.
--	--	--	--	--	--	---

ANEXO N°2

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable	Dimensión	Indicador	Criterios de medición	Tipo y escala de medición
Efectividad del mucílago liofilizado de <i>Austrocyliindropuntia floccosa</i>	Concentración del mucílago liofilizado	Concentración del mucílago en <i>ppm</i>	Coagulación 150 rpm x 5 min	Cualitativa nominal
		5 <i>ppm</i> 10 <i>ppm</i> 15 <i>ppm</i> 20 <i>ppm</i>	Floculación 50 rpm x 15 min Sedimentación x 60 min	
Disminución de la turbidez del agua	Turbidez del agua del río Shullcas	Turbidez (Límites Máximos Permisibles)	Aceptable ≤ 5 UNT inaceptable > 5 UNT	Cuantitativo Continuo

Fuente: Elaboración propia, agosto 2019.

ANEXO N°3
INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Día:	Miércoles	Fecha de recolección: 18/12/2019	Punto: Canal de captación SEDAM							Lugar: Chamiseria				
Hora de muestreo:	8:00	Fecha de lectura: 18/12/2019												
Prueba de jarras														
Parámetros analizados		Muestra N° 1 a 5 ppm y sus repeticiones			Muestra N° 2 a 10 ppm y sus repeticiones			Muestra N° 3 a 15 ppm y sus repeticiones			Muestra N° 4 a 20 ppm y sus repeticiones			
		M - 1A (1 ^{ra} rep.)	M - 1B (2 ^{da} rep.)	M - 1C (3 ^{ra} rep.)	M - 2A (1 ^{ra} rep.)	M - 2B (2 ^{da} rep.)	M - 2C (3 ^{ra} rep.)	M - 3A (1 ^{ra} rep.)	M - 3B (2 ^{da} rep.)	M - 3C (3 ^{ra} rep.)	M - 4A (1 ^{ra} rep.)	M - 4B (2 ^{da} rep.)	M - 4C (3 ^{ra} rep.)	
RESULTADOS	Turbidez del agua sin tratamiento: (UNT)	8,45												
	Turbidez del agua con tratamiento: (UNT)	4,8	4,73	4,77	5,21	5,15	5,18	5,25	5,18	5,22	5,55	5,47	5,51	
Promedio / Lectura		4,77			5,18			5,22			5,51			
Límite máximo permisible		5 UNT												
		1^{ra} repetición			2^{da} repetición			3^{ra} repetición						
Horarios de lectura	Coagulación x 5 min.	hi	13:00			14:40			16:20					
		hf	13:05			14:45			16:25					
	Floculación x 15 min.	hi	13:15			14:55			16:35					
		hf	13:30			15:10			16:50					
	Sedimentación x 60 min.	hi	13:40			15:20			17:00					
		hf	14:40			16:20			18:00					

Fuente: Elaboración propia, agosto 2019.

ANEXO N°4

RESULTADOS DE LA CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

Datos de prueba piloto

Coordenadas geográficas: 12°0'29.822 Latitud Sur y 75°11'41.319 Longitud Oeste

Turbiedades (UNT)								
Pruebas	T1 (5 ppm)		T2 (10 ppm)		T3 (15 ppm)		T4 (20 ppm)	
1 ^{ra} prueba piloto	4,6	4,88	5,22	5,57	4,78	4,75	4,9	5,19
2 ^{da} prueba piloto	4,53	4,75	5,15	5,49	4,24	4,47	4,38	4,61

Resultados SPSS

Correlaciones			
		Turbiedad1	Turbiedad2
Turbiedad1	Correlación de Pearson	1	,843**
	Sig. (bilateral)		,009
	N	8	8
Turbiedad2	Correlación de Pearson	,843**	1
	Sig. (bilateral)	,009	
	N	8	8

**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

r = 0,843 indica ALTA CONFIABILIDAD del Instrumento (84,3 %).

ANEXO N°5

VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS INFORMATIVOS

TITULO DEL INSTRUMENTO:		
EFECTIVIDAD DEL MUCÍLAGO LIOFILIZADO DE <i>Austrocylindropuntia floccosa</i> EN LA DISMINUCIÓN DE LA TURBIDEZ DEL AGUA DEL RÍO SHULLCAS, HUANCAYO - 2019		
Apellidos y nombres del experto	Institución donde labora	Grado Académico
RENGIFO GRATELLI Pedro Gonzalo	Universidad Peruana Los Andes	Doctor en Farmacia y Bioquímica

INSTRUCCIONES: Lea cada uno de los indicadores correspondientes a los criterios que estructura la validación de los instrumentos de tesis, y coloque un aspa (X), según su valoración:

1 – Deficiente 2 – Aceptable 3 – Bueno 4 - Excelente

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado				X
OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables				X
ACTUALIDAD	Adecuado al avance científico				X
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica			X	
SUFICIENCIA	Comprende aspectos de cantidad y calidad			X	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos comprendidos en los objetivos				X
CONSISTENCIA	Basado en los aspectos teóricos y científicos				X
COHERENCIA	De acuerdo a dimensiones e indicadores				X
METODOLOGÍA	Las estrategias responden al propósito del diagnóstico			X	
PERTINENCIA	Es oportuno para la investigación				X
Sub total				09	28
Total				37	

III. PROMEDIO DE LA EVALUACIÓN

37 - EXCELENTE

DEFICIENTE (10) ACEPTABLE (11 - 20) BUENO (21 - 30) EXCELENTE (31 - 40)

IV. OPINIÓN O SUGERENCIAS:

NINGUNA


Dr. Pedro G. Rengifo Gratelli
DOCTOR EN FARMACIA Y BIOQUÍMICA

PEDRO GONZALO RENGIFO GRATELLI

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS INFORMATIVOS

TITULO DEL INSTRUMENTO:		
EFECTIVIDAD DEL MUCÍLAGO LIOFILIZADO DE <i>Austrocylindropuntia floccosa</i> EN LA DISMINUCIÓN DE LA TURBIDEZ DEL AGUA DEL RÍO SHULLCAS, HUANCAYO - 2019		
Apellidos y nombres del experto	Institución donde labora	Grado Académico
ARTICA MALLQUI Luis	Universidad Peruana Los Andes	Magister en Bromatología

INSTRUCCIONES: Lea cada uno de los indicadores correspondientes a los criterios que estructura la validación de los instrumentos de tesis, y coloque un aspa (X), según su valoración:

1 – Deficiente 2 – Aceptable 3 – Bueno 4 - Excelente

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:


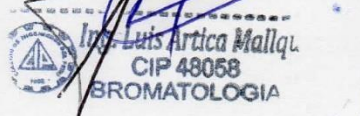
CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado				X
OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables				X
ACTUALIDAD	Adecuado al avance científico				X
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica				X
SUFICIENCIA	Comprende aspectos de cantidad y calidad				X
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos comprendidos en los objetivos			X	
CONSISTENCIA	Basado en los aspectos teóricos y científicos				X
COHERENCIA	De acuerdo a dimensiones e indicadores				X
METODOLOGÍA	Las estrategias responden al propósito del diagnóstico				X
PERTINENCIA	Es oportuno para la investigación				X
Sub total				3	36
Total					39

III. PROMEDIO DE LA EVALUACIÓN

EXCELENTE - APLICABLE EN LA INVESTIGACIÓN PROPUESTA.

DEFICIENTE (10) ACEPTABLE (11 – 20) BUENO (21 – 30) EXCELENTE (31 – 40)

IV. OPINIÓN O SUGERENCIAS:

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS INFORMATIVOS

TÍTULO DEL INSTRUMENTO:		
EFECTIVIDAD DEL MUCÍLAGO LIOFILIZADO DE <i>Austrocylindropuntia floccosa</i> EN LA DISMINUCIÓN DE LA TURBIDEZ DEL AGUA DEL RÍO SHULLCAS, HUANCAYO - 2019		
Apellidos y nombres del experto	Institución donde labora	Grado Académico
ALLASI SANTIAGO Gloria Belen	Universidad Peruana Los Andes	Magíster en Ingeniería Química Ambiental

INSTRUCCIONES: Lea cada uno de los indicadores correspondientes a los criterios que estructura la validación de los instrumentos de tesis, y coloque un aspa (X), según su valoración:

1 – Deficiente 2 – Aceptable 3 – Bueno 4 - Excelente

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado			X	
OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables				X
ACTUALIDAD	Adecuado al avance científico				X
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica			X	
SUFICIENCIA	Comprende aspectos de cantidad y calidad			X	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos comprendidos en los objetivos				X
CONSISTENCIA	Basado en los aspectos teóricos y científicos				X
COHERENCIA	De acuerdo a dimensiones e indicadores				X
METODOLOGÍA	Las estrategias responden al propósito del diagnóstico			X	
PERTINENCIA	Es oportuno para la investigación				X
Sub total				12	24
Total				36	


III. PROMEDIO DE LA EVALUACIÓN

36 EXCELENTE

DEFICIENTE (10) ACEPTABLE (11 – 20) BUENO (21 – 30) EXCELENTE (31 – 40)

IV. OPINIÓN O SUGERENCIAS:

NINGUNA


 M.Sc. Gloria Belen Allasi Santiago
 C.I.P. 26258

GLORIA BELEN ALLASI SANTIAGO

ANEXO N°6

DATA DEL PROCESAMIENTO DE DATOS

VARIABLES CONSTANTES		VALOR			
Coordenadas geográficas		12°00'13.0"S 75°09'00.1"O			
Estación		Primavera			
Temperatura		12 °C			
pH		7,77			
Turbidez inicial		8,45 UNT			
Concentración	5 ppm	10 ppm	15 ppm	20 ppm	
Rep 1 (UNT)	4,8	5,21	5,25	5,55	
Rep 2 (UNT)	4,73	5,15	5,18	5,47	
Rep 3 (UNT)	4,77	5,18	5,22	5,51	
Media	4,77	5,18	5,22	5,51	
Desv. estándar	0,04	0,03	0,04	0,04	
Error estándar	0,02	0,02	0,02	0,02	
Concentración	5 ppm	10 ppm	15 ppm		
Rep 1 (%)	43,20	38,34	37,87	34,32	
Rep 2 (%)	44,02	39,05	38,70	35,27	
Rep 3 (%)	43,55	38,70	38,22	34,79	
Media	43,59	38,70	38,26	34,79	
Desv. estándar	0,41	0,36	0,42	0,48	
Error estándar	0,24	0,20	0,24	0,27	

ANEXO N°7

SOLICITUD A LA EPS SEDAM HYO S.A. PARA EFECTUAR LA
INVESTIGACIÓN

Hora 4:05 EOHU 01
Reg. N° 5968

HUANCAYO.

SR. GERENTE GENERAL DE LA EPS SEDAM HUANCAYO S.A


Nosotros, **CRISTIAN MACETAS VELI**, identificado con DNI N° 76987525, con código universitario G10100A, y **DAVID CESAR HUARAQUI TRAVEZAÑO** con DNI N° 71810947 y código universitario G06848C de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica, de la Universidad Peruana Los Andes, ante Usted con el debido respeto me presento y expongo:

Que, siendo indispensable la investigación científica para resolver problemas de salud de ámbito regional, nacional e internacional, La Tesis de investigación titulada "EFECTIVIDAD DEL MUCÍLAGO LIOFILIZADO DE *Austrocylindropuntia floccosa* EN LA DISMINUCIÓN DE LA TURBIDEZ DEL AGUA DEL RÍO SHULLCAS, HUANCAYO – 2019" requiere información de la planta de tratamiento de agua de SEDAM HUANCAYO, siendo las siguientes:

- Ubicación geográfica de los lugares de captación del agua para su tratamiento y permiso para tomar muestras de agua antes que pasen al tratamiento.
- Coagulantes sintéticos y las dosis utilizadas en el tratamiento de agua para consumo humano.
- Valores de Turbiedad, pH, Temperatura, dureza antes y después del tratamiento.
- Explicación de los procesos de tratamiento del agua potable in situ.
- Zonas de distribución del agua potable.

Pido a Ud. Señor Gerente General acceder a mi solicitud por ser de justicia.

Huancayo, 13 de diciembre del 2019



CRISTIAN MACETAS VELI
DNI N° 76987525



DAVID CESAR HUARAQUI TRAVEZAÑO
DNI N° 71810947

DO
16/12

G. TÉCNICA

ANEXO N°8

CARTA DE ACEPTACIÓN DE LA EPS SEDAM HYO S.A. PARA EL
DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN



Huancayo

07 ENF 2020

CARTA N° 04-2020 – EPS SEDAM HYO S.A./GG

Señores:

CRISTIAN MECETAS VELI

DAVID CESAR HUARAQUI TRAVEZAÑO

PRESENTE.-

REFERENCIA : SOLICITUD DE FECHA 13/12/19

Tengo el agrado de dirigirme a usted, para saludarlos cordialmente y a la vez en atención al documento de la referencia donde solicitaron información y permiso para tomar muestras de agua de la planta de tratamiento de la EPS SEDAM HYO S.A. con fines de elaborar la Tesis de investigación titulada "Efectividad de mucilago Liofilizado de *Austrocylindropuntia floccosa* en la disminución de la turbidez del agua del río Shullcas, Huancayo – 2019" el mismo se fue remitido a la Unidad de Control de Calidad cuya responsable es la Ing. Roxana Flores Ramos y mediante R/N° 003-2020-EPS S.H.S.A.-GG-ULCC/RFR los resultados del análisis de la calidad del agua, se remite en 07 folios para su conocimiento.

Sin otro en particular me suscribo de usted, sin antes expresar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,


ABOG. BERTHA LOURDES SANDOVAL ROJAS
GERENTE GENERAL
EPS SEDAM HUANCAYO S.A.

29-11-19	15:45	Salida Planta I	1.06	4	7.01	311.6	122.2	15.3	1.20										
29-11-19	14:25	Salida Planta II	0.61	1	7.20	320.4	125.6	14.0	1.17										
30-11-19	08:05	Ingreso Planta I	5.45	29	8.46	312.1	122.4												
30-11-19	08:12	Ingreso Planta II	4.06	36	7.81	318.6	124.9												
30-11-19	08:08	Salida Planta I	1.61	8	7.81	318.3	124.8		1.14										0.15
30-11-19	08:15	Salida Planta II	0.86	3	7.46	318.1	124.7		1.22										0.08

INTERPRETACION DE RESULTADOS

Las muestras de agua cruda provenientes de las captaciones e ingreso de las Plantas I y II, reportaron bajos niveles de turbiedad y color . Siendo los valores promedios mensuales al Ingreso de Planta I los siguientes: Turbiedad 7.48 UNT y color 54.94 UC, mientras que al ingreso de la Planta II fueron 8.13 UNT y 58.00 UC respectivamente. Los valores promedios mensuales de pH fueron los siguientes: 8.18 y 8.20 en los ingresos de la Planta I y II, respectivamente.

Las muestras de agua proveniente de la Captación Octopuquio-Galerias Filtrantes reportaron bajos niveles de turbiedad y color, siendo los valores promedios mensuales los siguientes: Turbiedad 4.31 UNT, Color 30.10 UC, 7.72 pH. Mientras que las muestras de agua proveniente de la Captación Putacnioc, reportaron los valores promedios mensuales siguientes: Turbiedad 0.35 UNT, 0 UC y 7.71 pH.

Las muestras de agua producida en las Plantas I y II, reportaron valores que se enmarcaron dentro de los Limites Máximos Permisibles. Siendo los valores promedios mensuales a la salida de la Planta I los siguientes: Turbiedad: 1.36 UNT, Color 5.55 UC, 7.46 pH, Aluminio residual 0.11 mg/L y Cloro Residual Libre 1.14 mg/L, mientras que a la salida de Planta II, los resultados fueron los siguientes: Turbiedad: 0.74 UNT, Color 2.01 UC, 7.49 pH, Aluminio residual 0.08 mg/L y Cloro Residual Libre 1.14 mg/L.

CONCLUSION

Por los resultados obtenidos se concluye que las muestras de agua natural provenientes de las captaciones (agua superficial y manantiales) reportaron valores que se enmarcaron dentro de los Estandares Nacionales de Calidad Ambiental para agua de Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Sub Categoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional, según D.S. N° 004-2017-MINAM.

Las muestras de agua producida en las Plantas I y II, reportaron valores que se enmarcaron dentro de los Limites Máximos Permisibles para agua de consumo humano establecidos en el Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano, aprobado por el D.S. N° 031-2010-SA, para los parámetros analizados.



 Ing. Roxana Amelia Flores Ramos
 CIP. 96812
 Especialista en Control de Calidad
 SEDAM HUANCAYO S.A.

ANEXO N°10

CONSTANCIA DE ESTUDIO TAXONÓMICO DE *Austrocyllindropuntia floccosa*



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
MUSEO DE HISTORIA NATURAL



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

CONSTANCIA N° 211-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 (planta con espinas), recibida por **Liseth BRICEÑO ALAYA**, representante del grupo de Investigación ACEF-UPLA de LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES; ha sido estudiada y clasificada como: ***Austrocyllindropuntia floccosa*** (Salm-Dyck) Ritter; y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación de Cronquist (1988):

DIVISION: MAGNOLIOPHYTA

CLASE: MAGNOLIOPSIDA

SUB CLASE: CARYOPHYLLIDAE

ORDEN: CARYOPHYLLALES

FAMILIA: CACTACEAE

GENERO: *Austrocyllindropuntia*

ESPECIE: *Austrocyllindropuntia floccosa* (Salm-Dyck) Ritter.

Nombre vulgar: "Huaguro"

Determinado por: Dra. Mónica Arakaki Makishi

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

Lima, 28 de mayo de 2018



Mag. ASUNCIÓN A. CANO ECHEVARRIA
JEFE DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

ACE/ddb

Av. Arenales 1256, Jesús María
Apdo. 14-0434, Lima 14, Perú

Teléfono:
619-7000 anexo 5701, 5703, 5704

E-mail: museobn@unmsm.edu.pe
<http://museobn.unmsm.edu.pe>

ANEXO N°11

INFORME DE ENSAYO FITOQUÍMICO DEL HUAGURO



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981
[Http://www.uncp.edu.pe](http://www.uncp.edu.pe)

INFORME DE ENSAYO N° 0001 – LCC– UNCP- 2019

SOLICITANTE : HUARAQUI TRAVEZAÑO DAVID CESAR / MACETAS VELI CRISTIAN
 DIRECCIÓN : HUANCAYO.

EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:

PRODUCTO : EXTRACTO DE HUAGURO
 MARCA : S/M
 TAMAÑO DE MUESTRA : 1 UNIDAD
 FECHA DE RECEPCION DE MUESTRA : 02/01/19
 FECHA DE TERMINO DE ENSAYO : 08/01/19
 SOLICITUD DE SERVICIO : N° 0001 – 2019

RESULTADOS:

Perfil fitoquímico del extracto de HUAGURO (CACTUS PEQUEÑO CON ESPINAS)

Perfil fotoquímico del extracto Alcohólico del HUAGURO

PRINCIPIO ACTIVO	REACCIÓN	HUAGURO
ALCALOIDES	DRAGENDORFF	+
COMPUESTOS FENÓLICOS Y/O TANINOS	CLORURO FÉRRICO	+
TRITERPENOS Y/O ESTEROIDES	LIEBERMAN BUCHARD	+
AZUCARES	FEHLING	+
AMINOÁCIDOS	AMINOÁCIDOS	+
FLAVONOIDES	SHINODA	+
TANINOS	TANINOS	+
QUINONAS	BORNTRAGER	++
SAPONINA	ESPUMA	++
COMPUESTOS LACTÓNICOS Y CUMARINAS	BALJET	+

(+) BAJA EVIDENCIA (++) EVIDENCIA (-) NEGATIVO

Página 1/3

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
 Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981
Http://www.uncp.edu.pe

INFORME DE ENSAYO N° 0647 – LCC– UNCP- 2018

Perfil fitoquímica del extracto Acuoso del Huaguero

PRINCIPIO ACTIVO	REACCIÓN	HUAGURO
ALCALOIDES	DRAGENDORFF	+
COMPUESTOS FENÓLICOS Y/O TANINOS	CLORURO FÉRRICO	+
TRITERPENOS Y/O ESTEROIDES	LIEBERMAN BUCHARD	+
AZUCARES	FEHLING	+
AMINOÁCIDOS	AMINOÁCIDOS	+
FLAVONOIDES	SHINODA	+
TANINOS	TANINOS	+
QUINONAS	BORNRAGER	++
SAPONINA	ESPUMA	++
COMPUESTOS LACTÓNICOS Y CUMARINAS	BALJET	++
Mucilagos	Mucilagos	+++

(+) BAJA EVIDENCIA (++) EVIDENCIA (-) NEGATIVO (+++) ALTA EVIDENCIA

Fuente:

Harborne, A.J. (1998).

Phytochemical methods a guide to modern techniques of plant analysis. Springer Science & Business Media.

LOS RESULTADOS SOLO SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA DESCONOCIÉNDOSE LAS CONDICIONES DE LA TOMA DE MUESTRA ASI COMO SU REPRESENTATIVIDAD PARA EL LOTE.
LOS ANÁLISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECIFICA POR EL INTERESADO.

ADVERTENCIA:
EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO TIENE VIGENCIA 90 DIAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN, APLICABLE PARA EL PRODUCTO, Y LAS CANTIDADES INDICADAS SIEMPRE Y CUANDO SE MANTENGAN LAS MISMAS CONDICIONES DE REALIZADO EL MUESTREO. LA CORRECCIÓN O ENMIENDA DEL DOCUMENTO ANULA AUTOMÁTICAMENTE SU VALIDEZ Y CONSTITUYE UN DELITO CONTRA LA FE PUBLICA Y EL INFRACTOR ES SUJETO DE SANCIONES CIVILES Y PENALES POR DISPOSITIVOS LEGALES VIGENTES. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYO. LA MUESTRA PARA DETERMINACIÓN DE ESTOS PRODUCTOS SE ALMACENARAN POR 90 DIAS.

HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 08 DE ENERO DEL 2019.


Artica Mallqui
 SERENTE DE CALIDAD
 LCC - FAIA - UNCP

Página 3/3

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981
Http://www.uncp.edu.pe

INFORME DE ENSAYO N° 0647 – LCC– UNCP- 2018

Perfil fitoquímico del extracto Metanólico del Huaguro

PRINCIPIO ACTIVO	REACCIÓN	HUAGURO
ALCALOIDES	DRAGENDORFF	+
COMPUESTOS FENÓLICOS Y/O TANINOS	CLORURO FÉRRICO	+
TRITERPENOS Y/O ESTEROIDES	LIEBERMAN BUCHARD	+
AZUCARES	FEHLING	+
AMINOÁCIDOS	AMINOÁCIDOS	+
FLAVONOIDES	SHINODA	+
TANINOS	TANINOS	+
QUINONAS	BORNTRAGER	++
SAPONINA	ESPUMA	++
COMPUESTOS LACTÓNICOS Y CUMARINAS	BALJET	++

(+) BAJA EVIDENCIA (++) EVIDENCIA (-) NEGATIVO



Página 2/3

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias

ANEXO N°12
CÁLCULOS POR CONCENTRACIÓN DE LAS PRUEBAS PRELIMINARES Y
FINALES DEL COAGULANTE

Concentración inicial a 1000 *ppm* en solución

1. Solución del coagulante a 5 *ppm*

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$
$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 5 \text{ ppm} \times 1000 \text{ mL}$$
$$V_1 = 5 \text{ mL}$$

2. Solución del coagulante a 10 *ppm*

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$
$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 10 \text{ ppm} \times 1000 \text{ mL}$$
$$V_1 = 10 \text{ mL}$$

3. Solución del coagulante a 15 *ppm*

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$
$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 15 \text{ ppm} \times 1000 \text{ mL}$$
$$V_1 = 15 \text{ mL}$$

4. Solución del coagulante a 20 *ppm*

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$
$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 20 \text{ ppm} \times 1000 \text{ mL}$$
$$V_1 = 20 \text{ mL}$$

5. Solución del coagulante a 100 *ppm*

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$
$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 100 \text{ ppm} \times 1000 \text{ mL}$$
$$V_1 = 100 \text{ mL}$$

6. Solución del coagulante a 200 *ppm*

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$
$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 200 \text{ ppm} \times 1000 \text{ mL}$$
$$V_1 = 200 \text{ mL}$$

Fuente: Elaboración propia, diciembre 2019.

ANEXO N°13
TURBIDEZ FINAL POR CONCENTRACIÓN DE LAS PRUEBAS
PRELIMINARES DEL COAGULANTE

a. Prueba realizada con coagulante del cactáceo

Concentración	Volumen	Turbidez inicial	Turbidez final	% Rem Turb
Estándar(-)	10 mL	0 UNT	0.27 UNT	No definido
10 ppm	10 mL	6.97 UNT	5.85 UNT	15.78 %
100 ppm	100 mL	6.97 UNT	6.37 UNT	8.6 %
200 ppm	200 mL	6.97 UNT	6.87 UNT	1.43 %

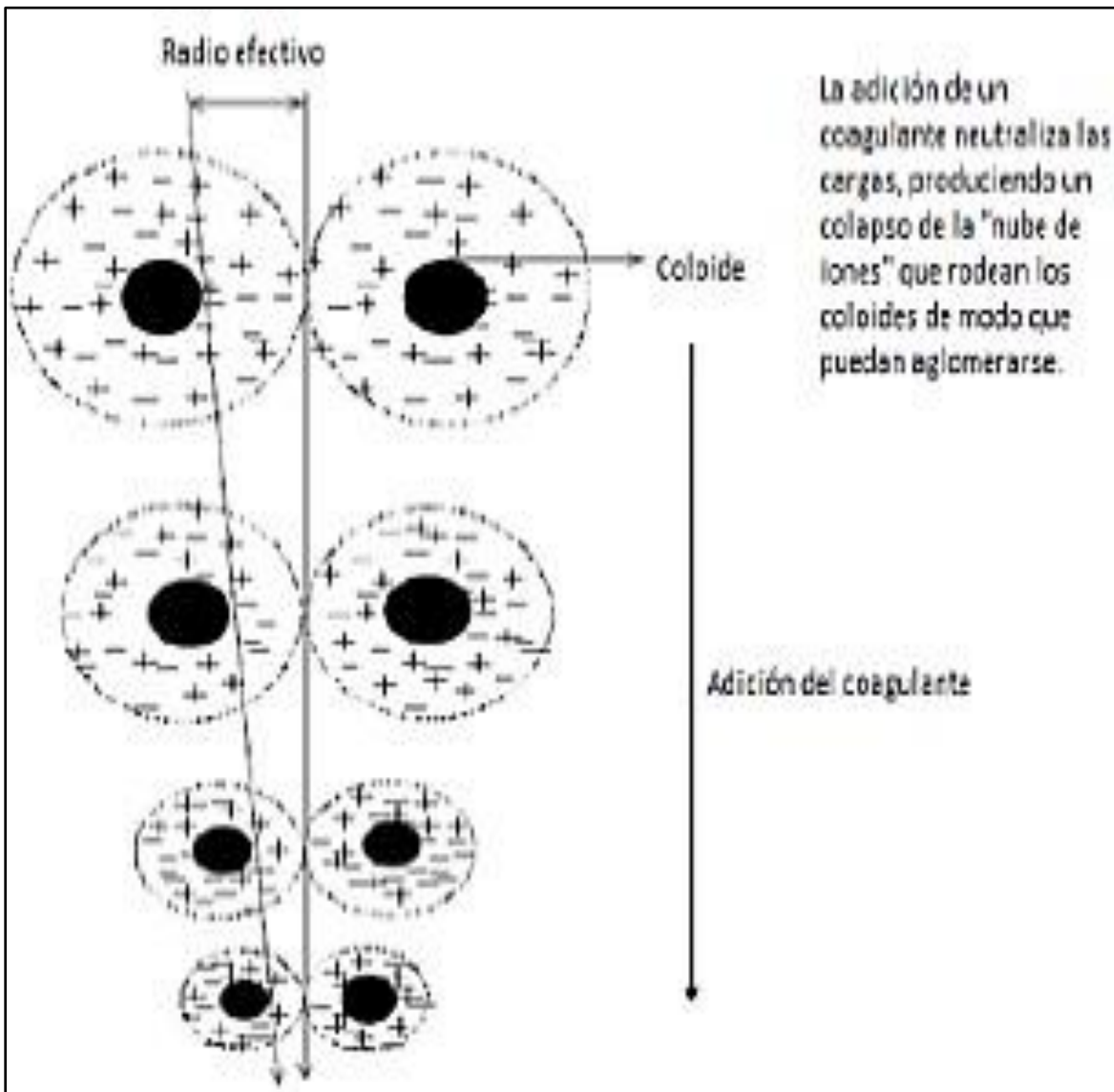
Fuente: Elaboración propia, diciembre 2019.

ANEXO N°14
FÓRMULA DEL PORCENTAJE DE REMOCIÓN DE TURBIDEZ

$$\% \text{ Rem Turb} = \frac{\text{Turbidez Inicial} - \text{Turbidez Final}}{\text{Turbidez Inicial}} \times 100$$

Fuente: Elaboración propia, diciembre 2019.

ANEXO N°15
DESESTABILIZACIÓN DEL COLOIDE



Fuente: López M. (2018)¹⁷

ANEXO N°16
GALERÍA FOTOGRÁFICA



Figura 4: Recolección de Huaguro.
Fuente: Elaboración propia, 2019



Figura 5: Pesado del cactáceo estado natural.
Fuente: Elaboración propia, 2019



Figura 6: Huaguro libre de espinas y pelos blancos.
Fuente: Elaboración propia, 2019



Figura 7: Pesado del cactáceo previo al corte.
Fuente: Elaboración propia, 2019



Figura 8: Remoción de la cutícula.
Fuente: Elaboración propia, 2019



Figura 9: Corte en tiras del cactus.
Fuente: Elaboración propia, 2019



Figura 10: Secado de *A. floccosa*.
Fuente: Elaboración propia, 2019



Figura 11: Pesado después del molido y tamizado de *A. floccosa*.
Fuente: Elaboración propia, 2019



Figura 12: Extracción de clorofila y pigmentos con el equipo Soxhlet.
Fuente: Elaboración propia, 2019

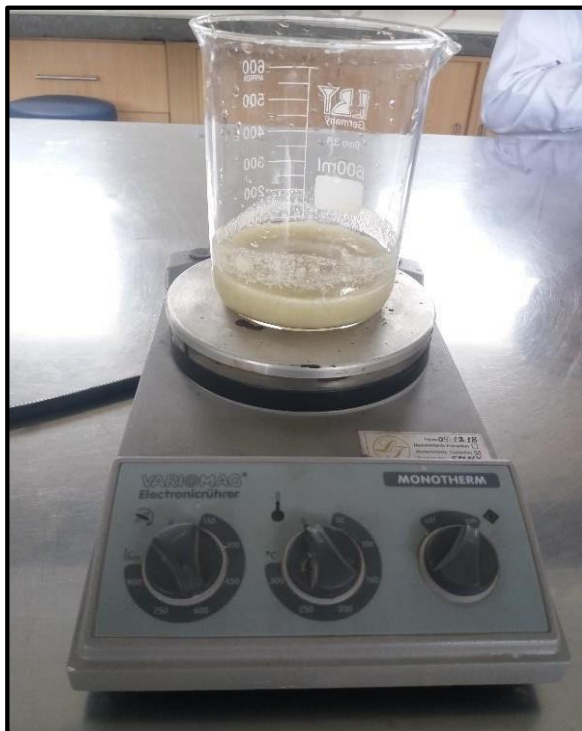


Figura 13: Maceración con agua destilada.
Fuente: Elaboración propia, 2019

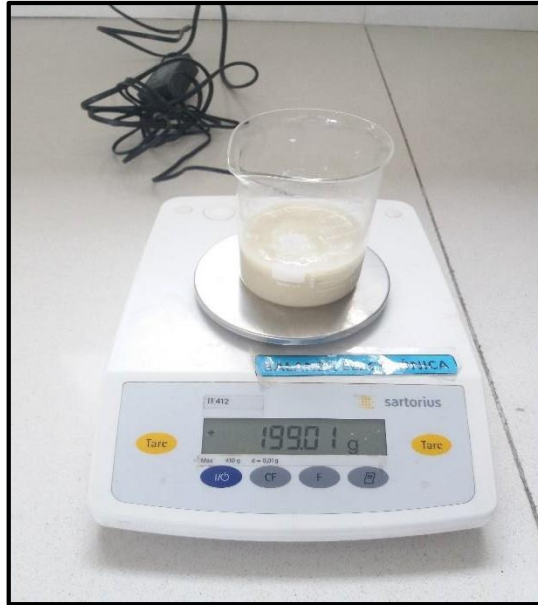


Figura 14: Pesado de la goma sin fibra.
Fuente: Elaboración propia, 2019



Figura 15: Liofilizado.
Fuente: Elaboración propia, 2019

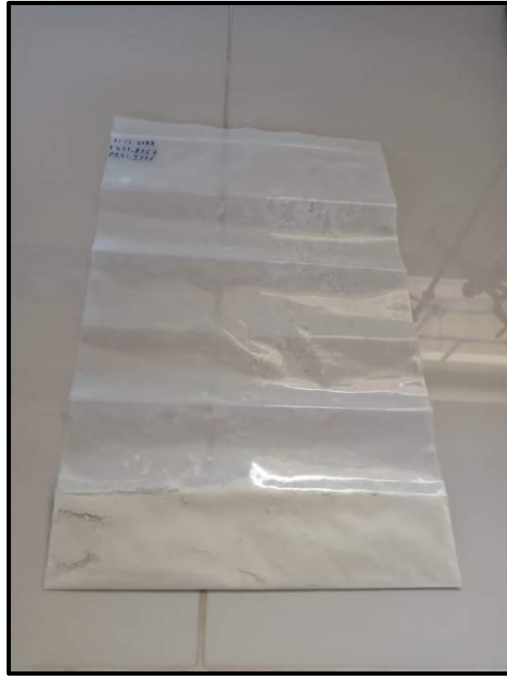


Figura 16: Mucílago liofilizado en polvo.
Fuente: Elaboración propia, 2019



Figura 17: Pesado de 1g de coagulante.
Fuente: Elaboración propia, 2019



Figura 18: Preparación del coagulante natural.
Fuente: Elaboración propia, 2019



Figura 19: Agitador magnético usado para la disolución del mucílago.
Fuente: Elaboración propia, 2019



Figura 20: Aforo del coagulante en una fiola de 1000 mL a 1000 ppm.
Fuente: Elaboración propia, 2019

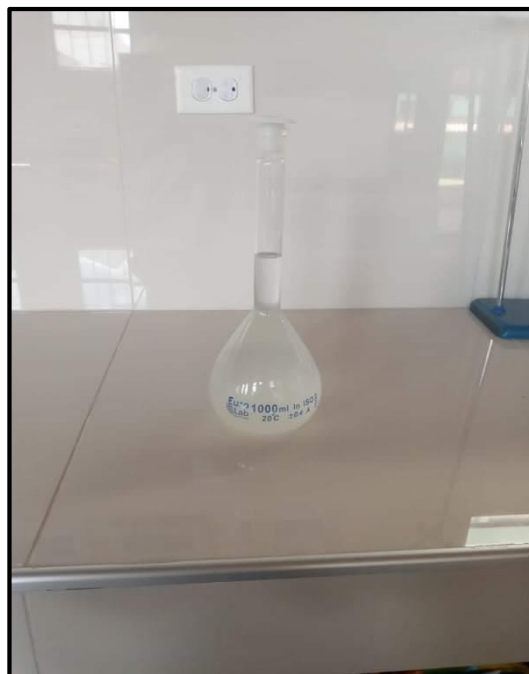


Figura 21: Solución del coagulante natural.
Fuente: Elaboración propia, 2019



Figura 22: Visita a la planta de tratamiento de SEDAM HUANCAYO S.A en Vilcacoto.
Fuente: Elaboración propia, 2019



Figura 23: Punto de muestreo del agua.
Fuente: Elaboración propia, 2019



Figura 24: Prueba de jarras usando distintas concentraciones en la izquierda agua en tratamiento y en la derecha agua después del procedimiento.
Fuente: Elaboración propia, 2019



Figura 25: Muestras de agua después del análisis.
Fuente: Elaboración propia, 2019



Figura 26: Lectura en el Turbidímetro.
Fuente: Elaboración propia, 2019

COMPROMISO DE AUTORÍA

En la fecha, yo CRISTIAN MACETAS VELI identificado con DNI N° 76987525 Domiciliado en Av. Huancayo N° 297 Cochas Chico, estudiante de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Peruana Los Andes, me COMPROMETO a asumir las consecuencias administrativas y/o penales que hubiera lugar si en la elaboración de mi investigación titulada EFECTIVIDAD DEL MUCÍLAGO LIOFILIZADO DE *Austrocylindropuntia floccosa* EN LA DISMINUCIÓN DE LA TURBIDEZ DEL AGUA DEL RÍO SHULLCAS, HUANCAYO – 2019 se haya considerado datos falsos, falsificación, plagio, auto plagio, etc. y declaro bajo juramento que el trabajo de investigación es de mi autoría y los datos presentados son reales y he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.

Huancayo 27 de setiembre de 2019



MACETAS VELI CRISTIAN
DNI N° 76987525





DECLARACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD

Yo **CRISTIAN MACETAS VELI** identificado (a) con DNI N° **76987525** estudiante/docente/egresado la escuela profesional de **FARMACIA Y BIQUÍMICA**, (vengo/habiendo) implementando/implementado el proyecto de investigación titulado **"EFECTIVIDAD DEL MUCÍLAGO LIOFILIZADO DE *Austrocylindropuntia floccosa* EN LA DISMINUCIÓN DE LA TURBIDEZ DEL AGUA DEL RÍO SHULLCAS, HUANCAYO - 2019"**, en ese contexto declaro bajo juramento que los datos que se generen como producto de la investigación, así como la identidad de los participantes serán preservados y serán usados únicamente con fines de investigación de acuerdo a lo especificado en los artículos 27 y 28 del Reglamento General de Investigación y en los artículos 4 y 5 del Código de Ética para la investigación Científica de la Universidad Peruana Los Andes , salvo con autorización expresa y documentada de alguno de ellos.

Huancayo, 27 de setiembre del 2019.



Apellidos y nombres: **MACETAS VELI CRISTIAN**
Responsable de investigación