



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Evaluación de penca de tuna como aditivo natural para remoción de la turbidez del agua del río San Gabán, Puno

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**Ingeniera Ambiental**

**AUTORA:**

Choquehuanca Luque, Luz Clarita ([orcid.org/0000-0001-8787-0524](https://orcid.org/0000-0001-8787-0524))

**ASESOR:**

M.Sc. Grijalva Aroni, Percy Luis ([orcid.org/0000-0002-2622-784X](https://orcid.org/0000-0002-2622-784X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y gestión de los recursos naturales

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

Este trabajo está dedicado a Dios por acompañarme en cada momento y circunstancia de mi vida y por proporcionarme el amor, el coraje, la confianza, la seguridad en mí misma y la fuerza para superar cada obstáculo en mis esfuerzos educativos.

Dedico este trabajo a mis padres, Jess y Hilda, que me han apoyado durante toda mi formación académica, me han animado a mejorar en el proceso de redacción de mi tesis, me han dado los mejores consejos y me han motivado e inspirado para lograr mi objetivo, colmándome de su inquebrantable amor y cariño.

### **Agradecimiento**

Estoy muy agradecida a Dios por haberme proporcionado una familia y personas maravillosas en mi vida, que siempre estuvieron a mi lado y me colmaron de su amor y devoción incondicionales, así como a todos mis profesores que me impartieron sus conocimientos durante mi formación profesional.

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras .....	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	22
3.1. Tipo y diseño de investigación: .....	22
3.2. Variables y operacionalización:.....	23
3.3. Población, muestra y muestreo:.....	24
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:.....	25
3.5. Procedimientos:.....	26
3.6. Método de análisis de datos: .....	35
3.7. Aspectos éticos: .....	35
IV. RESULTADOS .....	36
V. DISCUSIÓN .....	55
VI. CONCLUSIONES .....	59
VII. RECOMENDACIONES .....	60
REFERENCIAS .....	61
ANEXOS .....	

## Índice de tablas

Tabla 1. Componentes y porcentaje del MT .....	10
Tabla 2. Características químicas del agua.....	14
Tabla 3. Características biológicas del agua .....	15
Tabla 4. Índice de Willcomb para caracterización de flóculos .....	20
Tabla 5. Cantidad de materiales utilizados .....	33
Tabla 6. Resultado de la frecuencia absoluta y relativa.....	35
Tabla 7. Valores promedio de la relación de la RTA con el ECA-Inicial .....	38
Tabla 8. Valores promedio de la dosis adecuada del MT .....	39
Tabla 9. Resultado de la eficiencia del MT.....	40
Tabla 10. Resultado de la evaluación promedio de la influencia del MT .....	41
Tabla 11. ANOVA ECA del agua .....	42
Tabla 12. Comparaciones múltiples-Tukey.....	43
Tabla 13. Subconjuntos homogéneos-Tukey.....	44
Tabla 14. Subconjuntos homogéneos-Tukey.....	45
Tabla 15. ANOVA ECA del agua .....	46
Tabla 16. Comparaciones múltiples-Tukey.....	46
Tabla 17. Subconjuntos homogéneos-Tukey.....	48
Tabla 18. Subconjuntos homogéneos-Tukey.....	48
Tabla 19. ANOVA ECA del agua .....	49
Tabla 20. Comparaciones múltiples-Tukey.....	50
Tabla 21. Subconjuntos homogéneos-Tukey.....	51
Tabla 22. Subconjuntos homogéneos-Tukey.....	51
Tabla 23. ANOVA ECA del agua .....	52
Tabla 24. Comparaciones múltiples-Tukey.....	53
Tabla 25. Subconjuntos homogéneos-Tukey.....	53
Tabla 26. Comparaciones de velocidades de agitación en rpm .....	58

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Ubicación Río San Gabán .....	3
Figura 2. Estructura de la planta adulta de la tuna.....	10
Figura 3. Representación de agricultura de la penca de tuna.....	12
Figura 4. Distribución de la superficie nacional por regiones hidrográficas.....	13
Figura 5. Equipo turbidímetro.....	15
Figura 6. Termómetros digitales de temperaturas.....	16
Figura 7. Tiras reactivas de testeo y conductómetro digital del pH.....	17
Figura 8. Equipo de Jar-test 1000ml.....	18
Figura 9. Proceso de coagulación-floculación .....	18
Figura 10. Plantilla modelo de la prueba de la jarra.....	19
Figura 11. Relación entre variables.....	23
Figura 13. Recolección de los especímenes.....	27
Figura 14. Recojo de las hojas de penca de tuna.....	28
Figura 14. Hoja de tuna limpia y triturada.....	28
Figura 15. Licuado y colado del mucílago de penca de tuna.....	28
Figura 16. Cocción del mucílago antes y después.....	29
Figura 17. Sustancia mucosa del mucílago antes y después de cocción.....	29
Figura 18. ECA-Inicial y muestras (+10, +25 y +50mg) en jarra de 1000 ml.....	29
Figura 19. Velocidades de agitación de 50rpm y 100rpm.....	30
Figura 20. Resultado después de la agitación.....	30
Figura 21. Gráfico del resultado de la toma del pH del agua.....	30
Figura 22. Gráfico del resultado de la toma de la temperatura del agua.....	31
Figura 23. Análisis del pH del agua inicial y posterior.....	31
Figura 24. Toma de temperatura del agua.....	31
Figura 25. Trasegó y embalado de las muestras.....	32
Figura 26. Toma de temperatura inicial del mucílago.....	32
Figura 27. Gráfico de las temperaturas del mucílago.....	32
Figura 28. Caracterización de los flóculos con el índice de Willcomb 5min.....	33
Figura 29. Caracterización de los flóculos con el índice de Willcomb 15 min.....	33
Figura 30. Gráfico de caracterización de los flóculos con el índice de Willcomb..	34
Figura 31. Gráfico de rangos y amplitudes.....	34

Figura 32. Mapa político de Perú y departamento de Puno. ....	36
Figura 33. Mapa del distrito de San Gabán. ....	36
Figura 34. El clima en Puno. ....	37
Figura 35. Gráfico de la relación del análisis promedio del ECA. ....	38
Figura 36. Gráfico de la dosis adecuada del MT. ....	39
Figura 37. Gráfico de la eficiencia del MT. ....	40
Figura 38. Gráfico de los resultados de la influencia del MT. ....	41
Figura 39. Gráfico promedio de la turbidez del agua. ....	55
Figura 40. Gráfico promedio de la dosis adecuada NTU. ....	56
Figura 41. Gráfico promedio de la eficiencia de RTA. ....	57

## Resumen

En este estudio se tuvo como objetivo evaluar la influencia de la penca de tuna como aditivo natural para la remoción de la turbidez del agua del río, San Gabán, Puno 2022. La metodología utilizada fue de tipo aplicada, de enfoque cuantitativo, diseño experimental puro, de nivel de investigación explicativo, la población la conformo el río san Gabán y la muestra fueron 28 unidades.

Los resultados alcanzados determinaron valores promedios para la relación de la remoción de la turbidez del agua adicionando mucílago de penca de tuna para la muestras T-0(289.50NTU), T-10(3.115NTU), T-25(6.19NTU) y T-50(10.40NTU), también, para la dosis adecuada según a las muestras T-10(3.08NTU), T-25(6.06NTU) y para T-50(10.02NTU), de igual manera, para la eficiencia de la penca de tuna de las muestras T-10(98.93%), T-25(97.86%) y para T-50(96.41%). Concluyendo que la remoción de la turbidez del agua se logró con la dosis T-10 mg a velocidades de 50 rpm y 100 rpm, que fue la más adecuada, efectiva y permisible según las normas de la OMS y del MINAM (NTU=5), lo que indica que el uso de mucílago de penca tuna tiene un efecto en el ECA-Inicial para la remoción de la turbidez del agua.

**Palabras Clave:** Penca de tuna, aditivo natural, remoción, turbidez.



## Abstract

This study aimed to evaluate the influence of the prickly pear stalk as a natural additive for the removal of turbidity from river water, San Gabán, Puno 2022. The methodology used was applied, quantitative approach, pure experimental design, explanatory research level, the population was made up of the San Gabán River and the sample was 28 units.

The results obtained determined average values for the relationship of the removal of turbidity from the water adding mucilage of prickly pear stalk for samples T-0 (289.50NTU), T-10 (3.115NTU), T-25 (6.19NTU) and T-50 (10.40NTU), also, for the appropriate dose according to samples T-10 (3.08NTU), T-25 (6.06NTU) and for T-50 (10.02NTU), in the same way, for the efficiency of the tuna stalk of the T-10 samples (98.93%), T-25 (97.86%) and for T-50 (96.41%). Concluding that the removal of turbidity from water was achieved with the dose T-10 mg at speeds of 50 rpm and 100 rpm, which was the most adequate, effective and permissible according to WHO and MINAM standards (NTU=5), indicating that the use of stalk tuna mucilage has an effect on the RCT-Initial for the removal of turbidity from water.

**Keywords:** Prickly pear stalk, natural additive, removal, turbidity.

## I. INTRODUCCIÓN

Se tiene la realidad problemática a nivel internacional, los contaminantes que desembocan en los diferentes recursos hídricos, no son alentadoras, pues estos se siguen incrementando hasta en un 80%, generalmente en países en vías de desarrollo en que sus aguas residuales no reciben ningún tipo de tratamiento antes de la descarga lo que origina la contaminación de los mares, ríos y lagos, generando una gran cantidad de cambios en su color, turbidez y con ello los parámetros normados de este recurso hídrico se ven latamente alterados (UNESCO, 2017, p. 2).

En relación con la realidad problemática a nivel nacional, las comunidades con afecciones causadas por la contaminación de metales pesados de la provincia de Hualgayoc, en Cajamarca, afirman que no reciben seguimiento médico por parte de la Dirección Regional de Salud de dicho departamento. En el año 2012 se realizaron pruebas de tamizaje, una década después continúan a la espera de recibir la atención del estado peruano. Hualgayoc concentra el 12% de todos los pasivos ambientales dejados por las actividades extractivas en el país, las cuales se vierten al río. La Defensoría del Pueblo alerta que no solo la falta de atención es perjudicial para la salud de estos pueblos, sino también la lentitud para ejecutar los planes de remediación de la contaminación (Valdivia, 2022, párr. 1).

Con respecto a la realidad problemática a nivel local, se informó que: “Habitantes de San Gabán están en huelga e infligen daños al campamento de la empresa Hydro Global. Acusan a los consorcios constructores de contaminar la instalación hidroeléctrica”. Quieren que la totalidad de San Gabán sea reconocida como región de influencia directa. Se oponen a la contaminación y la deforestación provocadas por el proyecto (La República, 2019, párr. 1-6).

Contextos que permitió plantear el problema general: ¿Cómo influye la penca de tuna como aditivo natural en la remoción de la turbidez del agua del río San Gabán, Puno 2022?. Además, permitió precisar los problemas específicos; el primero: ¿Cuál es la relación de la remoción de la turbidez con el ECA del agua, San Gabán, Puno 2022?, el segundo: ¿Cuál es la dosis adecuada de penca de tuna

para remover la turbidez del agua, San Gabán, Puno 2022? y el tercero: ¿Cuán eficiente es la penca de tuna en la remoción de la turbidez del agua, San Gabán, Puno 2022?.

Por otra parte como justificación técnica, este estudio radica en la viabilidad de la capacidad que posee la tuna al actuar como un coagulante-natural para la remoción de la turbidez del agua (en adelante RTA) del río San Gabán. Además, se pretende que la información obtenida sirva de base para futuras investigaciones que fomenten el uso de este aditivo natural en los procesos de potabilización más remotas del país. Así mismo, como justificación ambiental, se tiene que debido a que es un recurso vital el consumo de agua se dio solución a la contaminación del río San Gabán con el uso del mucílago de penca de tuna (en adelante MT) que es una fuente viable e inagotable como aditivo natural, asimismo, es sencillo de adquirir, emplear y beneficioso en comparación con otros materiales. Al mismo tiempo, remueve la turbidez del agua del río producidos por los desechos contaminantes sin ningún debido control adecuado, siendo un argumento fructífero para el medio ambiente. De igual manera, como justificación social se dio solución a los conflictos sociales a través de la RTA mediante la aplicación del cactus del MT siendo posible reducir los riesgos nocivos para la salud, un beneficio para la población y a las autoridades del distrito de San Gabán. Del mismo modo, se tiene la justificación económica, donde el progreso de la ciencia y el conjunto de técnicas ha incitado que generen costos adicionales en el tratamiento del agua la misma que está fuera del alcance de los lugareños. Con esta justificación se atiende la demanda existente de los pobladores con ingresos medios y bajos, ya que este proceso permitió reducir los costos que implica la ejecución de esta etapa en el proceso de potabilización del agua del río San Gabán haciéndolo asequible. En el mismo sentido la justificación teórica tuvo como objetivo determinar la dosis adecuada de mucílago de penca de tuna con el cual se logró disminuir la turbidez del agua del río San Gabán, estableciendo la eficacia de este aditivo natural en su proceso según a los porcentajes propuestos en este estudio.

Por lo expuesto líneas arriba, se enuncia el objetivo general: Evaluar la influencia de la penca de tuna como aditivo natural para la remoción de la turbidez

del agua del río, San Gabán, Puno 2022. Como objetivos específicos se tiene; el primero: Determinar la relación de la remoción de la turbidez con el ECA del agua, San Gabán, Puno 2022, el segundo: Determinar la dosis adecuada de penca de tuna para remover la turbidez del agua, San Gabán, Puno 2022 y el tercero: Determinar la eficiencia de la penca de tuna en la remoción de la turbidez del agua, San Gabán, Puno 2022.

Planteado los problemas y fijado los objetivos se formuló la hipótesis general: La penca de tuna como aditivo natural influye significativamente en disminuir la turbidez del agua del río San Gabán, Puno 2022. Como hipótesis específicas se tiene; el primero: : La turbidez obtenida luego del procesamiento no excede el ECA del agua, San Gabán, Puno 2022, el segundo: La determinación de la dosis adecuada de penca de tuna para remover la turbidez del agua está en función de la cantidad de ensayos de laboratorio realizados, San Gabán, Puno 2022 y el tercero: La penca de tuna como aditivo natural es altamente eficiente en la remoción de la turbidez del agua, San Gabán, Puno 2022.



*Figura 1.* Ubicación Río San Gabán  
Fuente: Google Earth

## II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales, según Castillo y Silva (2018), tuvieron como objetivo evaluar el efecto del nopal como coagulante-floculante natural en la remoción de sólidos totales, DBO5 y turbidez del efluente de Casa Grande S.A. Utilizo la metodología de tipo aplicada y experimental. La población la conformó 108 unidades experimentales, la muestra fueron dos semanas (0.5 litros diarios) de lunes a sábados y su instrumento fue la técnica de observación-directa. Los resultados que se obtuvieron de coagulante-floculante al 20% fueron (2 L) con (1630gr de nopal), al 40% (2.2 L) con (3293gr de nopal), al 60% (2.33 L) con (5054gr de nopal) y finalmente, al 80% se obtiene (2.36 L) con (6462 gr de nopal). Concluyeron que la mejor remoción de sólidos totales se obtuvo en la prueba con una concentración de coagulante del 80%, a una velocidad de agitación de 200RPM, y con respecto a la remoción de turbidez y DBO5 a una velocidad de agitación de 100RPM, estableciendo una disminución del 82.45% en la turbidez del agua, demostrando la eficacia de la aplicación del nopal.

Por su parte, Lozano (2018), buscó evaluar la eficacia de las técnicas de extracción de floculante del opuntia ficus-indica (Tuna) para reducir la turbiedad del río Chonta de Cajamarca. Se emplearon métodos experimentales, deductivos, cuantitativos y longitudinales. Se consideró como muestras 500 ml de agua por cada unidad experimental, la técnica e instrumentos utilizados fue Jar-test. Los resultados alcanzados fueron con las concentraciones de (0.50 ml / 0.5 L) a una agitación de 40 RPM disminuyendo la turbidez en un 82%, asimismo, con la concentración de (0.20 ml / 0.25 L) a una agitación de 50 RMP disminuyó la turbidez a un 53%, finalmente, con concentración de (0.25 ml / 0.5 L) a una agitación de 100 RMP disminuyo la turbidez a un 78%. Concluyendo que con la concentración de 0.5 ml y 40 RPM de velocidad de agitación se obtiene el porcentaje más favorable de la clarificación del agua.

No obstante, Benites (2019), tuvo como propósito evaluar el efecto de la Opuntia ficus-indica en la reducción turbidez de las aguas del río Lurín. La metodología fue de tipo experimental, enfoque cuantitativo, la población las aguas del río Lurín y la muestra fueron 2 dosis de coagulante natural. Los resultados

obtenidos del ensayo 1 con las concentraciones de (50 mg/L)(130 y 120 UNT) con una agitación de 20 y 40 RPM disminuye la turbidez en un 62.9% y 65.7% con la concentración de (150 mg/L)(30 y 25 UNT) a una agitación de 20 y 40 RMP disminuyó la turbidez a un 91.4% y 92.9%, luego, el ensayo 2 con concentraciones de (50 mg/L)(180 y 170 UNT) con una agitación de 20 y 40 RPM disminuye la turbidez en un 48.6% y 51.4% y con la concentración de (150 ml/L)(24 y 20 UNT) a una agitación de 20 y 40 RMP disminuyó la turbidez a un 93.1% y 94.3%, y finalmente, el ensayo 3 con concentraciones de (50 mg/L)(160 y 110 UNT) con una agitación de 20 y 40 RPM disminuye la turbidez en un 54.3% y 68.6% y con la concentración de (150 mg/L)(25 y 17 UNT) a una agitación de 20 y 40 RMP disminuyó la turbidez a un 92.9% y 95.1%. Concluyendo que con la concentración de 150 mg/L y 40 RPM de velocidad de agitación se obtiene el porcentaje de mayor remoción (95.1%) de turbiedad ante la inicial de 350 UNT.

Sin embargo, Gaspar (2021), tuvo el objetivo de determinar y comparar la reducción de la turbidez utilizando nopal y sulfato de aluminio en el proceso de coagulación para el tratamiento de agua potable. Se utilizó la metodología aplicada, el diseño experimental, el nivel descriptivo, el enfoque de observación directa y las fichas de recolección de datos. La población fue de 13.4 litros de agua, la muestra fue de 500 ml de agua superficial del río Shullcas. Los resultados alcanzados de promedio de turbidez en las concentraciones de (100, 200, 300 y 360 mg/L) con una agitación de 20 RPM son (83.6, 42.67, 9.58 y 19.02 UNT), con agitación de 30 RPM (50.48, 21.96, 2.53 y 10.59 UNT) y finalmente, con agitación de 40 RPM (29.93, 11.13, 1.13 y 6.10 UNT), llegando a reducir la turbidez para las concentraciones de (100 mg/L)(90.7%), (200 mg/L)(96.86%), (300 mg/L)(99.64%) y (360 mg/L)(97.99%) en tiempos de 20 y 40 minutos. Concluyeron que el mayor porcentaje de RTA se determina con la dosis de 300 mg/L en tiempo de 40 minutos.

Luego, se tienen los antecedentes internacionales, según Sánchez y Quintero (2020), tuvieron como objetivo analizar la capacidad desinfectante y de remoción de turbidez de la tuna en aguas del río Teusacá. Utilizo la metodología experimental de enfoque cuantitativo, la población el río Teusacá, la muestra 3 ensayos con coagulantes de mucílago, polvo y alumbre. Los resultados alcanzados

para el ensayo con mucilago de tuna en las concentraciones de (40 mg/L) con una agitación de 100 RPM disminuye la turbidez en un 92.73%, con el ensayo en polvo al (50 mg/L) con una agitación de 200 RPM disminuye la turbidez en un 64.60% y finalmente, con el ensayo de alumbre al (50 mg/L) con una agitación de 50 RPM disminuye la turbidez en un 96.80%. Concluyeron que al aplicar el mucílago de penca de tuna tiene una eficaz remoción de la turbidez.

Por otro lado, Atupaña y Guacho (2019), plantearon como objetivo determinar la eficiencia del *Opuntia Ficus-Indica* como biocoagulante para el tratamiento de aguas superficiales del río Bulubulu, Guayaquil-Ecuador. La metodología utilizada fue bajo un enfoque cuantitativo, tipo experimental, la población fue el río Bulubulu en el cantón Naranjal del puente Paraíso, la muestra 6 jarras para cada dosificación, se aplicaron las normas técnicas ecuatorianas INEN 2 169.98 y INEN 2 176.1898, la compilación de datos se emplearon las fichas de recopilación de información. Los resultados que obtuvieron para el valor de ECA inicial (47,6 NTU), con adiciones de *Opuntia Ficus-Indica* de 4mg/L(5,77 NTU), 6mg/L(5.67 NTU), 8mg/L(5.78 NTU), 10mg/L(1.80 NTU) y con 12mg/L(4.43 NTU) a una mezcla rápida de velocidad de 100rpm en tiempo de 1 minuto, obteniendo porcentaje de remoción de turbidez de: (87.87%, 88.08%, 87.85%, 96.21% y 90.69%). Llegaron a la conclusión que la mejor dosis se determinó con la adición de *Opuntia Ficus-Indica* de 10mg/L alcanzando datos para NTU=1.80, RTA= 96.21%, Color (pt/Cu)=14 y porcentaje de remoción de color 65%.

En otro sentido, Cáceres y Castiblanco (2020), asumieron el objetivo de investigar la aplicación de *Opuntia ficus-indica* como coagulante-natural para el tratamiento de agua potable de la empresa Emservilla en el municipio de Ubaté. La metodología fue descriptiva, documental y utilizó la técnica de revisión bibliográfica. Utilizando una dosis de 25 mg/L, la especie *Opuntia ficus-indica* fue capaz de eliminar la turbidez en un 94%. Concluyeron que se están investigando varias especies para la extracción de coagulantes-naturales, tanto en forma líquida como sólida, para la eliminación de contaminantes en el tratamiento de aguas potables, residuales y textiles. Obteniendo pruebas de que el porcentaje de turbidez eliminado por cada especie es diferente.

Seguidamente, se tienen los artículos científicos internacionales; de acuerdo con Gaviria y Rubio (2020), el objetivo fue identificar el efecto coagulante y floculante de la *Opuntia ficus-indica* en el tratamiento de aguas. Determinando que para potabilizar el agua es mediante la coagulación-floculación en la cual se emplean agentes coagulantes como es el mucílago procedente de *Opuntia ficus-indica* como agente biocoagulante alternativo a una dosis al  $Al_2(SO_4)_3$  utilizando base de estudios científicos reportados en la literatura. Los resultados lo resumen en que aporta este agente como aditivo natural en la remoción de turbidez en (93.25% y 83.66%) y un pH de (6.97 y 6.41) en el río Magdalena (Colombia) y finalmente, un (96.2%) y un pH de 6.97 en el río Bulubulu (Ecuador).

Por su parte, Contreras et al. (2015), tuvieron como propósito examinar la eficacia del mucílago de nopal como coagulante-natural complementario al sulfato de aluminio en la claridad del agua utilizando la prueba de la jarra, tomando en cuenta la concentración y el porcentaje de coagulantes, el pH y la velocidad de agitación en el agua tratada. Utilizando una concentración máxima de 20% de mucílago de cactus en la proporción de coagulantes y una velocidad de agitación de 200 RPM, se logró disminuir la turbiedad del agua a valores inferiores a 2 NTU, logrando eficiencias de remoción de turbiedad superiores al 50% y estableciendo la más efectiva entre (96-98%). La UPC se redujo a 0 y la concentración de STD disminuyó a menos de 200 mg/L. Como coagulante suplementario al sulfato de aluminio, concluyeron que el mucílago de cactus era útil para la claridad del agua.

En otro sentido, Coello (2021), tuvo como objetivo evaluar el uso del cactus *Opuntia soederstromiana* (Tuna) en la remoción de la turbidez del agua. La metodología empleada fue descriptivo-aplicativo con diseño experimental, las muestras la conformaron 5 y 3 respectivamente. Los resultados alcanzados se evidenció una turbidez inicial de 20 a 200 NTU; sin embargo, aplicar el coagulante de cactus de tuna con dosis de 50 mg/L, se logró obtener una disminución de turbidez del 94% por lo que el cactus merece una evaluación adicional como coagulante. Por lo tanto, se concluyó que el coagulante de cactus de tuna, actúa efectivamente sobre el agua turbia.



Finalmente, se tienen los artículos científicos en otros idiomas; según Lisintuña, Cerda y García (2020), El objetivo fue el tratamiento de aguas residuales de la industria láctea con mucílago de nopal. Utilizando un diseño de superficie de respuesta óptimo IV, la estrategia utilizó la optimización numérica. Aunque el sulfato de aluminio fue más efectivo, el mucílago redujo la turbidez en alrededor de un 70%. Por lo tanto, descubrieron que el mucílago es una alternativa a los coagulantes convencionales y un método ecológico para tratar el agua turbia.

Por el contrario, Aguirre, Piraneque y Cruz (2018), tuvieron como propósito probar la eficacia de los compuestos naturales, entre ellos el cactus, en el tratamiento del agua del río Magdalena que consumen los habitantes de Palermo. A través de pruebas de tarros, se establecieron las dosis óptimas de coagulante, el tiempo y la tasa de floculación, se utilizó sulfato de aluminio ( $0,02 \text{ g L}^{-1}$ ) como control. Los resultados mostraron que la Moringa ( $2 \text{ g L}^{-1}$ ) atenuó en 96,8% la turbidez y 97,8% el color mientras que el convencional obtuvo 95,7% y 96,5%, respectivamente; por su parte, el Neem ( $0,8 \text{ g L}^{-1}$ ) disminuyó 99,4% los coliformes totales y 99,2% los coliformes fecales. Asimismo, el Maíz ( $2,5 \text{ g L}^{-1}$ ), redujo el 94,4% de los coliformes totales. El uso de sustancias naturales es una alternativa factible y sostenible para la purificación del agua del río Magdalena (p. 1).

Sin embargo, Barbarán, López y Chico (2017), buscaron comprobar el efecto de la eliminación de la turbidez del agua del río Santa-Chimbote con coagulantes naturales derivados de semillas de melocotón y aguacate. Utilizando un medidor de pH, un turbidímetro, un aparato Soxhlet y una prueba de jarra, se analizó el pH, la turbidez y las partículas en suspensión de la muestra recolectada antes y después de la aplicación de tratamientos a base de coagulantes provenientes de semillas desgrasadas de durazno y aguacate a diferentes dosis (5, 10 y 15 g/L). Los resultados revelaron que el coagulante derivado de la semilla de melocotón tiene un porcentaje de eliminación del 92,95% a una concentración de 15 gr/L, mientras que el porcentaje de eliminación de la semilla de aguacate a una concentración de 5 gr/L es del 48,92%. Por lo tanto, las semillas de melocotón desgrasadas reducen la turbidez del agua con mayor eficacia que las semillas de aguacate.

Con respecto a la historia de la *Opuntia ficus-indica* (Tuna), el género *Opuntia* debe su nombre a una antigua ciudad griega llamada Opus u Opuncia, de la región de Leócrida, Beocia, donde se afirma que crecía una planta similar a los cactus. Linneo acuñó el nombre de *Cactus opuntia* para el género más extendido de la familia Cactáceas, los nopales, en 1753. Posteriormente, Miller hizo una corrección y se asignó *Opuntia ficus-indica* como especie tipo del género, del que actualmente se reconocen más de 220 especies y cuya complejidad de denominación refleja su diversidad morfológica. El nopal es uno de los recursos vegetales más importantes para los habitantes de las regiones áridas y semiáridas por sus diversas capacidades nutricionales, químicas, industriales, ecológicas, terapéuticas y simbólicas, entre otras (Rojas, 2021, párr. 2).

La tuna es una planta muy significativa, ya que este cactus se encuentra en todo el país, pero es especialmente frecuente en los valles interandinos, donde ha descubierto condiciones propicias para su crecimiento y de igual manera, prospera en suelos arenosos, limosos, de profundidad media y con un pH alcalino más que ácido (Gerencia Regional Agraria de la Libertad, 2009, párr. 1-6).

La penca de tuna es un cactus de la familia de las cactáceas, se adapta bien a las tierras secas, áridas y cálidas, donde las plantas tienen una marcada capacidad para soportar sequías prolongadas. La capacidad de las cactáceas para retener agua en condiciones climáticas desfavorables se debe, en parte, a la capacidad de retención de agua del mucílago (Cárdenas et al., 1997, p. 153).

El mucílago de penca de tuna para Sáenz et al., (2004), es un carbohidrato complejo con gran capacidad de absorción de agua, debe ser considerado una fuente potencial de hidrocoloide industrial (p. 275). Sin embargo; Castañeda et al., (2021), la tuna posee múltiples beneficios nutricionales atribuidos a una amplia variedad de compuestos fenólicos y flavonoides (p. 1). Del mismo modo, Trachtenberg y Mayer (1981), la cuantía de estos monómeros dentro de la molécula de mucílago puede variar en función de una serie de parámetros como la variedad, la edad, las condiciones ambientales y la estructura que se emplea para la extracción (p. 2665).

**Tabla 1.** Componentes y porcentaje del MT

Componente	Porcentaje
L-arabinosa	24.6 - 42
D-galactosa	21 - 40.1
L-ramnosa	7 - 13.1
D-xilosa	22 - 22.2
Acido D-Galacturónico	8 - 21.7

Fuente: Sáenz, (2004).



*Figura 2.* Estructura de la planta adulta de la tuna.

Fuente: Rojas, (2021).

La extracción del mucílago marca que hay varias formas simples y complejas, el método cambia según el material o año de la penca a extraer. Las modificaciones del enfoque simple dependen de la porción precisa (piel, pulpa o semilla) de la que se extraerá el hidrocoloide, así como del grado de pureza deseado (Habibi et al., 2005, p. 206). Así mismo, Corrales et al., (2004), los tallos deben recogerse cuando tienen entre 2 a 3 años y deben cosecharse por la mañana debido a que su acidez oscila en función del tiempo de la cosecha ya que son plantas crasuláceas de metabolización ácida (p. 169) y también, Ventura et al., (2017), el tallo de la tuna es originario de Mesoamérica y se comercializa en diferentes formas, fresco, congelado o precocido (p. 5065).

Según diversas fuentes, no existe una estandarización específica para la extracción del mucílago, por lo que, a efectos de este estudio, se tienen en cuenta los siguientes factores.

La selección según Corrales, et al., (2004), señalan que son plantas crasuláceas con un metabolismo ácido, se deben recoger entre los 2 y 3 años de edad en horarios de la mañana debido a que su contenido en ácido varía con el tiempo de cosecha (p. 169). De igual manera, Sáenz et al., (2006), después de la cosecha del nopal o de los nopalitos, el manejo de la materia prima tendrá un efecto directo en la calidad del producto final, por lo que los procesos de preprocesamiento son de especial relevancia (p. 71).

La remoción de las espinas puede ser manual o mecánica; generalmente la remoción en forma manual se efectúa en el campo, inmediatamente después de la cosecha. Para ello se utiliza una cama de paja sobre una malla o se coloca directamente la paja sobre el suelo, se barren las tunas suavemente con una escoba, de modo de ir volteándolas y quitándole las espinas, cuidando de no dañar la epidermis para evitar su contaminación y su posterior eliminación en la operación de selección (Sáenz et al., 2006, p. 72).

El lavado y limpieza según Sáenz et al., (2006), se realiza en agua clorada, que cumple una doble función: el agua protege los tejidos de la oxidación, evitando que se decoloren, y los limpia de la suciedad, haciéndolos aptos para su posterior procesamiento (p. 75).

El proceso de pelado de la penca debe realizarse con las manos esterilizadas, al igual que otras actividades que entran en contacto directo con el mucílago. También deben utilizarse guantes y, en este punto, los operarios ya llevarán máscaras y capuchas (Sáenz et al., 2006, p. 75).

En el proceso de filtración se utiliza una tela o colador metálico casero, se extraerá la fibra y la pulpa restante de la penca de tuna para adquirir el líquido gomoso, la alícuota se filtra, pesa y el resto de tejido vegetal se desecha (Sepúlveda, et al., (2007); Sáenz, et al., (2006); Abraján, (2008); Domínguez, et al., (2011).

La relación penca-agua (molido-licuado); según Sepúlveda, et al., (2007), el rendimiento puede aumentar si se incrementa este factor o la temperatura (pp. 534-

545); igualmente, Cai, et al., (2008), este factor afecta a temperatura y tiempo constantes a valores de  $\frac{1}{3}$  y  $\frac{1}{4}$  (pp. 403-410).

La temperatura para un mejor rendimiento porcentual en la extracción del mucílago de penca de tuna se verá más afectado por este factor, ya que a tiempos y temperaturas constantes por encima de  $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ , el rendimiento disminuirá debido a la mayor hidrólisis del polisacárido (Sepúlveda, et al., 2007, pp. 534-545) y (Cai, et al., 2008, pp. 403-410).

La duración de cocción a medida que el tiempo aumenta hasta 4 horas, tendrá una influencia favorable en el % de rendimiento. Sin embargo, el tiempo de cocción no debe exceder 4 horas, ya que al hacerlo se produciría un cambio en la estructura de la molécula de polisacáridos, lo que provocaría una pérdida de rendimiento (Cai, et al., 2008, pp. 403-410).

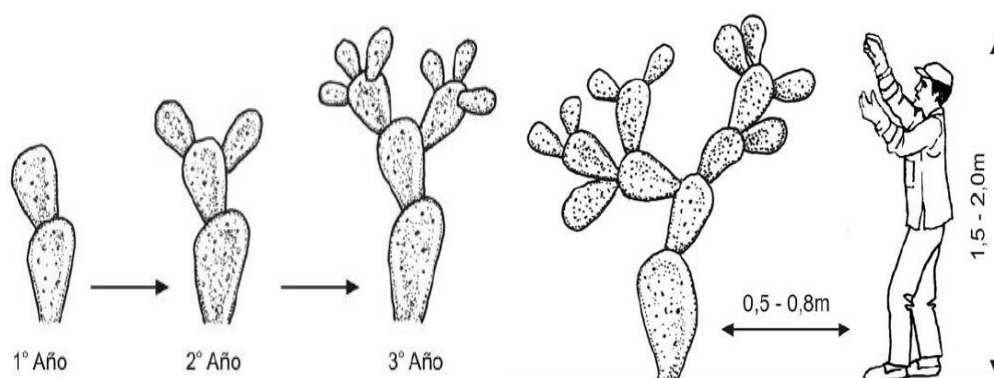


Figura 3. Representación de agricultura de la penca de tuna.

Fuente: Agro la libertad, (2009).

El mucílago como coagulante o aditivo natural determina la efectividad de un coagulante-natural a base de *Opuntia ficus-indica* se debe tener en cuenta la búsqueda de alternativas de tratamiento de aguas basadas en el uso de coagulantes naturales en procesos de clarificación donde los resultados se obtienen del agente natural que presenta gran capacidad en procesos de coagulación de aguas con cambios del 52% en la turbidez y en una remoción del 51,5% en los sólidos solubles totales; determinando un impacto ambiental sostenible (Camacho et al., 2018, p. 7728).

La densidad de la tuna se define como la masa de una sustancia por unidad de su volumen ocupado. Las medidas en unidad para los líquidos y los gases, es en kg/L o g/ml, mientras que la unidad para los sólidos es kg/m<sup>3</sup> o g/cm<sup>3</sup> (Green Facts, 2022, párr. 1).

La viscosidad de la tuna es la característica más importante del mucílago en la que se basa la aplicación del aditivo natural. Los líquidos tienen una propiedad que puede definirse como la resistencia al flujo, resultante de los efectos combinados de la cohesión y la adhesión; su unidad de medida es kg/ms (Vargas et al., 2016, pp. 9-10).

El artículo principal de la Ley N.º 29338, se resume y señala que su finalidad es regular el uso y la gestión integral del agua y velar por la protección de su calidad, promoviendo una nueva cultura del agua con parámetros legales en su conservación y consumo (Autoridad Nacional del Agua (ANA), 2021, párr. 1).

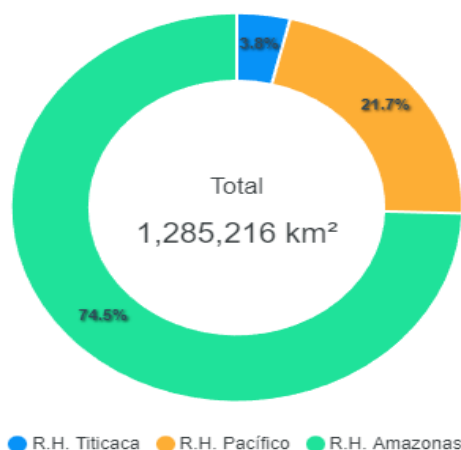


Figura 4. Distribución de la superficie nacional por regiones hidrográficas.

Fuente: ANA, (2017).

La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) en su reglamento interno estipula que el agua potable no debe tener más de cinco NTU. Como valor de recomendación, tanto las directrices de calidad del agua potable de Canadá como las de la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomiendan 5 UNT. Para una desinfección eficaz, la OMS recomienda que el agua filtrada tenga una turbidez media inferior o igual a una NTU. Además, destaca que el agua es el

componente más esencial del cuerpo humano y de nuestro planeta. Tiene un impacto significativo en los procesos bioquímicos de la naturaleza. El agua se denomina disolvente universal porque puede disolver o dispersar la mayoría de las sustancias sólidas, líquidas y gaseosas con las que entra en contacto, creando iones, complejos solubles e insolubles, coloides o simplemente partículas dispersas de tamaño y peso variables. Debido a la variedad de contaminantes, a los distintos niveles de contaminación y a la cinética química de las sustancias, elementos, materia orgánica y microorganismos que se incorporan a la masa de agua, es esencial conocer las características físicas, químicas y biológicas del agua antes de seleccionarla como fuente de agua bruta (Vargas, 2004, pp. 3-4-6).

**Tabla 2. Características químicas del agua**

Parámetros		Regulaciones internas primarias	Guías de calidad para el agua de bebida del Canadá-1978	Guidelines for Drinking-Water Quality OMS, 1996
Unidades		Nivel máximo del contaminante	Concentración máxima aceptable	Valor guía
<b>Físicos</b>				
Color	TCU	-	15	15
Sabor y olor		Aceptable	-	Aceptable
Turbiedad	NTU	5	5	5
<b>Inorgánicos</b>				
Aluminio	mg/L	-	-	0,2
Amonio	mg/L	-	-	1,5
Antimonio	mg/L	0,006	-	0,005
Arsénico	mg/L	0,05	0,05	0,01
Bario	mg/L	2,0	1,0	0,7
Boro	mg/L	-	5,0	0,3
Cadmio	mg/L	0,005	0,005	0,003
Cianuro	mg/L	0,2	0,2	0,07
Cinc	mg/L	-	5,0	3
Cloro	mg/L	-	-	5
Cloruro	mg/L	-	250	250
Cobre	mg/L	1,3	1,0	2
Cromo (total)	mg/L	0,1	0,05	0,05
Fluoruro	mg/L	4	1,5	1,5
Hierro	mg/L	-	0,3	0,3
Manganeso	mg/L	-	0,05	0,5
Mercurio	mg/L	0,002	0,001	0,001
Nitrato (como N)	mg/L	10	10	50
Nitrito (como N)	mg/L	1	1,0	3
pH		-	6,5 - 8,5	-
Plata	mg/L	-	0,05	(I)
Plomo	mg/L	0,015	0,05	0,01
Selenio	mg/L	0,05	0,01	0,01
Sulfato	mg/L	-	500	250
Sulfuros (H <sub>2</sub> S)	mg/L	-	0,05	0,05
Sólidos disueltos	mg/L	-	500	1,000

Fuente: Vargas, (2004).

**Tabla 3. Características biológicas del agua**

<b>Bacterias</b>	Escherichia coli, Salmonella, Shigella, Vibrio cholerae, Yersinia enterocolitica, Campylobacter jejuni.
<b>Virus</b>	Enterovirus, Rotavirus, Adenovirus.
<b>Protozoos</b>	Giardia, Cryptosporidium, Entamoeba histolytica.
<b>Helmintos</b>	Áscaris, Trichuris, Taenia.
<b>Cyanobacterias</b>	Anabaena, Microcystis.

**Fuente:** Vargas, (2004).

La turbidez está causada por partículas o coloides en suspensión (arcillas, limo, tierra finamente dividida, etc.). La turbidez la crean las partículas que forman sistemas coloidales que, debido a su tamaño, están en suspensión y perjudican en mayor o menor medida la transparencia del agua. La turbidez del agua se mide con un turbidímetro o nefelómetro. En general, se utilizan unidades nefelométrías de turbidez (NTU) (Vargas, 2004, p. 5).



*Figura 5. Equipo turbidímetro.*

Fuente: Hach Be Right™ (2022).

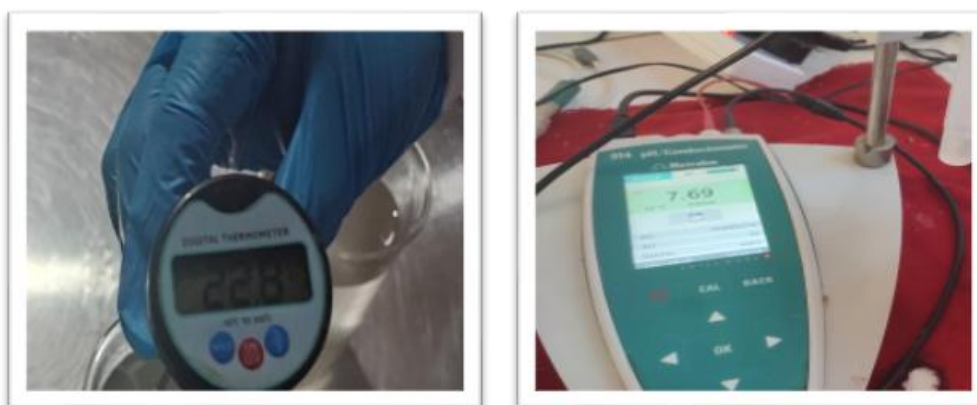
Los sólidos solubles e insolubles en agua son los residuos que se adquieren al evaporar y secar una muestra de agua a una determinada temperatura. Los sólidos pueden estar suspendidos o disueltos, según su relación con el agua, y se dividen a su vez en sólidos totales, sólidos disueltos o residuos, sólidos en suspensión, volátiles y fijos (Vargas, 2004, p. 8).

La propiedad del color del agua está correlacionada con la turbidez o es independiente de ella. Todavía no se pueden determinar las estructuras químicas esenciales de las especies responsables de la tonalidad. Se suele atribuir a los



taninos, la lignina, los ácidos húmicos, los ácidos grasos, los ácidos fúlvicos, etc. Se cree que el color natural del agua, excluyendo el causado por los vertidos industriales, puede ser el resultado de lo siguiente (extracción acuosa de sustancias de origen vegetal, descomposición de la materia, materia orgánica del suelo, presencia de hierro, magnesio y otros compuestos metálicos, así como una combinación de los procesos descritos; así como una combinación de los procesos descritos) (Vargas, 2004, p. 9).

La temperatura es uno de los parámetros físicos más influyentes en el agua, ya que afecta al retraso o la aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de sustancias químicas, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración (Vargas, 2004, p. 13).



*Figura 6.* Termómetros digitales de temperaturas.

Fuente: Autoría propia.

El pH del agua influye en algunos fenómenos, como la corrosión y las incrustaciones en las redes de distribución. Aunque no tiene un impacto directo en la salud humana, puede influir en los procesos de tratamiento del agua, como la coagulación y la desinfección. Se considera que tanto el agua no tratada como la tratada debe tener un pH entre 5,0 y 9,0, este rango permite regular sus efectos sobre el comportamiento de otros componentes del agua (Vargas, 2004, p. 13).

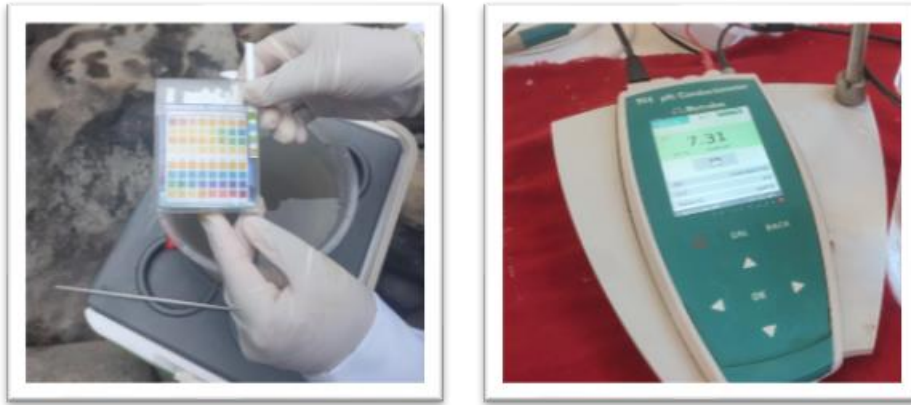


Figura 7. Tiras reactivas de testeo y conductómetro digital del pH.

Fuente: Autoría propia.

El proceso de sedimentación puede acelerarse añadiendo coagulantes naturales al agua. La coagulación con extractos de vegetación natural y renovable se ha practicado ampliamente a lo largo de la historia. Hay una gran variedad de coagulantes-naturales utilizados en todo el mundo, según su disponibilidad. Se pueden utilizar extractos de las semillas del árbol *Moringa oleífera*, muy presente en África, Oriente Medio y el subcontinente indio. El *Strychnos potatorum* (también conocido como nuez de la limpieza o árbol nirmali), se encuentra en India, Sri Lanka y Myanmar y puede utilizarse para tratar el agua. El cactus espinoso es frecuente y se utiliza tradicionalmente en América Latina. También hay informes sobre el uso de otros coagulantes naturales, como las habas etc. (Centro de Tecnología Asequible de Agua y Saneamiento, 2017, párr. 1).

La prueba de jarras (Jar-test) se utiliza para identificar la mezcla de compuestos químicos y concentraciones más adecuadas para la coagulación-floculación. Múltiples frascos idénticos con el mismo volumen y concentración se cargan simultáneamente con seis dosis diferentes de un coagulante potencialmente eficaz en una prueba por lotes. Cada uno de los seis frascos puede agitarse simultáneamente a velocidades conocidas. Las muestras tratadas se mezclan rápidamente y luego lentamente se dejan sedimentar. Estas tres etapas son una aproximación de las secuencias basadas en las plantas a gran escala de mezcla rápida, coagulación floculación y balsas de decantación (Mazille, 2003, párr. 10).

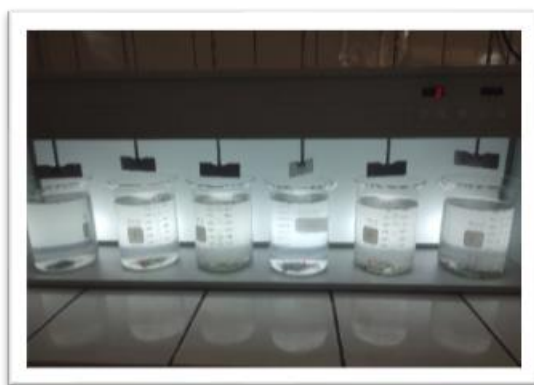


Figura 8. Equipo de Jar-test 1000ml.

Fuente: Autoría propia.

Los coagulantes sintéticos según Gestión Integral del Agua (Servyeco) (2010), son productos líquidos con contenido orgánico y de carácter inorgánico. Estos productos exhiben mayor eficiencia coagulante que otros coagulantes inorgánicos como cloruro férrico, sulfato de aluminio o polialuminio cloruro (p.3).

El proceso de coagulación-floculación mejora la eliminación de SS y partículas coloidales. En el primer paso de la separación sólido-líquido, se utilizan la decantación, la flotación y la filtración. La coagulación es la inestabilidad de las partículas coloidales provocada por la presencia de un coagulante, un reactivo químico. La floculación es la agregación de las partículas desestabilizadas en micro flóculos y luego en flóculos, que son lo suficientemente grandes como para sedimentar. La inclusión de otra sustancia conocida como floculante o adyuvante de floculación puede facilitar el desarrollo de flóculos. El tiempo y el gradiente de velocidad son cruciales para aumentar la posibilidad de unión de las partículas (Lenntech, 2022, párr. 1).

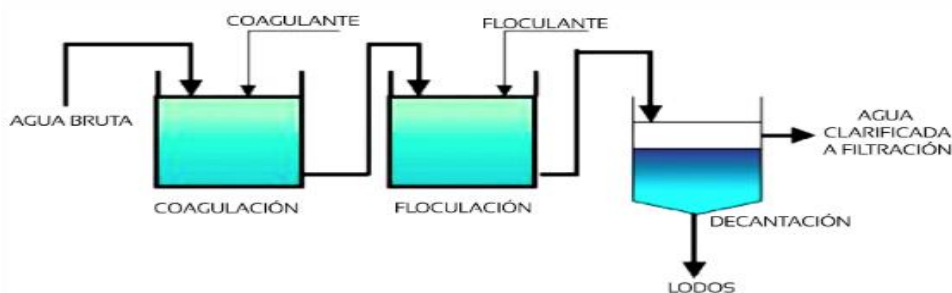


Figura 9. Proceso de coagulación-floculación.

Fuente: Sánchez del Castillo, (2016) adecuado por Mazille, (2003).

La norma ASTM en el capítulo 7.1 especifica cómo utilizar el agitador múltiple, que debe ser un agitador multiposición con velocidades continuas o conocidas que van de 20 y 150 rpm. Asimismo, una base iluminada es excelente para ver la producción de la formación de flóculos, pero hay que tener en cuidado para evitar que el sistema de iluminación interfiera con la sedimentación regular. Además, el capítulo 7.2 se especifica que todos los vasos y frascos utilizados para la precipitación deben tener el mismo tamaño y forma. Pueden utilizarse vasos de precipitación de 1500 ml, pero se aconseja un tamaño mínimo de 1000 ml. A continuación, según el capítulo 7.3 para el uso de aditivos que se introduzcan de cada solución, se debe utilizar al menos un vaso de precipitación para cada solución o suspensión de prueba. Además, en el capítulo 10.6, después de 15 minutos de sedimentación, registre la aparición de flóculos en el fondo del vaso. Registrar la temperatura de la muestra mediante una pipeta o un sifón, extraer un volumen de muestra adecuado volumen adecuado de licor sobrenadante del vaso en un punto situado a la mitad de la profundidad de la muestra, para realizar los análisis de color, turbidez, pH y otros análisis requeridos, en la figura 11 se presenta un formulario sugerido para registrar los resultados, y en el capítulo 11.1 se reconoce que es esencial establecer la reproductibilidad de los resultados; por ello se ofrece el método 3 y 3. Este procedimiento debe llevarse a cabo en conjuntos duplicados de tres frascos, con dosis químicas idénticas administradas simultáneamente a los 1 y 4, 2 y 5, y 3 y 6 (ASTM D 2035-19, 2019, pp. 1, 2 y 3).

 D 2035 – 08

Sample _____	pH _____	Turbidity _____	Date _____			
Location _____	Color _____	Temperature _____	Sample Size _____ ml			
	JAR NUMBER					
	1	2	3	4	5	6
Chemicals, mg/litre (g)						
Flash Mix Speed, rpm						
Flash Mix Time, min						
Slow Mix Speed, rpm						
Slow Mix Time, min						
Temperature, °F						
Time First Flocc, min						
Size Flocc						
Settling rate						
Turbidity						
Color						
pH						

*Figura 10.* Plantilla modelo de la prueba de la jarra.

Fuente: ASTM D 2035-19, (2019).

Los índices de caracterización de flóculos su diámetro varía de menos de 0,001 mm hasta más de 5 mm, dependiendo de las circunstancias de mezcla y floculación (gradientes de velocidad y tiempo de retención). De acuerdo con la siguiente tabla 4, Willcomb clasifica los flóculos por su tamaño respectivamente (Ramírez, 2022, párr. 15).

**Tabla 4.** Índice de Willcomb para caracterización de flóculos

Índice	Descripción del índice de Willcomb
0	<i>Flóculo coloidal</i> : Sin ninguna señal de aglutinación.
2	<i>Visible</i> : Flóculo muy pequeño, casi imperceptible.
4	<i>Disperso</i> : Flóculo bien formado, pero uniformemente distribuido (sedimenta muy lento).
6	<i>Claro</i> : Flóculo de tamaño relativamente grande, pero que precipita con lentitud.
8	<i>Bueno</i> : Flóculo que se deposita fácil, pero no completamente.
10	<i>Excelente</i> : Flóculo que se deposita completamente, dejando el agua cristalina.

**Fuente:** Adaptado a Ramírez (2022).

Para determinar el rango promedio se debe utilizar el enfoque estadístico, ya que este método permite calcular el número de valores con mayor frecuencia a partir de los datos adquiridos. De modo que a continuación, se exponen los pasos posteriores (Sánchez y Sotelo, 2018, pp. 33, 34 y 35).

Paso 1: Identificar la cantidad de datos a tratar (N=4) para cada nivel de concentración de aditivos, luego calcule el número de intervalos utilizando la ecuación siguiente.

$$\#intervalos = 1 + (3.3 * \log_{10}(N)) \quad \text{ec. 1}$$

Paso 2: Calcular el rango, que es una variable necesaria para determinar la amplitud, aplicando la siguiente ecuación a los valores más altos y bajos de la muestra.

$$Rango = mayor\ valor - valor\ menor \quad \text{ec. 2}$$

Finalmente, calcular la amplitud donde se utilizará la siguiente ecuación.

$$Amplitud = \frac{Rango}{\#intervalos} \quad \text{ec. 3}$$

Paso 3: Crear los límites inferior y superior, correspondiendo el límite inferior al menor valor encontrado y el límite superior basado en la amplitud encontrada.

Después de determinar la frecuencia absoluta, que se relaciona con la cantidad de datos de cada rango, hay que calcular la frecuencia relativa mediante la siguiente ecuación.

$$frecuencia\ relativa = \frac{frecuencia\ absoluta}{N} \times 100\% \quad \text{ec. 4}$$

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación:**

##### **3.1.1. Tipo de investigación:**

De acuerdo con Escudero y Cortez (2018), el tipo de investigación aplicada se distingue porque considera las aplicaciones prácticas del conocimiento (p. 19).

Según a esta definición, el estudio fue de tipo aplicada porque tuvo como único propósito dar solución a un problema diagnosticado, el cual se siguió una metodología adecuada de desarrollo. En otras palabras, el estudio dio solución a un problema que las comunidades vienen enfrentando.

##### **3.1.2. Enfoque de investigación:**

Según Bordens y Barrington (2018), el enfoque científico es el que aborda un problema identificando cuidadosamente sus parámetros (p. 3), mientras que el enfoque cuantitativo es el que cuenta y cuantifica los resultados (p. 240).

Con estas definiciones el presente estudio aplicó la metodología científica cuantitativa, porque el método aplicado admitió conseguir los mayores niveles de rectitud y exactitud sobre los descubrimientos que se originaron.

##### **3.1.3. El diseño de la investigación:**

De acuerdo con Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), el diseño de investigación es el plan o estrategia ideada para recolectar la información necesaria (datos) para un estudio (p. 150).

En este estudio se utilizó un diseño "experimental", cuya característica principal fue la comprobación de la consecuencia de la manipulación y el control de las variables mediante adiciones del 10, 25 y 50 mg/L.

De acuerdo con Arias (2020), los experimentos puros pueden llevarse a cabo en laboratorio o en el campo, el primero se obtiene un control más estricto de los efectos, y el segundo se proporciona un entorno real y natural (p. 48).

Este estudio se consideró un "experimento puro" debido a que las variables en él fueron manipuladas intencionalmente en el laboratorio con el fin de adquirir los hallazgos más precisos.

### 3.1.4. El nivel de la investigación:

Según Arias (2020) el nivel explicativo tiene la característica de establecer relaciones de causa-efecto entre sus variables, son más profundas y estructuradas que los ámbitos anteriores se pueden formular hipótesis para establecer la causalidad (p. 45).

Al exponer las causas y los efectos incitados por la RTA con el aditivo natural de MT, el presente estudio se emplazó en un nivel de investigación explicativo.

### 3.2. Variables y operacionalización:

**Variable independiente:** (penca de tuna como aditivo natural); según Arias (2020), la variable independiente en el contexto de los diseños experimentales, sirve como terapia o intervención para producir cambios en la variable dependiente (p. 35).

**Variable dependiente:** (remoción de la turbidez del agua); según Arias (2020), la variable dependiente es aquello que cambian como resultado de la intervención de la variable independiente, o "efecto" (p. 35).

**Operacionalización de las variables:** según Cordero (2015), está compuesta por variables, dimensiones e indicadores que establecen el valor que se ha detallado conceptualmente (párr. 3). Para más información, ver matriz de operacionalización en anexo 1.

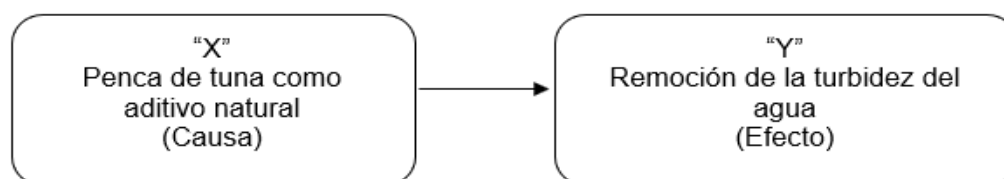


Figura 11. Relación entre variables.

Fuente: Autoría propia.



La variable independiente “X” y su relación causa-efecto con la variable dependiente “Y”. Todo lo mencionado previamente puede expresarse mediante la relación:  $X \rightarrow Y$ .

### **3.3. Población, muestra y muestreo:**

#### **3.3.1. Población:**

De acuerdo con Pimienta y De la Orden (2017), la población se define como un componente del problema o fenómeno de investigación que supone identificar el número total de elementos o individuos afectados o involucrados en dicho tema de estudio (p. 161).

Con esta definición, la población la conformo la cuenca del río San Gabán.

#### **3.3.2. Muestra:**

Conforme manifiestan Edmonds y Kennedy (2017), la muestra es la representación de la población que fue designada donde el investigador necesita realizar el uso de una elección aleatoria adecuada (p. 9).

La muestra seleccionada estuvo dada por 28 frascos a partir de allí se consideró los ensayos con porcentajes de (10, 25 y 50 mg/L) que fueron sometidos a diversas pruebas con el objetivo de alcanzar los mejores valores de la RTA.

#### **3.3.3. Muestreo:**

Para Leavy (2017), el muestreo es la causa de acuerdo a la elección del subconjunto de la población para que valga como guía de dicha población en su conjunto (p. 76).

Conforme a esta definición se llegó a utilizar el muestreo intencional no probabilístico dado que se basaron en los indicios de investigar los excelentes efectos derivados de los ensayos de laboratorio.

### **3.3.4. Unidad de análisis:**

Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), manifiesta que la unidad de análisis viene hacer el mecanismo donde se resultarán los valores obtenidos de acuerdo a los datos o la información adherida (p. 198).

Con este argumento la unidad de análisis fueron las dosificaciones de la penca de tuna (10, 25 y 50 mg/L.) los cuales se sometieron a ensayos de laboratorio para determinar los resultados totales de la RTA.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

#### **Técnicas:**

Según Arias (2020), para establecer las técnicas idóneas de recolección de datos para su estudio se debe tener en cuenta criterios y recursos que cuenta el investigador (materiales, tecnológicos y financieros) (p. 9).

Para este estudio se tomó en cuenta la técnica de la observación directa, dado que permitió recopilar la información in-situ y a la vez se procedió a documentar a detalle cada uno de los parámetros establecidos.

#### **Instrumentos de recolección de datos:**

Según Hernández y Duana (2020), todo estudio requiere la recopilación de datos; por lo tanto, esta es una fase crucial para lograr resultados fructíferos (p. 51).

Con este contexto se aplicó las fichas de recolección de datos el cual determinó registrar el proceso del desarrollo respetando la normativa que señala la Autoridad Nacional del Agua (ANA), Ministerio del Ambiente (MINAM), el Organismo Mundial de la Salud (OMS), Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), el Decreto Supremo 004-2017, el Nephelometric Turbidity Unit (NTU) y la ISO 7027-2016.

## **Validez:**

Según Bernal (2016), en un diseño experimental, cualquier variable extraña que interfiera con la capacidad de extraer inferencias causales consideradas un peligro para la validez de los resultados, en consecuencia, controlar los factores extraños es crucial en la investigación (p. 196).

La validez del instrumento se determinó mediante el uso del juicio de expertos de tres profesionales con experiencia, debidamente habilitados. Mayor detalle ver anexo 4.

## **Confiabilidad de los instrumentos:**

Según Posso y Lorenzo (2020), para establecer el factor y el grado de confiabilidad del instrumento se debe utilizar el método de confiabilidad interna tomando en consideración que el instrumento a emplear constará de respuestas múltiples (p. 218).

La confiabilidad lo determina los resultados de los ensayos y la certificación de acreditación del laboratorio, respaldando los datos recopilados para garantizar un nivel de confianza efectivo, mayor detalle ver anexo 6 y 7.

### **3.5. Procedimientos:**

Con la finalidad de analizar los materiales y alcanzar la mayor remoción de turbidez de agua mediante la aplicación de las dosis (10mg, 25mg y 50 mg) de MT, los especímenes se efectuaron del río San Gabán para luego ser trasladados al laboratorio de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, colocándose en cada recipiente(jarra) diseños de diferentes variaciones de volúmenes por cada 1000 ml de agua a fin de determinar la dosis de aditivo adecuada con una mezcla rápida y de corta duración luego de agregar el MT, esto se repite el mismo procedimiento para cada recipiente dejándose reposar por un periodo de tiempo de 5 y 15 minutos. De la misma manera se procedió a la medición del pH y la toma de temperatura en °C. Con lo anteriormente mencionado se realizaron los ensayos de laboratorio con

la prueba de jarras de 3x3 para identificar la mezcla de compuestos químicos y de concentración con la floculación en cuanto llega relacionarse con el índice de Willcomb mediante agitaciones con velocidades de frecuencia absoluta y relativa de 50rpm y 100rpm. Además, se embalo y se envió las muestras en los envases de botellas al laboratorio(ALAB) con el fin de medir la turbidez del agua. Finalmente, los resultados del análisis se documentaron y se reflejaron mediante tablas, gráficos estadísticos y un panel fotográfico. Cabe indicar que todos los trabajos se realizaron teniendo en cuenta las recomendaciones de autores y normativas vigentes.

Recolección del agua; este material se recolecto del río San Gabán utilizándose como material de apoyo y equipo de protección (balde, cooler, guantes de nitrilo y gorra descartable) respectivamente.



*Figura 12.* Recolección de los especímenes.

Fuente: Autoría propia.

Recolección de la penca de tuna; se realizó en el sector de Camatani-distrito de San Gabán de la provincia de Carabaya-Puno. Se uso los EPPS (guantes de badana, bata, barbijo, lentes y saco). Se recogieron 4 hojas de penca de tuna donde se procedió a realizar la limpieza de las espinas, lavado, retiro de la cascara, trituración, licuado mediante una licuadora casera, colado y posteriormente se realizó la cocción del MT a una temperatura máxima de 79 °C a un tiempo de 2 horas y 15 minutos a fuego lento, todo ello con el fin de obtener la sustancia mucosa final del mucílago de penca de tuna.



*Figura 13.* Recojo de las hojas de penca de tuna.

Fuente: Autoría propia.



*Figura 14.* Hoja de tuna limpia y triturada.

Fuente: Autoría propia.



*Figura 15.* Licuado y colado del mucílago de penca de tuna.

Fuente: Autoría propia.



*Figura 16.* Cocción del mucílago antes y después.

Fuente: Autoría propia.



*Figura 17.* Sustancia mucosa del mucílago antes y después de cocción.

Fuente: Autoría propia.

Procesamiento de los especímenes; se agregó en jarras de 1000 ml el aditivo natural, se programó velocidades de agitación de 50rpm y 100rpm según a la cantidad de cada muestra propuesta con el fin de obtener la dosis adecuada.



*Figura 18.* ECA-Inicial y muestras (+10, +25 y +50mg) en jarra de 1000 ml.

Fuente: Autoría propia.



Figura 19. Velocidades de agitación de 50rpm y 100rpm.

Fuente: Autoría propia.



Figura 20. Resultado después de la agitación.

Fuente: Autoría propia.

Ensayo de pH del agua; se analizó el pH inicial y luego con las velocidades de 50rpm y 100 rpm, se realizó para determinar la variación del pH básico y ácido.

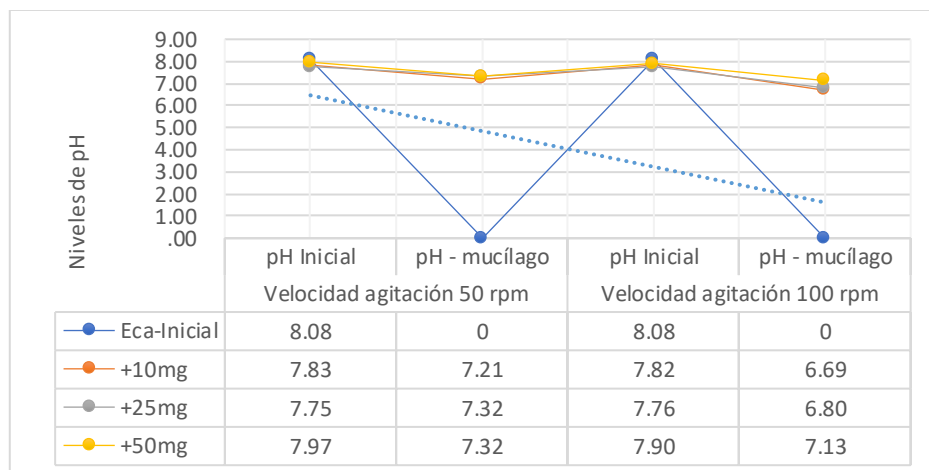


Figura 21. Gráfico del resultado de la toma del pH del agua.

Fuente: Autoría propia.

Ensayo de temperatura del agua; se realizó con un termómetro digital en 3 tipos de medidas (superior, media e inferior) obteniéndose los valores promedios sin y con mucílago para cada muestra.

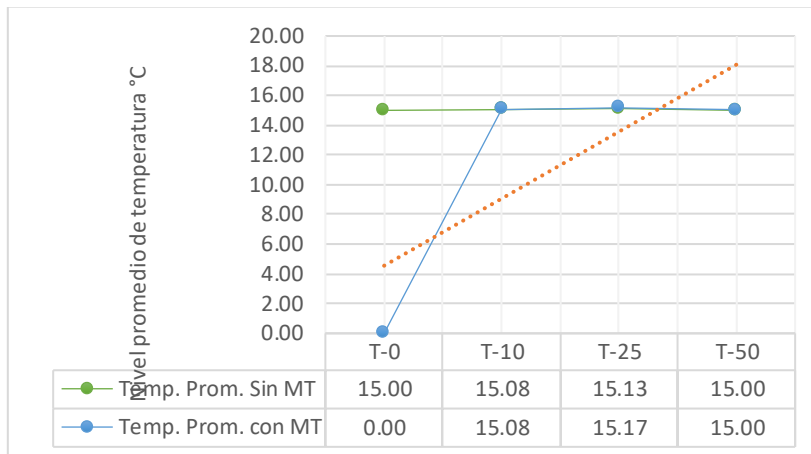


Figura 22. Gráfico del resultado de la toma de la temperatura del agua.

Fuente: Autoría propia.



Figura 23. Análisis del pH del agua inicial y posterior.

Fuente: Autoría propia.



Figura 24. Toma de temperatura del agua.

Fuente: Autoría propia.



Embalado de las muestras; se procedió con el trasegó y embalado de las muestras para el envío al laboratorio con el objetivo de analizar la turbidez del agua.



Figura 25. Trasegó y embalado de las muestras.

Fuente: Autoría propia.

Ensayo de temperatura del mucílago; se realizó con un termómetro digital la toma inicial, cocción a un tiempo de 2 horas y 15 minutos, y final.



Figura 26. Toma de temperatura inicial del mucílago.

Fuente: Autoría propia.

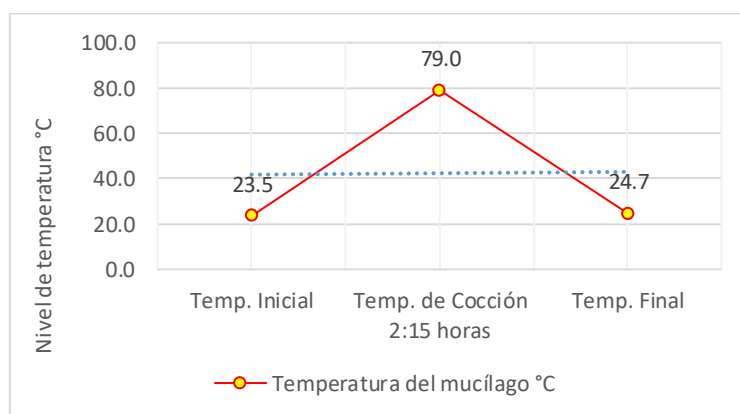


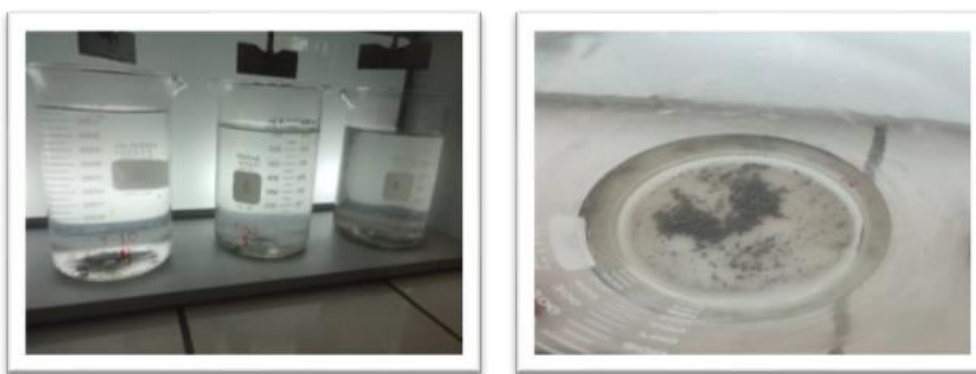
Figura 27. Gráfico de las temperaturas del mucílago.

Fuente: Autoría propia.

**Tabla 5.** Cantidad de materiales utilizados

Especímenes (mg)	Cantidades			
	Muestra (Uni)	Pencas (Uni)	MT (mg)	Agua de río (ml)
T-0	4	-	-	4000
T-10	8	1	80	8000
T-25	8	1	200	8000
T-50	8	1	400	8000

Caracterización de los flóculos; mediante los índices de Willcomb en periodos de tiempos de 5 y 15 minutos de reposo se determinó para cada muestra.



*Figura 28.* Caracterización de los flóculos con el índice de Willcomb 5min.

Fuente: Autoría propia.



*Figura 29.* Caracterización de los flóculos con el índice de Willcomb 15 min.

Fuente: Autoría propia.

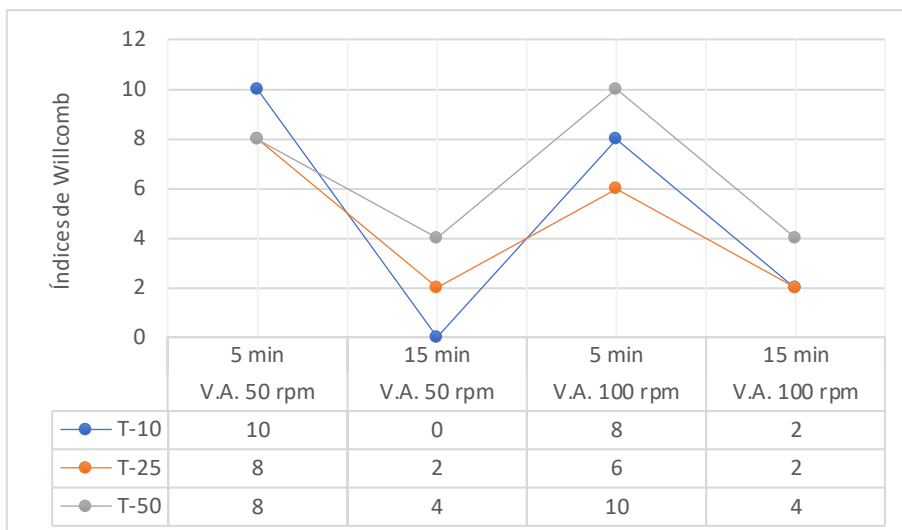


Figura 30. Gráfico de caracterización de los flóculos con el índice de Willcomb.

Fuente: Autoría propia.

Análisis estadístico de la turbidez; mediante el método estadístico de acuerdo a los autores Sánchez y Sotelo, se obtuvo los rangos promedios, amplitudes, frecuencia absoluta y relativa del nivel de turbidez del agua.

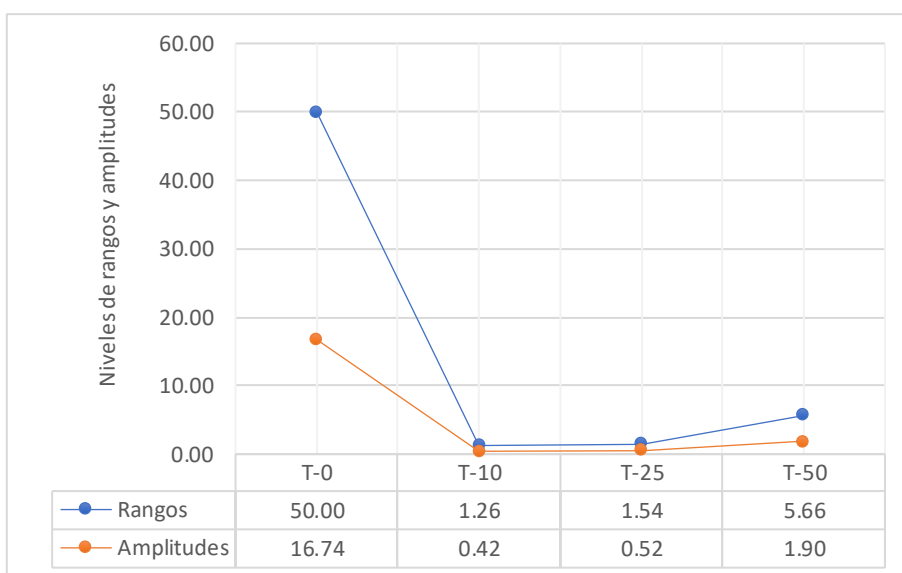


Figura 31. Gráfico de rangos y amplitudes.

Fuente: Autoría propia.

**Tabla 6. Resultado de la frecuencia absoluta y relativa**

Espécimen	Límite inferior	Límite superior	Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa
T-0	257,00	272,67	2	50%
	273,67	289,33	0	0%
	290,33	307,00	2	50%
<b>Total</b>				<b>100%</b>
T-10	2,36	1,78	1	25%
	2,78	2,20	1	25%
	3,20	3,62	2	50%
<b>Total</b>				<b>100%</b>
T-25	5,60	5,11	3	75%
	6,11	5,63	0	0%
	6,63	7,14	1	25%
<b>Total</b>				<b>100%</b>
T-50	7,94	8,83	2	50%
	9,83	10,71	0	0%
	11,71	13,60	2	50%
<b>Total</b>				<b>100%</b>

Ensayo de densidad y viscosidad; el ensayo no se llegó a realizar en este estudio sin embargo se toma cuenta para comparar la densidad del agua los datos obtenidos según a los autores Nieto y Tello (2019), determinaron para la densidad con un porcentaje del 20.5% de MT ( $977,01 \text{ kg/m}^3$ ), y para la viscosidad (20,09 poises), resultando el MT cercano a la densidad del agua en contraste con los otros porcentajes utilizados en su investigación (pp. 80-81).

### 3.6. Método de análisis de datos:

El método de análisis se realizó mediante los ensayos de campo y del procesamiento del laboratorio, teniendo en consideración referencias de autores y las buenas prácticas para lograr mejorar la toma de muestras. Además, se contrastaron las hipótesis con el software IBM SPSS.

### 3.7. Aspectos éticos:

La presente investigación aplico el principio de veracidad ante las referencias y estilos bibliográficos respetando el derecho de autoría como las normas ISO 690. Finalmente, se utilizó las normativas internas de la UCV como son: Guía para la Elaboración de Trabajos de Investigación y Tesis, R.V.I. N.º 004-2020-VI-UCV y N.º 011-2020-VI-UCV, Anexo 01, RR N.º 0216-2020/UCV, y R.C.U. N.º 0168-2020/UCV.

## IV. RESULTADOS

### Descripción de la zona de estudio

#### Ubicación política

Distrito: San Gabán

Provincia: Carabaya.

Departamento: Puno



Figura 32. Mapa político de Perú y departamento de Puno.

Fuente: MTC.

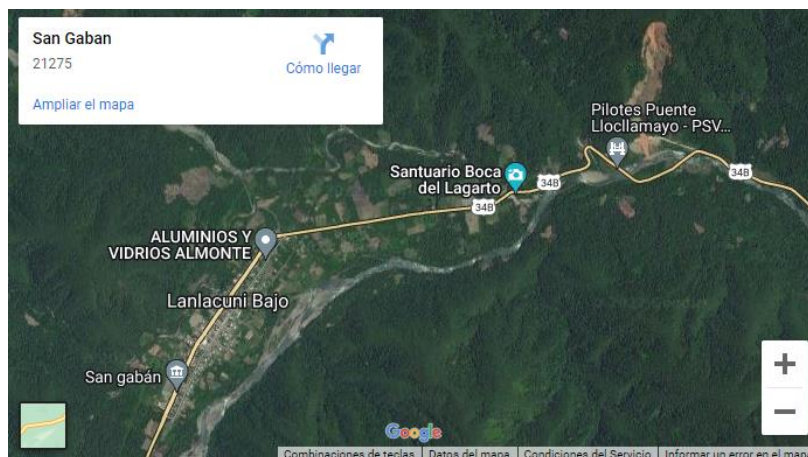


Figura 33. Mapa del distrito de San Gabán.

Fuente: Google Maps.

## Ubicación del proyecto

Se ubica en el distrito de San Gabán, provincia Carabaya del departamento de Puno en la zona antiplana de las coordenadas Este: 8495834 y Norte: 0342942.

## Límites

Norte: Inambari.

Sur: Ayapata

Este: Inambari-Ayapata

Oeste: Camanti-Ollachea

## Ubicación geográfica

Geográficamente, se ubica el río San Gabán entre los 630 metros de altitud en las coordenadas geográficas latitud: 13° 26' 19" "S" y longitud: 70° 24' 9" "O".

## Clima

Los veranos son frescos y sombríos; los inviernos cortos, extremadamente fríos y principalmente despejados; el clima es seco todo el año. A lo largo del año, la temperatura media oscila entre los -4 °C y los 17 °C, y rara vez desciende por debajo de los -6 °C o supera los 19 °C (Weather Spark, 2022, párr. 1).

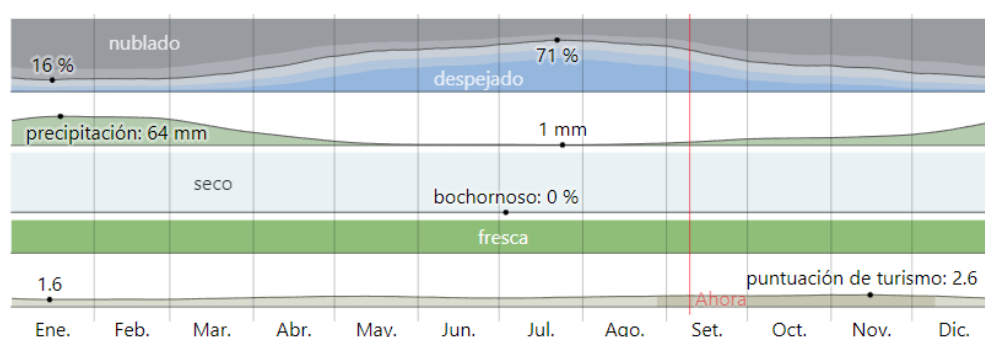


Figura 34. El clima en Puno.

Fuente: Weather Spark, (2022).

## Resultado de los objetivos específicos y general.

Los resultados se efectuaron persiguiendo el orden de los objetivos específicos y general conforme o a lo trazado en esta investigación.

## Determinación de relación de la remoción de la turbidez con el ECA del agua.

Tabla 7. Valores promedio de la relación de la RTA con el ECA-Inicial

Muestra (mg)	ECA-Inicial	V.A. 50 rpm	V.A. 100 rpm
T-0	289,50	0	0
T-10	0	2,88	3,35
T-25	0	5,91	6,47
T-50	0	8,60	12,20

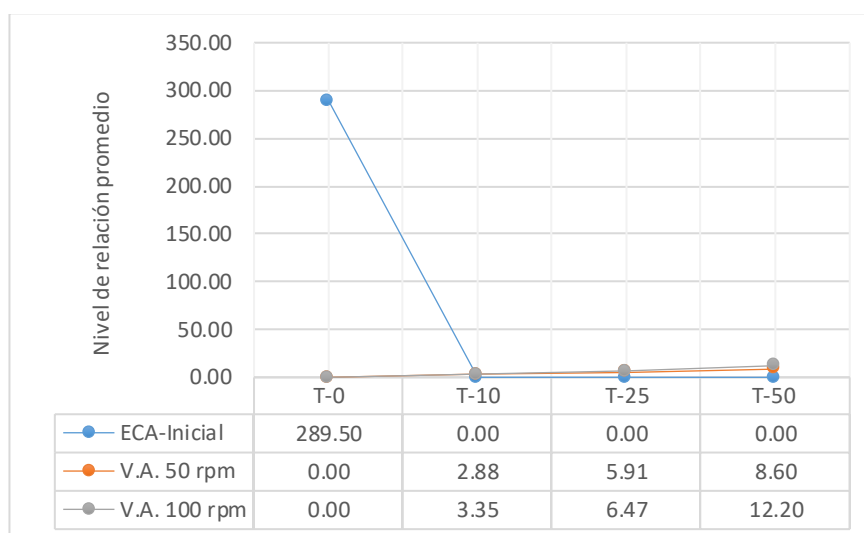


Figura 35. Gráfico de la relación del análisis promedio del ECA.

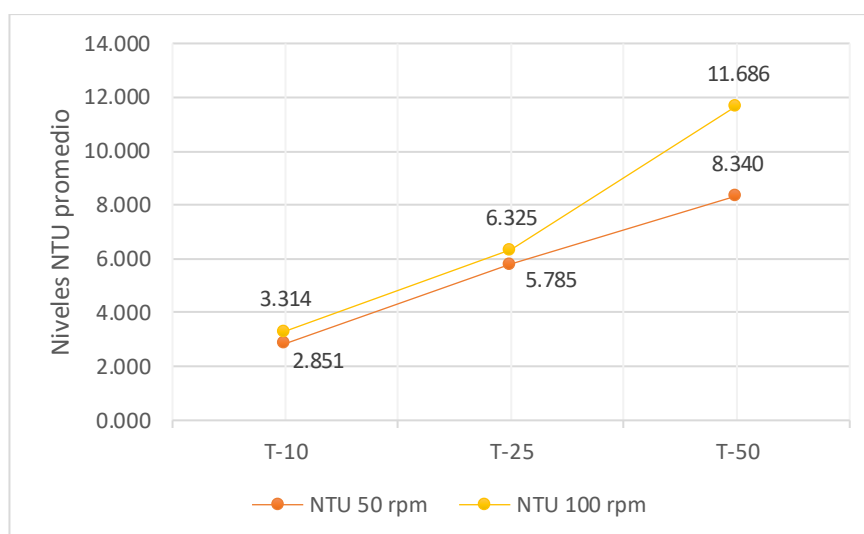
Fuente: Autoría propia.

**Interpretación:** Los valores promedio de la relación de eliminación de la turbidez con la ECA-inicial (T-0) y las tres dosis (T-10, T-25 y T-50 mg) de mucílago de penca de tuna (MT) se muestran en la Tabla 7 y en la Figura 35. Los valores obtenidos para el ECA-inicial fue (T-0) (289,50), con la adición de MT del (T-10 mg) (2,88 y 3,35) siendo esta dosis con velocidades de agitación (V.A.) de 50 y 100 rpm la que consigue un valor inferior a la norma NTU (5,00), con adiciones de MT a V.A. de 50 y 100 rpm de (T-25 y T-50m) (5.91, 6.47, 8.60 u 12.20) estos valores están por encima del NTU (5.00).

**Determinación de la dosis adecuada de penca de tuna para remover la turbidez del agua.**

**Tabla 8.** Valores promedio de la dosis adecuada del MT

Coagulante (mg)	Velocidad agitación (rpm)	Dosis adecuada (NTU)	(OMS y DS-004-2017-MINAN)
T-10	50	2,851	≤ 5NTU
T-25		5,785	≥ 5NTU
T-50		8,340	≥ 5NTU
T-10	100	3,314	≤ 5NTU
T-25		6,325	≥ 5NTU
T-50		11,686	≥ 5NTU



*Figura 36.* Gráfico de la dosis adecuada del MT.

Fuente: Autoría propia.

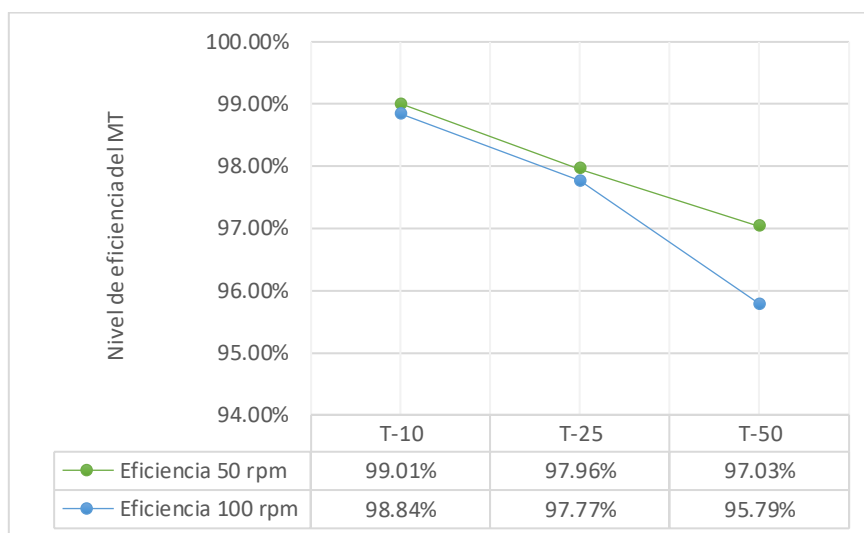
**Interpretación:** La Tabla 8 y la Figura 36 presentan, en Unidad de Turbidez Nefelométrica (NTU), los valores promedio de la dosis adecuada para la remoción de la turbidez del agua (RTA) según los parámetros definidos por la OMS y el MINAM (5.00 NTU). Se obtuvieron resultados importantes por estar por debajo de NTU (5.00) a 50 y 100 rpm con adición de mucílago de penca de tuna (MT) del (T-10) (2.851 y 3.314), a velocidad de 50 y 100 rpm con adición de MT del (T-25 y T-50) (5.785, 6.325, 8.340 y 11.686) estos valores exceden lo permitido por la norma de NTU, por lo que no están aprobados para su uso de acuerdo con la estandarización requerida por la OMS y el MINAM.



## Determinación de la eficiencia de la penca de tuna en la remoción de la turbidez del agua.

**Tabla 9.** Resultado de la eficiencia del MT

Muestras (mg)	Eficiencia del mucílago	
	V.A. (50 rpm)	V.A. (100 rpm)
T-10	99,01%	98,84%
T-25	97,96%	97,77%
T-50	97,03%	95,79%



**Figura 37.** Gráfico de la eficiencia del MT.

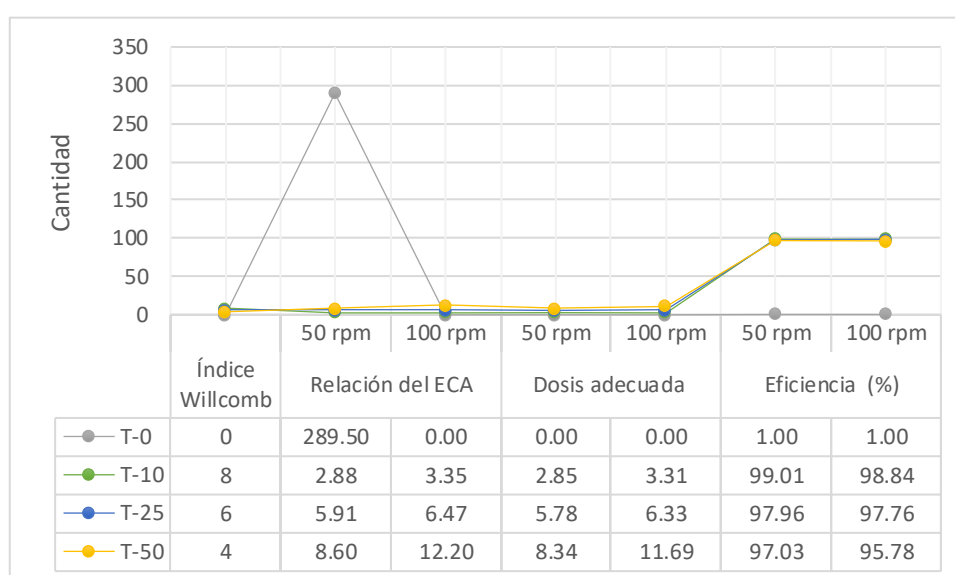
Fuente: Autoría propia.

**Interpretación:** De acuerdo con los datos recogidos, la Tabla 9 y la Figura 37 exhiben los valores promedios del porcentaje de eficiencia excepcional de la remoción de la turbidez del agua (RTA). Los resultados obtenidos para la adición de mucílago de penca de tuna (MT) a velocidades de agitación (V.A.) de 50 y 100 rpm para (T-10)(99.01% y 98.84%) son los que presentan el mayor porcentaje de RTA, para (T-25) (97.96% y 97.77%) estos valores se aproximan a la dosis de (T.10) y para (T-50) (97.03% y 95.79%) estos valores son inferiores a las dosis de (T-10 y T-25), indicando que la mayor eficiencia de RTA con adición de MT se logra con las dosificaciones de (T-10 y T-25).

## Evaluación de la influencia de la penca de tuna como aditivo natural para la remoción de la turbidez del agua del rio San Gabán.

**Tabla 10.** Resultado de la evaluación promedio de la influencia del MT

Muestra (mg)	Índice Willcomb	Relación del ECA		Dosis adecuada		Eficiencia (%)	
		50 rpm	100 rpm	50 rpm	100 rpm	50 rpm	100 rpm
T-0	0	289,50	0,00	0,00	0,00	1,00%	1,00%
T-10	8	2,88	3,35	2,85	3,31	99,01%	98,84%
T-25	6	5,91	6,47	5,78	6,33	97,96%	97,76%
T-50	4	8,60	12,20	8,34	11,69	97,03%	95,78%



**Figura 38.** Gráfico de los resultados de la influencia del MT.

Fuente: Autoría propia.

**Interpretación:** La Tabla 10 y la Figura 38 muestran los valores de la evaluación de la influencia de la MT en base a los datos recogidos. Los porcentajes promedio determinaron que la dosis de T-10 con la adición de MT a velocidades de agitación de 50 y 100 rpm es la más adecuada, efectiva y permisible de acuerdo con las normas de la OMS y del MINAM (NTU=5), con respecto a la eficacia la mayor remoción de la turbiedad se relaciona con el índice de Willcomb (8), ya que la floculación se deposita fácil, pero no completamente. Finalmente, las dosis (T-25 y T-50) superan el límite permitido y no son aptas para el consumo humano, pero son efectivas en la remoción de turbiedad del agua.

## Contrastación de las hipótesis

### Hipótesis específica 1

#### Análisis de varianza (ANOVA)

H0: La turbidez obtenida luego del procesamiento excede el ECA del agua.

H1: La turbidez obtenida luego del procesamiento no excede el ECA del agua.

**Tabla 11.** ANOVA ECA del agua

ANOVA						
	ECA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Relación ECA-50 rpm	Entre grupos	124.738	3	41.579	554393.0	1.31733E-21
	Dentro de grupos	0.001	8	7.5E-05		
	Total	124.739	11			
Relación ECA-100 rpm	Entre grupos	242.110	3	80.703	1076044.0	9.28219E-23
	Dentro de grupos	0.001	8	7.5E-05		
	Total	242.111	11			

**Fuente:** Adaptado a IBM SPSS.

**Interpretación:** Según la Tabla 11 referido a la significancia entre grupos para la relación ECA-50 rpm se tiene un valor de 1.31733E-21 asimismo para la relación ECA-100 rpm se tiene un valor de 9.28219E-23, exhibiendo que los valores obtenidos son menores al valor de la significancia ( $\alpha < 0.05$ ) por tanto se acepta la hipótesis alterna(H1) y se rechaza la hipótesis nula(H0).

**Toma de decisión:** : Con significancias de 1.31733E-21(50 rpm) y 9.28219E-23(100 rpm) resultando menores a la significancia ( $\alpha < 0.05$ ) por lo cual los datos son altamente significativos, por lo tanto se acepta H1: La turbidez obtenida luego del procesamiento no excede el ECA del agua.

## Prueba post-hoc de Tukey

Tabla 12. Comparaciones múltiples-Tukey

ECA			Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Relación ECA-50 rpm	T-0 mg	T-10 mg	-2,88000*	0.36520	0.000101247	-4.0819	-1.6781
		T-25 mg	-5,91000*	0.36520	1.32562E-07	-7.1119	-4.7081
		T-50 mg	-8,60000*	0.36520	3.42939E-09	-9.8019	-7.3981
		NTU-OMS	-5,00000*	0.36520	6.57121E-07	-6.2019	-3.7981
	T-10 mg	T-0 mg	2,88000*	0.36520	0.000101247	1.6781	4.0819
		T-25 mg	-3,03000*	0.36520	6.51328E-05	-4.2319	-1.8281
		T-50 mg	-5,72000*	0.36520	1.81568E-07	-6.9219	-4.5181
		NTU-OMS	-2,12000*	0.36520	0.001250671	-3.3219	-0.9181
	T-25 mg	T-0 mg	5,91000*	0.36520	1.32562E-07	4.7081	7.1119
		T-10 mg	3,03000*	0.36520	6.51328E-05	1.8281	4.2319
		T-50 mg	-2,69000*	0.36520	0.000181411	-3.8919	-1.4881
		NTU-OMS	0.91000	0.36520	0.168435951	-0.2919	2.1119
	T-50 mg	T-0 mg	8,60000*	0.36520	3.42939E-09	7.3981	9.8019
		T-10 mg	5,72000*	0.36520	1.81568E-07	4.5181	6.9219
		T-25 mg	2,69000*	0.36520	0.000181411	1.4881	3.8919
		NTU-OMS	3,60000*	0.36520	1.39961E-05	2.3981	4.8019
NTU-OMS	T-0 mg	5,00000*	0.36520	6.57121E-07	3.7981	6.2019	
	T-10 mg	2,12000*	0.36520	0.001250671	0.9181	3.3219	
	T-25 mg	-0.91000	0.36520	0.168435951	-2.1119	0.2919	
	T-50 mg	-3,60000*	0.36520	1.39961E-05	-4.8019	-2.3981	
Relación ECA-100 rpm	T-0 mg	T-10 mg	-3,350000*	0.365203	2.67828E-05	-4.55191	-2.14809
		T-25 mg	-6,470000*	0.365203	5.52438E-08	-7.67191	-5.26809
		T-50 mg	-12,200000*	0.365203	1.09694E-10	-13.40191	-10.99809
		NTU-OMS	-5,000000*	0.365203	6.57121E-07	-6.20191	-3.79809
	T-10 mg	T-0 mg	3,350000*	0.365203	2.67828E-05	2.14809	4.55191
		T-25 mg	-3,120000*	0.365203	5.0375E-05	-4.32191	-1.91809
		T-50 mg	-8,850000*	0.365203	2.58772E-09	-10.05191	-7.64809
		NTU-OMS	-1,650000*	0.365203	0.007655516	-2.85191	-0.44809
	T-25 mg	T-0 mg	6,470000*	0.365203	5.52438E-08	5.26809	7.67191
		T-10 mg	3,120000*	0.365203	5.0375E-05	1.91809	4.32191
		T-50 mg	-5,730000*	0.365203	1.78544E-07	-6.93191	-4.52809
		NTU-OMS	1,470000*	0.365203	0.016080184	0.26809	2.67191
	T-15 mg	T-0 mg	12,200000*	0.365203	1.09694E-10	10.99809	13.40191
		T-10 mg	8,850000*	0.365203	2.58772E-09	7.64809	10.05191
		T-25 mg	5,730000*	0.365203	1.78544E-07	4.52809	6.93191
		NTU-OMS	7,200000*	0.365203	1.95311E-08	5.99809	8.40191
NTU-OMS	T-0 mg	5,000000*	0.365203	6.57121E-07	3.79809	6.20191	
	T-10 mg	1,650000*	0.365203	0.007655516	0.44809	2.85191	
	T-25 mg	-1,470000*	0.365203	0.016080184	-2.67191	-0.26809	
	T-50 mg	-7,200000*	0.365203	1.95311E-08	-8.40191	-5.99809	

Fuente: Adaptado a IBM SPSS.

**Interpretación:** Según la Tabla 12 referidos al p-valor representativos de las comparaciones entre la muestra inicial (T-0mg) (50 rpm) los valores adicionados se tiene significancia de 0.000101247(T-10mg), 1.32562E-07(T-25mg), 3.42939E-09(T-50mg) y 6.57121E-07(NTU-OMS) considerando (T-10mg) los valores adicionados se tiene significancias de 6.51328E-05(T-25mg), 1.81568E-07(T-50mg), 0.001250671(NTU-OMS), considerando (T-25mg) y los valores adicionados se tiene significancias de 1.78544E-07(T-50mg), 0.016080184(NTU-OMS), considerando (T-50mg) con los valores adicionados se tiene significancias de 1.39961E-05(NTU-OMS). De igual manera para la muestra (T-0mg) (100 rpm) los valores adicionados se tiene significancia de 2.67828E-05(T-10mg), 5.52438E-08(T-25mg), 1.09694E-10(T-50mg) y 6.57121E-07(NTU-OMS) considerando (T-10mg) los valores adicionados se tiene significancias de 5.0375E-05(T-25mg), 2.58772E-09(T-50mg), 0.007655516(NTU-OMS), considerando (T-25mg) y los valores adicionados se tiene significancias de 1.78544E-07(T-50mg), 0.016080184(NTU-OMS), considerando (T-50mg) con los valores adicionados se tiene significancias de 1.95311E-08(NTU-OMS).

### Subconjuntos homogéneos-Tukey

**Tabla 13.** *Subconjuntos homogéneos-Tukey*

Relación ECA – 50 rpm					
HSD Tukey <sup>a</sup>					
Dosis	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T-10 mg	3	2.8800			
NTU-OMS	3		5.0000		
T-25 mg	3		5.9100		
T-50 mg	3			8.6000	
T-0 mg	3				289.5000
Sig.		1.000	0.168	1.000	1.000

**Fuente:** Adaptado a IBM SPSS.

**Interpretación:** Según la Tabla 13 considerando relación ECA-50 rpm se verifica que considerando la muestra inicial T-0mg(289.50). A lo que con las adiciones de T-10mg(2.88) se verifica un menor ECA encontrándose por debajo de lo exigido por las normativas con NTU-OMS(5.00), resultando una óptima dosificación.

Considerando las adiciones de T-25mg(5.91), T-50mg(8.60) estos valores reportan estar por encima de lo exigido por las normativas con NTU-OMS(5.00), por lo cual no es recomendable su dosificación si se pretende contemplar un ECA adecuado.

**Tabla 14.** *Subconjuntos homogéneos-Tukey*

Relación ECA – 100 rpm						
HSD Tukey <sup>a</sup>						
Dosis	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
T-10 mg	3	3.35000				
NTU-OMS	3		5.00000			
T-25 mg	3			6.47000		
T-50 mg	3				12.20000	
T-0 mg	3					289.50000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

**Fuente:** Adaptado a IBM SPSS.

**Interpretación:** Según la Tabla 14 considerando relación ECA-100 rpm se verifica que considerando la muestra inicial T-0mg(289.50). A lo que con las adiciones de T-10mg(3.35) se verifica un menor ECA encontrándose por debajo de lo exigido por las normativas con NTU-OMS(5.00), resultando una óptima dosificación. Considerando las adiciones de T-25mg(6.47), T-50mg(12.20) estos valores reportan estar por encima de lo exigido por las normativas con NTU-OMS(5.00), por lo cual no es recomendable su dosificación si se pretende contemplar un ECA adecuado.

## Hipótesis específica 2

### Análisis de varianza (ANOVA)

H0: La determinación de la dosis adecuada de penca de tuna para remover la turbidez del agua no está en función de la cantidad de ensayos de laboratorio realizados.

H1: La determinación de la dosis adecuada de penca de tuna para remover la turbidez del agua está en función de la cantidad de ensayos de laboratorio realizados.

**Tabla 15. ANOVA ECA del agua**

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Dosis adecuada-50 rpm	Entre grupos	118.651	4	29.663	148.269	7.41728E-09
	Dentro de grupos	2.001	10	0.200		
	Total	120.652	14			
Dosis adecuada-100 rpm	Entre grupos	222.082	4	55.520	277.519	3.37807E-10
	Dentro de grupos	2.001	10	0.200		
	Total	224.083	14			

Fuente: Adaptado a IBM SPSS.

**Interpretación:** Según la Tabla 15 referido a la significancia entre grupos para la relación dosis adecuada-50 rpm se tiene un valor de 7.41728E-09 asimismo para la relación ECA-100 rpm se tiene un valor de 3.37807E-10, exhibiendo que los valores obtenidos son menores al valor de la significancia ( $\alpha < 0.05$ ) por tanto se acepta la hipótesis alterna(H1) y se rechaza la hipótesis nula(H0).

**Toma de decisión:** : Con significancias de 1.31733E-21(50 rpm) y 9.28219E-23(100 rpm) resultando menores a la significancia ( $\alpha < 0.05$ ) por lo cual estos datos son altamente significativos, por lo tanto se acepta H1: La determinación de la dosis adecuada de penca de tuna para remover la turbidez del agua está en función de la cantidad de ensayos de laboratorio realizados.

### Prueba post-hoc de Tukey

**Tabla 16. Comparaciones múltiples-Tukey**

Comparaciones múltiples							
HSD Tukey							
Variable dependiente		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
					Límite inferior	Límite superior	
Dosis adecuada - 50 rpm	T-0 mg	T-10 mg	-2,850000*	0.007071	2.23943E-12	-2.87264	-2.82736
		T-25 mg	-5,780000*	0.007071	2.23943E-12	-5.80264	-5.75736
		T-50 mg	-8,340000*	0.007071	2.23943E-12	-8.36264	-8.31736
	T-10 mg	T-0 mg	2,850000*	0.007071	2.23943E-12	2.82736	2.87264

		T-25 mg	-2,930000*	0.007071	2.23943E-12	-2.95264	-2.90736
		T-50 mg	-5,490000*	0.007071	2.23943E-12	-5.51264	-5.46736
	T-25 mg	T-0 mg	5,780000*	0.007071	2.23943E-12	5.75736	5.80264
		T-10 mg	2,930000*	0.007071	2.23943E-12	2.90736	2.95264
		T-50 mg	-2,560000*	0.007071	2.23943E-12	-2.58264	-2.53736
	T-50 mg	T-0 mg	8,340000*	0.007071	2.23943E-12	8.31736	8.36264
		T-10 mg	5,490000*	0.007071	2.23943E-12	5.46736	5.51264
		T-25 mg	2,560000*	0.007071	2.23943E-12	2.53736	2.58264
	Dosis adecuada - 100 rpm	T-0 mg	T-10 mg	-3,31000*	0.00707	2.23943E-12	-3.3326
T-25 mg			-6,33000*	0.00707	2.23943E-12	-6.3526	-6.3074
T-50 mg			-11,69000*	0.00707	2.23943E-12	-11.7126	-11.6674
T-10 mg		T-0 mg	3,31000*	0.00707	2.23943E-12	3.2874	3.3326
		T-25 mg	-3,02000*	0.00707	2.23943E-12	-3.0426	-2.9974
		T-50 mg	-8,38000*	0.00707	2.23943E-12	-8.4026	-8.3574
T-25 mg		T-0 mg	6,33000*	0.00707	2.23943E-12	6.3074	6.3526
		T-10 mg	3,02000*	0.00707	2.23943E-12	2.9974	3.0426
		T-50 mg	-5,36000*	0.00707	2.23943E-12	-5.3826	-5.3374
T-50 mg		T-0 mg	11,69000*	0.00707	2.23943E-12	11.6674	11.7126
		T-10 mg	8,38000*	0.00707	2.23943E-12	8.3574	8.4026
		T-25 mg	5,36000*	0.00707	2.23943E-12	5.3374	5.3826

**Fuente:** Adaptado a IBM SPSS.

**Interpretación:** Según la tabla 16 referidos al p-valor representativos de las comparaciones entre la muestra inicial (T-0mg) (50 rpm) los valores adicionados se tiene significancia de 2.23943E-12(T-10mg), 2.23943E-12(T-25mg), 2.23943E-12(T-50mg), considerando (T-10mg) los valores adicionados se tiene significancias de 2.23943E-12(T-25mg), 2.69239E-07(T-50mg). De igual manera para la muestra (T-0mg) (100 rpm) los valores adicionados se tiene significancia de 2.23943E-12(T-10mg), 6.82882E-08(T-25mg), 1.66835E-10(T-50mg) considerando (T-10mg) los valores adicionados se tiene significancias de 2.23943E-12(T-25mg), 2.23943E-12(T-50mg), considerando (T-25mg) y los valores adicionados se tiene significancias de 3.38672E-07(T-50mg).



## Subconjuntos homogéneos-Tukey

**Tabla 17.** *Subconjuntos homogéneos-Tukey*

Dosis adecuada-50 rpm					
HSD Tukey <sup>a</sup>					
Dosis	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T-0 mg	3	0.0000			
T-10 mg	3		2.8500		
T-25 mg	3			5.7800	
T-50 mg	3				8.3400
Sig.		1.000	1.000	0.278	1.000

**Fuente:** Adaptado a IBM SPSS.

**Interpretación:** Según la Tabla 17 considerando dosis adecuada-50 rpm se verifica que las dosificaciones optimas se considera con la adición de T-10mg(2.85) ya que considerando la dosis adecuada que poseerá estas adiciones. Aunque se verifica que las dosificaciones de T-25mg(5.78), T-50mg(8.34) no representan una dosificación muy adecuada ya que se encontraron por encima según NTU-OMS(5.00) siendo por tanto no muy recomendable su utilización bajo los porcentajes anteriormente descritos. Esto fue reflejado debido al número de ensayos realizados en el laboratorio brindando datos más exactos.

**Tabla 18.** *Subconjuntos homogéneos-Tukey*

Dosis adecuada-100 rpm						
HSD Tukey <sup>a</sup>						
Dosis	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
T-0 mg	3	,00000				
T-10 mg	3		3,31000			
T-25 mg	3				6,33000	
T-50 mg	3					11,69000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

**Fuente:** Adaptado a IBM SPSS.

**Interpretación:** Según la Tabla 18 considerando dosis adecuada-100 rpm se verifica que las dosificaciones optimas se considera con la adición de T-10mg(3.31) ya que brindaran valores por debajo de la exigido según NTU-OMS(5.00). Aunque

se verifica que las dosificaciones de T-25mg(6.33), T-50mg(11.69) no representan una dosificación adecuada ya que se encuentran por encima según NTU-OMS(5.00) resultando no muy recomendable su utilización bajo los porcentajes anteriormente descritos. Esto fue reflejado debido al número de ensayos realizados en el laboratorio brindando datos más exactos.

### Hipótesis específica 3

#### Análisis de varianza (ANOVA)

H0: La penca de tuna como aditivo natural no es altamente eficiente en la remoción de la turbidez del agua.

H1: La penca de tuna como aditivo natural es altamente eficiente en la remoción de la turbidez del agua.

**Tabla 19.** ANOVA ECA del agua

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Eficiencia-50rpm	Entre grupos	14.888	3	4.963	66168.000	6.49092E-18
	Dentro de grupos	0.001	8	7.5E-05		
	Total	14.888	11			
Eficiencia-100rpm	Entre grupos	28.967	3	9.656	128740.000	4.52983E-19
	Dentro de grupos	0.001	8	7.5E-05		
	Total	28.967	11			

**Fuente:** Adaptado a IBM SPSS.

**Interpretación:** Según la Tabla 19 referido a la significancia entre grupos para la eficiencia-50 rpm se tiene un valor de 6.49092E-18 asimismo para la eficiencia-100 rpm se tiene un valor de 4.52983E-19, exhibiendo que los valores obtenidos son menores al valor de la significancia ( $\alpha < 0.05$ ) por tanto se acepta la hipótesis alterna(H1) y se rechaza la hipótesis nula(H0).

**Toma de decisión:** : Con significancias de 6.49092E-18(50 rpm) y 4.52983E-19(100 rpm) resultando menores a la significancia ( $\alpha < 0.05$ ) por lo cual estos datos

son altamente significativos, por lo tanto se acepta H1: La penca de tuna como aditivo natural es altamente eficiente en la remoción de la turbidez del agua.

### Prueba post-hoc de Tukey

**Tabla 20.** Comparaciones múltiples-Tukey

Comparaciones múltiples							
HSD Tukey							
Eficiencia			Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Eficiencia-50rpm	T-0 mg	T-10 mg	,99000*	0.00707	2.24243E-12	0.9674	1.0126
		T-25 mg	2,04000*	0.00707	2.23943E-12	2.0174	2.0626
		T-50 mg	2,97000*	0.00707	2.23943E-12	2.9474	2.9926
	T-10 mg	T-0 mg	-,99000*	0.00707	2.24243E-12	-1.0126	-0.9674
		T-25 mg	1,05000*	0.00707	2.24054E-12	1.0274	1.0726
		T-50 mg	1,98000*	0.00707	2.23943E-12	1.9574	2.0026
	T-25 mg	T-0 mg	-2,04000*	0.00707	2.23943E-12	-2.0626	-2.0174
		T-10 mg	-1,05000*	0.00707	2.24054E-12	-1.0274	-1.0726
		T-50 mg	,93000*	0.00707	2.24798E-12	0.9074	0.9526
	T-50 mg	T-0 mg	-2,97000*	0.00707	2.23943E-12	-2.9926	-2.9474
		T-10 mg	-1,98000*	0.00707	2.23943E-12	-2.0026	-1.9574
		T-25 mg	-,93000*	0.00707	2.24798E-12	-0.9526	-0.9074
Eficiencia-100rpm	T-0 mg	T-10 mg	1,160000*	0.007071	2.23943E-12	1.13736	1.18264
		T-25 mg	2,240000*	0.007071	2.23943E-12	2.21736	2.26264
		T-50 mg	4,220000*	0.007071	2.23943E-12	4.19736	4.24264
	T-10 mg	T-0 mg	-1,160000*	0.007071	2.23943E-12	-1.18264	-1.13736
		T-25 mg	1,080000*	0.007071	2.23999E-12	1.05736	1.10264
		T-50 mg	3,060000*	0.007071	2.23943E-12	3.03736	3.08264
	T-25 mg	T-0 mg	-2,240000*	0.007071	2.23943E-12	-2.26264	-2.21736
		T-10 mg	-1,080000*	0.007071	2.23999E-12	-1.10264	-1.05736
		T-50 mg	1,980000*	0.007071	2.23943E-12	1.95736	2.00264
	T-50 mg	T-0 mg	-4,220000*	0.007071	2.23943E-12	-4.24264	-4.19736
		T-10 mg	-3,060000*	0.007071	2.23943E-12	-3.08264	-3.03736
		T-25 mg	-1,980000*	0.007071	2.23943E-12	-2.00264	-1.95736

Fuente: Adaptado a IBM SPSS.

**Interpretación:** Según la tabla 20 referidos al p-valor representativos de las comparaciones entre la muestra inicial (T-0mg) (50 rpm) los valores adicionados se tiene significancia de 2.24243E-12(T-10mg), 2.23943E-12(T-25mg), 2.23943E-12(T-50mg), considerando (T-10mg) los valores adicionados se tiene significancias de 2.24054E-12(T-25mg), 2.23943E-12(T-50mg), considerando (T-25mg) y los valores adicionados se tiene significancias de 2.24798E-12(T-50mg). De igual

manera para la muestra (T-0mg) (100 rpm) los valores adicionados se tiene significancia de 2.23943E-12(T-10mg), 2.23943E-12(T-25mg), 2.23943E-12(T-50mg), considerando (T-10mg) los valores adicionados se tiene significancias de 2.23999E-12(T-25mg), 2.23943E-12(T-50mg), considerando (T-25mg) y los valores adicionados se tiene significancias de 2.23943E-12(T-50mg).

### Subconjuntos homogéneos-Tukey

**Tabla 21.** *Subconjuntos homogéneos-Tukey*

Eficiencia-50rpm					
HSD Tukey <sup>a</sup>					
Dosis	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T-50 mg	3	97.0300			
T-25 mg	3		97.9600		
T-10 mg	3			99.0100	
T-0 mg	3				100.0000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Adaptado a IBM SPSS.

**Interpretación:** Según la Tabla 21 se verifica que referido al grado de eficiencia-50 rpm, que posee la adición de T, para la dosificación de T-10mg(99.01%) resulto en una alta efectividad. Aunque esta efectividad se vio aminorada conforme a como se va adicionando mayores dosificaciones, resultando para T-25mg(97.96%), T-50mg(97.03%) aun valores considerables de efectividad. Por lo tanto se observa que a 50 rpm las dosificaciones bajas de hasta T-10mg son altamente eficientes.

### Subconjuntos homogéneos-Tukey

**Tabla 22.** *Subconjuntos homogéneos-Tukey*

Eficiencia-100rpm					
HSD Tukey <sup>a</sup>					
Dosis	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T-50 mg	3	95.78000			
T-25 mg	3		97.76000		
T-10 mg	3			98.84000	
T-0 mg	3				100.00000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Adaptado a IBM SPSS.

**Interpretación:** Según la Tabla 22 se verifica que referido al grado de eficiencia-100 rpm, que posee la adición de T, para la dosificación de T-10mg(98.84%) resulto en una gran efectividad. Esta efectividad se vio aminorada conforme a como se adicionaron mayores dosificaciones, con resultados de T-25mg(97.96%), T-50mg(95.78%) resultando aun valores considerables de efectividad. Por lo tanto a 100 rpm se observó que las dosificaciones bajas de hasta un T-10mg son altamente eficientes.

## Hipótesis general

### Análisis de varianza (ANOVA)

H0: La penca de tuna como aditivo natural no influye significativamente en disminuir la turbidez del agua del río San Gabán.

H1: La penca de tuna como aditivo natural influye significativamente en disminuir la turbidez del agua del río San Gabán.

**Tabla 23.** ANOVA ECA del agua

ANOVA					
Índice de Willcomb					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	105.000	3	35.000	46.667	2.05499E-05
Dentro de grupos	6.000	8	0.750		
Total	111.000	11			

**Fuente:** Adaptado a IBM SPSS.

**Interpretación:** Según la Tabla 23 referido a la significancia entre grupos para la eficiencia-50 rpm se tiene un valor de 2.05499E-05 exhibiendo que el valor obtenido es menor al valor de la significancia ( $\alpha < 0.05$ ) por tanto se acepta la hipótesis alterna(H1) y se rechaza la hipótesis nula(H0).

**Toma de decisión:** : Con significancia de 2.05499E-05 resultando menor a la significancia ( $\alpha < 0.05$ ) por lo cual estos datos son altamente significativos, por lo tanto se acepta H1: La penca de tuna como aditivo natural influye significativamente en disminuir la turbidez del agua del río San Gabán.

## Prueba post-hoc de Tukey

**Tabla 24.** Comparaciones múltiples-Tukey

Comparaciones múltiples						
HSD Tukey						
(I) T		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
T-0 mg	T-10 mg	-8,000000*	0.707107	1.57045E-05	-10.26440	-5.73560
	T-25 mg	-6,000000*	0.707107	0.000131836	-8.26440	-3.73560
	T-50 mg	-4,000000*	0.707107	0.00213332	-6.26440	-1.73560
T-10 mg	T-0 mg	8,000000*	0.707107	1.57045E-05	5.73560	10.26440
	T-25 mg	2,000000	0.707107	0.084758566	-0.26440	4.26440
	T-50 mg	4,000000*	0.707107	0.00213332	1.73560	6.26440
T-25 mg	T-0 mg	6,000000*	0.707107	0.000131836	3.73560	8.26440
	T-10 mg	-2,000000	0.707107	0.084758566	-4.26440	0.26440
	T-50 mg	2,000000	0.707107	0.084758566	-0.26440	4.26440
T-50 mg	T-0 mg	4,000000*	0.707107	0.00213332	1.73560	6.26440
	T-10 mg	-4,000000*	0.707107	0.00213332	-6.26440	-1.73560
	T-25 mg	-2,000000	0.707107	0.084758566	-4.26440	0.26440

Fuente: Adaptado a IBM SPSS.

**Interpretación:** Según la tabla 24 referidos al p-valor representativos de las comparaciones entre la muestra inicial (T-0mg) los valores adicionados se tiene significancia de 1.57045E-05(T-10mg), 0.000131836(T-25mg), 0.00213332(T-50mg), considerando (T-10mg) los valores adicionados se tiene significancias de 0.084758566(T-25mg), 0.00213332(T-50mg), considerando (T-25mg) y los valores adicionados se tiene significancias de 0.084758566(T-50mg).

## Subconjuntos homogéneos-Tukey

**Tabla 25.** Subconjuntos homogéneos-Tukey

Índice de Willcomb				
HSD Tukey <sup>a</sup>				
Dosis	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T-0 mg	3	0.00000		
T-50 mg	3		4.00000	
T-25 mg	3		6.00000	6.00000
T-10 mg	3			8.00000
Sig.		1.000	0.085	0.085

Fuente: Adaptado a IBM SPSS.

**Interpretación:** Según la Tabla 25 se verifica que considerando los índices de Willcomb para la caracterización de flóculos con una adición de T-10mg(8.00) este representa una característica buena ya que el floculo se deposita fácilmente pero no completamente. Aunque con las adiciones de T-25mg(6.00) representan una descripción de claro debido a que el floculo de tamaño relativamente grande, pero que precipita con lentitud. Finalmente para T-50mg(4.00) el floculo es disperso, un floculo bien formado cuya sedimentación es muy lenta. Representando por tanto que la penca de tuna como aditivo natural influye significativamente en la turbidez del agua del río San Gabán.

## V. DISCUSIÓN

### Discusión 1:

En la presente investigación se obtuvieron los valores promedios de la relación del análisis del ECA para la RTA. El valor obtenido para el ECA-inicial(T-0)(289.50), en las dosificaciones con adición de MT a velocidades de agitación de 50 y 100rpm de (T-10mg)(2.985 y 3.35), con adición de MT de (T-25mg)(5.91 y 6.47), y finalmente, con adición de MT de (T-50mg)(8.60 y 12.20). Al respecto, el autor Benites (2019), obtuvo los valores promedios el ECA-inicial (350), con adición de MT de (50mg)(24 y 130) y con adición de MT de (150 mg)(17 y 110). Finalmente, el autor Lozano (2018), obtuvo para el ECA promedio inicial(68.38), con adición de MT (0.50ml)(10.00), con adición de MT (0.20ml)(18.34) y con adición de MT del (0.25ml)(21.97).

Por lo tanto; concuerdo con los valores promedios obtenidos en este estudio por ser menores a los autores Benites y Lozano, lográndose cumplir con el objetivo.

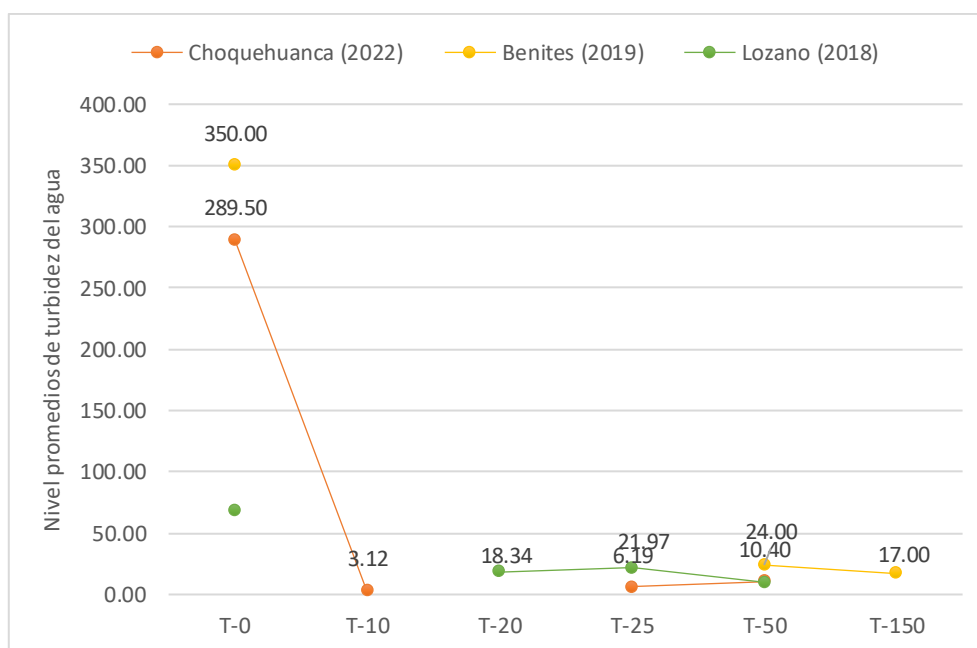


Figura 39. Gráfico promedio de la turbidez del agua.

Fuente: Autoría propia.



## Discusión 2:

En la presente investigación se obtuvieron los valores promedios de la dosis adecuada para la RTA. Con velocidades de agitación de 50 y 100rpm los valores obtenidos de las dosificaciones con adición de MT de (T-10mg)(2.851 y 3.314 NTU), con adición de MT de (T-25mg)(5.785 y 6.325 NTU), y finalmente, con adición de MT de (T-50mg)(8.340 y 11.686 NTU. Al respecto, el autor Gaspar (2021), obtuvo el valor del ECA-inicial (300 NTU), con adición de MT de (100mg)(29.93 NTU), con adición de MT de (200mg)(11.13 NTU), con adición de MT (300mg)(1.13 NTU) y con adición de MT (360mg)(6.10 NTU). Finalmente, el autor Atupaña y Guacho (2019), obtuvo para el ECA promedio inicial(47.60 NTU), con adición de MT (4mg/L)(3.41 NTU), con adición de MT (6mg/L)(2.98 NTU), con adición de MT del (8mg/L)(2.13 NTU), con adición de MT del (10mg/L)(2.63 NTU) y con adición de MT del (12mg/L)(3.98 NTU).

Por lo tanto; concuerdo con los valores promedios obtenidos en este estudio por ser similares con el autor Atupaña y Guacho, y con el autor Gaspar de las dosis 300mg y 360mg, lográndose cumplir con el objetivo.

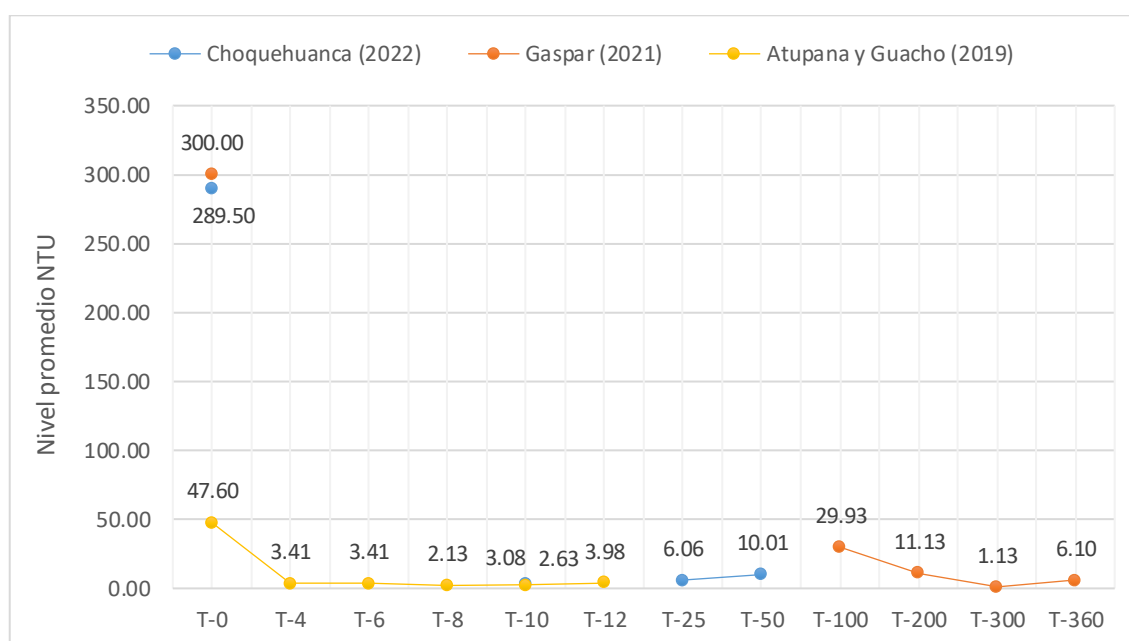


Figura 40. Gráfico promedio de la dosis adecuada NTU.

Fuente: Autoría propia.

### Discusión 3:

En la presente investigación se obtuvieron los valores promedios de la eficiencia del MT en porcentajes para la RTA. Se lograron valores para las dosificaciones con adición de MT en velocidades de agitaciones 50 y 100 rpm de (T-10mg)(99.01% y 98.84), con adición de MT de (T-25mg)(97.96% y 97.77%) y finalmente, con adición de MT del (T-50mg)(97.03% y 95.79)%. Al respecto, los autores Cáceres y Castiblanco (2020), obtuvieron el valor con adición de MT de (25mg/L)(94%), Luego, los autores Sánchez y Quintero (2020) alcanzaron el valor con adición de MT de (40mg/L)(92.73%), con adición de MT de (50mg/L)(64.60%) y finalmente, el autor Coello (2021) logró el valor con adición de MT de (50mg/L)(94%).

Por lo tanto; concuerdo con los valores promedios obtenidos en este estudio por ser similares con los autores Cáceres & Castiblanco, Sánchez & Quintero y Coello. Consiguiéndose cumplir con el objetivo.

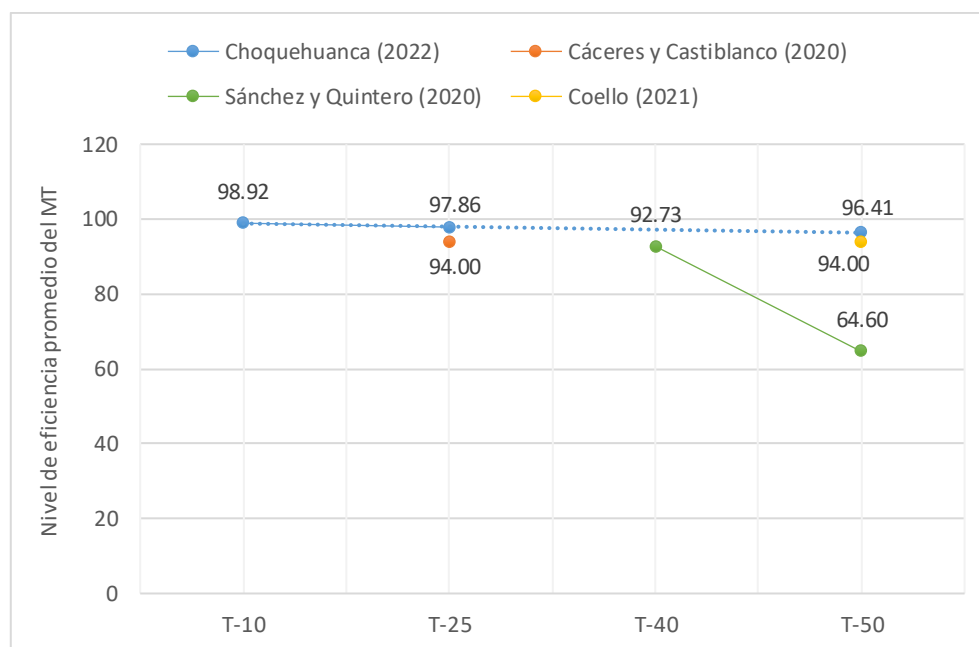


Figura 41. Gráfico promedio de la eficiencia de RTA.

Fuente: Autoría propia.

#### Discusión 4:

En la presente investigación para obtener la mayor RTA y determinar la dosis más adecuada, eficiente y permisible de acuerdo con los estándares de la norma del MINAM y la OMS se utilizaron las velocidades de agitación con MT de (50rpm y 100rpm). Al respecto, el autor Benites (2019), empleo con velocidades de agitación de (20rpm y 40rpm), así mismo, el autor Castillo y Silva (2018) utilizó velocidades de agitación de (20rpm, 40rpm, 60rpm y 80rpm), También, el autor Lozano (2018) utilizó velocidades de agitación de (40rpm, 50rpm y 100rpm), de la misma manera el autor Gaspar (2021) utilizó velocidades de agitación de (20rpm, 30rpm y 40rpm). Por otro lado, Los autores Sánchez y Quintero (2020) utilizaron velocidades de agitación de (50rpm, 100rpm y 200rpm) y finalmente, los autores Atupaña y Guacho (2019) utilizaron velocidades de agitación de (100rpm)

Por lo tanto; concuerdo con las velocidades de agitación (rpm) con los autores Lozano, Sánchez & Quintero y Atupaña & Guacho por ser de similar utilización, lográndose cumplir con el objetivo.

**Tabla 26.** Comparaciones de velocidades de agitación en rpm

Autores	Velocidades de agitación en rpm							
	20	30	40	50	60	80	100	200
Choquehuanca (2022)	-	-	-	X	-	-	X	-
Benites (2019)	X	-	X	-	-	-	-	-
Castillo y Silva (2018)	X	-	X	-	X	X	-	-
Lozano (2018)	-	-	X	X	-	-	X	-
Gaspar (2021)	X	X	X	-	-	-	-	-
Sánchez y Quintero (2020)	-	-	-	X	-	-	X	X
Atupaña y Guacho (2019)	-	-	-	-	-	-	X	-

## **VI. CONCLUSIONES**

### **Conclusión 1:**

Se concluye que el ECA-Inicial (T-0) es más de lo que proponen la OMS y el MINAM (NTU 5,00). Con la adición de MT la dosis (T-10) tiene una disminución significativa en relación con el ECA-Inicial, ya que cae por debajo del requisito de NTU, lo que resulta en una dosis adecuada. Los aumentos de las dosis (T-25) y (T-50) dan lugar a una disminución considerable en relación con el ECA-Inicial. Aunque se menciona que estos valores están por encima de lo permitido por la norma NTU.

### **Conclusión 2:**

Se establece que la adición de MT de (T-25 y T-50) para determinar la dosis adecuada no es recomendable porque los valores obtenidos son mayores a la NTU(5,00). Se concluye que con la adición de MT de (T-10) se logra una dosis adecuada y el valor está por debajo de lo requerido por NTU; todo se vio reflejado por el número de ensayos de laboratorio, que arrojaron los resultados más precisos.

### **Conclusión 3:**

Al examinar el grado de eficacia de la adición de MT, se determinó que la dosis de (T-10) era muy eficaz. A pesar de que su eficacia se reduce a medida que se aumenta la dosis (T-25), sigue siendo extremadamente eficaz. Por el contrario, la dosis (T-50) fue menos eficaz para eliminar la turbidez del agua. La conclusión es que las dosis modestas de MT hasta (T-10) son muy eficaces.

### **Conclusión 4:**

Teniendo en cuenta los índices de Willcomb para la caracterización del flóculo con una adición de (T-10)(8,00), se comprueba que ésta constituye una característica positiva, ya que el flóculo se deposita fácilmente pero no en su totalidad. Debido al gran tamaño del flóculo, la solución permanece clara a pesar de la adición de MT (T-25)(6,00) y (T-50)(4,00), pero precipita lentamente. Se concluye que la presencia de MT como aditivo natural tiene un efecto significativo en la turbidez del río San Gabán.

## **VII. RECOMENDACIONES**

### **Recomendación 1:**

Se recomienda que, después de pelar y trocear el mucílago de penca de tuna en cuadrados, se utilice el mucílago directamente en las muestras de agua turbia, ya que se necesita una menor cantidad de mucílago que en el proceso de cocción.

### **Recomendación 2:**

Se recomienda utilizar cantidades adecuadas (2.5, 5.0, 7.5, 10 y 12.5 mg/L) de mucílago de penca de tuna si se pretende contemplar un ECA adecuado, ya que se ha observado que cuando se añaden más cantidades de mucílago por litro de agua, ésta se vuelve bastante viscosa. Esto fue reflejado debido al número de ensayos realizados en el laboratorio brindando datos más exactos.

### **Recomendación 3:**

Se recomienda utilizar el equipo adecuado cuando se manipule la hoja de penca de tuna, ya que las mismas incluyen espinas y pueden ocasionar lesiones, así como cuando se recoja el agua, para evitar la contaminación de los especímenes.

### **Recomendación 4:**

Se recomienda que, para futuras investigaciones, se consideren otros aditivos naturales como la cabuya, el gigante y el waraco, ya que son plantas nacionales, sobre todo en el altiplano andino.

## REFERENCIAS

- (ANA), Autoridad Nacional del Agua. 2017. <https://snirh.ana.gob.pe/>. [En línea] Plan Nacional de Recursos Hídricos del Perú, 2017. [Citado el: 08 de Setiembre de 2022.] <https://snirh.ana.gob.pe/ObservatorioSNIRH/#>.
- ABRAJÁN VILLASEÑOR, Myrna Alicia. 2008. Efecto del método de extracción en las características químicas y físicas del mucílago del nopal (*Opuntia ficus-indica*) y estudio de su aplicación como recubrimiento comestible. Valencia - España : Universitat Politècnica de València - [Tesis doctoral no publicada]., 2008.
- Acidity changes and pH-buffering capacity of nopalitos (*Opuntia* spp.). CORRALES-GARCÍA, Joel, y otros. 2004. N° 2 - págs. 169-174, México: Postharvest Biology and Technology, 2004, Vol. 32.
- American Water Works Association. 1999. Filtración de precapa. USA: AWWA MANUAL - Copyright (C) - All Rights Reserved, 1999. pp. 1-2.
- Antioxidants into Nopal (*Opuntia Ficus-Indica*), Important Inhibitors of Free Radicals' Formation. CASTAÑEDA-ARRIAGA, Romina, y otros. 2021. N° 12 , México : Academic Editor: Stanley Omaye, 2021, Vol. 10. ISSN: 20763921.
- ARIAS GONZALES, José Luis. 2020. Métodos de Investigación Online (Herramientas digitales para recolectar datos). Arequipa, Perú : Arias Gonzales, José Luis - 1° Edición digital , 2020. ISBN: 978-612-00-5506-9.
- ARIAS GONZALES, José Luis. 2020. Proyecto de Tesis - Guía para la elaboración. Arequipa, Perú : Arias Gonzales, José Luis - 1° Edición digital, 2020. ISBN: 978-612-00-5416-1.
- ASTM INTERNATIONAL - Designation: D 2035 - 19. 2019. Standard Practice for Coagulation-Flocculation Jar Test of Water. USA : Licensed to Wendell Sawyer. ANSI order X\_103007., 2019.
- ATUPAÑA GUAMÁN, Freddy Geovanny y GUACHO QUIROZ, Jessica Alexandra. 2019. "DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL OPUNTIA FICUS-INDICA COMO BIOCOAGULANTE PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS SUPERFICIALES DEL RÍO BULUBULU". Guayaquil - Ecuador : Universidad

de Guayaquil Facultad de Ingeniería Química Carrera de Ingeniería Química  
- Trabajo de Titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Químico,  
2019.

Autoridad Nacional del Agua (ANA). 2021. [www.ana.gob.pe](http://www.ana.gob.pe). [En línea] abril de 2021. [Citado el: 08 de Setiembre de 2022.] <https://hdl.handle.net/20.500.12543/4791>.

BENITES CALDERÓN , Víctor Josué. 2019. "LA TUNA (*Opuntia ficus indica*) EN LA REDUCCIÓN DE LA TURBIDEZ DE LAS AGUAS DEL RÍO DE LURÍN - LURÍN". Villa el Salvador - Lima - Perú : UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR- [Trabajo de suficiencia profesional, Ingeniero Ambiental], 2019.

BERNAL TORRES, César Augusto. 2016. Metodología de la investigación. Colombia : PEARSON, 2016. ISBN: 978-958-699-309-8.

CÁCERES DURAN, Luis Gabriel y CASTIBLANCO MOLINA , Laura Ximena. 2020. EVALUACIÓN DE LA OPUNTIA FICUS INDICA (CACTUS) COMO COAGULANTE NATURAL PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA EMPRESA EMSERVILLA EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ. BOGOTÁ D.C : FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA FACULTAD DE INGENIERÍAS PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA, 2020.

Cactus stem (*Opuntia Ficus-Indica* Mill): anatomy, physiology and chemical composition with emphasis on its biofunctional properties. VENTURA-AGUILAR, Rosa Isela, y otros. 2017. N° 15 - págs. 5065-5073, México: Journal of the Science of Food and Agriculture, 2017, Vol. 97. ISSN: 00225142.

CAMACHO MEJÍA, Gerardo, y otros. 2018. DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE MUCILAGO DE NOPAL (*OPUNTIA FICUS-INDICA*) COMO COAGULANTE EN AGUA DE CHARCA. Guanajuato, México : PERMUSA S.C. "CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN", 2018. ISSN: 2448-6035.

CASTILLO VERGARA, Jhonatan Gerson y SILVA GIL, IBETH GIANELLA. 2018. Efecto del coagulante-floculante obtenido del cactus de nopal en la turbidez, DBO5 y sólidos totales del efluente de la empresa Casa Grande S.A. Trujillo -

- Perú : Repositorio Institucional UNITRU - [Tesis profesional, Ingeniero Ambiental], 2018.
- CAWST - Centre for affordable Water and Sanitation Technology. 2017. CAWST. [En línea] Natural Coagulants, 2017. [Citado el: 08 de Setiembre de 2022.] <https://www.hwts.info/products-technologies/cc936ef7/natural-coagulants/technical-information>.
- Chemical interaction in particle separation. STUMM, Werner. 1977. N°. 12, p. 1066-1070, USA: Environmental Science & Technology, 1977, Vol. Vol. 11.
- Composition and properties of Opuntia Ficus-Indica mucilage. TRACHTENBERG, Shlomo y MAYER, Alfred M. 1981. N° 12 págs. 2665-2668, Jerusalem, Israel : Phytochemistry, 1981, Vol. 20. 0031-9422/81/122665-04.
- CORDERO, Dr. Tulio. 2015. [iseptuc.blogspot.com](http://iseptuc.blogspot.com). Cuadro de operacionalización de las variables. [En línea] 24 de enero de 2015. [Citado el: 08 de Setiembre de 2022.] <https://iseptuc.blogspot.com/2015/01/cuadro-de-operacionalizacion-de-las.html>.
- DE VARGAS, Ing. Lidia. 2004. Tratamiento de agua para - Plantas de filtración rápida - Manual I: Teoría - Tomo I. Lima, Perú : © Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente - Organización Panamericana de la Salud, 2004.
- DIARIO LA REPÚBLICA . 2019. <https://larepublica.pe/>. [En línea] Puno: Se desata conflicto social en San Gabán por contaminación, 28 de mayo de 2019. [Citado el: 10 de Julio de 2022.] <https://larepublica.pe/sociedad/1244549-conflicto-social-paro-indefinido-acatan-pobladores-san-gaban-contaminacion-puno/>.
- División de Ciencias del Agua, UNESCO. 2017. The United Nations World Water Development Report. Colombella, Perugia, Italia: UN WATER, 2017. SC-2017/WS/1.
- DOMÍNGUEZ CANALES, , I.I.A. Viridiana Sugly Ibette;, y otros. 2011. Extracción y purificación de mucílago de NOPAL - INIFAP Zacatecas. Zacatecas, México : Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias - Centro de Investigación Regional del Norte-Centro Campo Experimental Zacatecas (Informativa N° 21), 2011.



- EDMONDS, W. Alex y D. KENNEDY, Thomas. 2017. An Applied Guide to Research Designs - Quantitative, Qualitative, and Mixed Methods. Los Angeles | London | New Delhi | Singapore | Washington DC | Melbourne: SAGE Publications, Inc.- Second Edition, 2017. ISBN: 9781483317274.
- El Nopal (*Opuntia ficus-indica*) como coagulante natural complementario en la clarificación de agua. CONTRERAS LOZANO, Karen Paola, y otros. 2015. N.º. 1 págs. 40-50, Colombia : Fundación Dialnet, 2015, Vols. Vol. 10,. ISSN-e 1909-0455.
- ESCUADERO SÁNCHEZ, Carlos Leonel y CORTEZ SUÁREZ, Liliana Alexandra. 2018. Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica. Machala - Ecuador: Editorial UTMACH, - 1º Edición 2018, 2018. ISBN: 978-9942-24-092-7.
- Extraction and characterization of mucilage in *Opuntia* spp. SEPÚLVEDA, E, y otros. 2007. N° 4 págs. 534-545, Santiago, Chile: ELSEVIER Journal of Arid Environments, 2007, Vol. V. 68.
- Extraction, purification, and characterization of the polysaccharides from *Opuntia milpa alta*. CAI, Weirong, GU, Xiaohong y TANG, Jian. 2008. N° 3 págs. 403-410, China: ELSERVIER Carbohydrate Polymers, 2008, Vol. V. 71.
- GASPAR CAHUANA, Florencia. 2021. Reducción de la turbidez de las aguas del río Shullcas, utilizando penca de Tuna y Sulfato de Aluminio en el proceso de coagulación para el tratamiento de agua potable. Lima - Perú : Universidad César Vallejo - Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Ambiental, 2021.
- GAVIRIA BEDOYA, Andrés y RUBIO-CLEMENTE, Ainhoa. 2020. EFECTO COAGULANTE Y FLOCULANTE DE LA *Opuntia ficus-Indica* EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS. Colombia : Objetivos del Desarrollo Sostenible: Esfuerzos en América Latina y el Caribe., 2020. ISBN 978-958-8628-66-0.
- Gerencia Regional Agraria la Libertad,. 2009. Manuel de Cultivo de Tuna (*Opuntia ficus indica*). La Libertad, Trujillo, Perú : Gerencia Regional Agraria La Libertad, 2009.

- GreenFacts (Facts on Health and the Environment. 2022. <https://www.greenfacts.org/>. [En línea] Definition of density, 05 de ABRIL de 2022. [Citado el: 03 de JUNIO de 2022.] <https://www.greenfacts.org/glossary/def/density.htm>.
- HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto y MENDOZA TORRES, Christian Paulina. 2018. Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México : McGRAW-Hill Interamericana Editores, S.A. de C. V., 2018. ISBN: 978-1-4562-6096-5.
- Isolation and structural characterization of protopectin from the skin of *Opuntia Ficus-Indica* prickly pear fruits. HABIBI, Youssef, MAHROUZ, MOSTAFA y M.R., Vignon. 2005. N° 2 - págs. 205-213, France: Carbohydrate Polymers, 2005, Vol. 60.
- LEAVY, Patricia. 2017. Quantitative, Qualitative, Mixed Methods, Arts-Based, and Community-Based Participatory Research Approaches. New York London: Research Design, 2017. ISBN 978-1-4625-1438-0.
- LENNTECH. 2022. Lenntech (European Head Office). [En línea] Coagulation-Flocculation - 2645 EG Delfgauw - Países Bajos, 2022. [Citado el: 08 de Setiembre de 2022.] <https://www.lenntech.com/library/coagulation-flocculation/coagulation-flocculation.htm>.
- LOZANO FLORIÁN, Lorena Lizeth. 2018. "Efecto en la disminución de la turbidez en el agua por floculantes de *Opuntia ficus-indica* (Tuna) con diferentes procesos de extracción en el río Chonta de Cajamarca, 2018". Cajamarca - Perú : UPAGU - Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo - [Tesis profesional, Ingeniero Ambiental y Prevención de Riesgos], 2018.
- MAZILLE, Félicien. 2003. SSWM University Course. [En línea] (Aquasis, cewas, international centre for water management services) - Coagulation-Flocculation, 2003. [Citado el: 08 de Setiembre de 2022.] <https://sswm.info/sswm-university-course/module-6-disaster-situations-planning-and-preparednes>.
- Natural Substances: Alternative for the Treatment of Magdalena River's Water in Palermo Colombia. E. AGUIRRE, Sonia, V. PIRANEQUE, Nelson y K. CRUZ,

Rosmery. 2018. N° 3 p. 59, Colombia : Technological information Scielo, 2018, Vol. Vol. 29. ISSN 0718-0764.

NIETO PALOMINO, Lucero Antuhane y TELLO PEREZ, Edna Florencia. 2019. Adobe estabilizado con mucílago de penca de tuna, resistentes al contacto con el agua para la construcción de viviendas populares empleados en la sierra del Perú. Lima, Perú : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019.

Opuntia spp mucilage's: a functional component with industrial perspectives. SÁENZ, Carmen, SEPÚLVEDA, Elena y MATSUHIRO, Betty. 2004. N° 3 págs, 275-290, Santiago - Chile : Journal of Arid Environments, 2004, Vol. 57.

PIMIENTA PRIETO, Julio Herminio y De la Orden Hoz, Arturo. 2017. + Competencia + Aprendizaje + Vida - Metodología de la Investigación. México : Pearson Educación de México, S.A. de C.V. 3° Edición, 2017. ISBN: 978-607-32-3933-2.

Propiedades físicas del mucílago de nopal. VARGAS-RODRÍGUEZ, Lorena, y otros. 2016. N° 1 págs. 8-11, Guanajuato, México : Acta Universitaria, 2016, Vol. 26. ISSN: 0188-6266.

RAMÍREZ QUIRÓZ, F. . 2022. LA COAGULACION - FLOCULACION EN EL PROCESO DE TRATAMIENTO. <http://www.elaguapotable.com/>. [En línea] El Agua Potable, 12 de agosto de 2022. [Citado el: 16 de Setiembre de 2022.] <http://www.elaguapotable.com/coagulacion-floculacion.htm>.

REMOVAL OF WATER TURBIDITY WITH NATURAL COAGULANTS OBTAINED FROM PEACH SEEDS (*Prunus persica*) AND AVOCADO (*Persea americana*). BARBARÁN-SILVA, Hellen, LÓPEZ-CHÁVEZ, Jhanny y CHICORUÍZ, Julio. 2017. Trujillo - Lima - Perú : SAGASTEGUIANA - Universidad Cesar Vallejo, 2017. ISSN 2309-5644.

Rheology and aggregation of cactus (*Opuntia Ficus-Indica*) mucilage in solution. CARDENAS, Adriana, HIGUERA-CIAPARA, I y GOYCOOLEA M, Francisco. 1997. págs. 152-159, s.l.: Journal of the Professional Association for cactus development, 1997, Vol. 2. <https://jpacd.net/jpacd/article/view/181>.

- ROJAS PAREDES, Laura. 2021. <https://www.biodiversidad.gob.mx/>. [En línea] Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 20 de mayo de 2021. [Citado el: 07 de Setiembre de 2022.] <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/nopales>.
- S. BORDENS, Kenneth y BARRINGTON ABBOTT, Bruce. 2018. Research Design and Methods A Process Approach. New York: McGraw-Hill Education - Tenth Edition, 2018. ISBN 978-1-259-84474-4.
- SÁENZ, Carmen, y otros. 2006. Utilización agroindustrial del nopal - BOLETÍN DE SERVICIOS AGRÍCOLAS DE LA FAO 162. Roma, Italia : Servicio de Tecnologías de Ingeniería Agrícola y Alimentaria (AGST) con la colaboración de la Red Internacional de Cooperación Técnica del Nopal (FAO-CACTUSNET), 2006. ISSN: 1020-4334 - ISBN: 92-5-305518-9.
- SÁNCHEZ SANCHEZ, Andrés Ricardo y SOTELO PINEDA, Diego Alexander. 2018. Influencia de la variación de la turbiedad en los coeficientes del modelo de San's para el cálculo del porcentaje de remoción de partículas floculentas. Bogotá D.C. : Universidad Católica de Colombia, Bogotá D.C. (Trabajo de Grado para optar el Título de Ingeniero Civil), 2018.
- SÁNCHEZ SANDOVAL, Paula Alejandra y QUINTERO MEDELLÍN, Paula Andrea. 2020. Análisis de la capacidad desinfectante y de remoción de turbidez de la tuna (*Opuntia Ficus-Indica*) en aguas del Río Teusacá en la vereda El Salitre, La Calera. Bogotá : Universidad Libre Facultad de Ingeniería Programa de Ingeniería Ambiental, 2020.
- SERVYECO. 2010. [www.servyeco.com](http://www.servyeco.com). [En línea] 2010. [Citado el: 08 de Setiembre de 2022.] <https://www.servyeco.com/en/synthetic-coagulants.html#:~:text=What%20are%20they%3F,by%20solid%2Dliquid%20separation%20processes..>
- Técnicas e instrumentos de recolección de datos. HERNÁNDEZ MENDOZA, Sandra Luz y DUANA AVILA, Danae. 2020. N° 17 págs. 51-53, México : Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA, 2020, Vol. 9. ISSN: 2007-4913.

- Uso del cactus *Opuntia soederstromiana* (Tuna) en la remoción de la turbidez del agua. COELLO-CEDEÑO, David. 2021. 120501, Loja - Ecuador : ResearchGate, 2021.
- VALDIVIA, Daniela. 2022. [www.concova.pe](http://www.concova.pe). [En línea] METALES PESADOS: COMUNIDADES AFECTADAS DE HUALGAYOC EXIGEN SEGUIMIENTO MÉDICO HACE MÁS DE DIEZ AÑOS, 27 de mayo de 2022. [Citado el: 05 de Julio de 2022.] <https://convoca.pe/agenda-propia/metales-pesados-comunidades-afectadas-de-hualgayoc-exigen-seguimiento-medico-hace-mas>.
- Validez y confiabilidad del instrumento determinante humano en la implementación del currículo de educación física. POSSO PACHECO, Richard Jacobo y LORENZO BERTHEAU, Edda. 2020. N° 3 págs. 205-223, Quito - Ecuador : Revista Eduacare- Segunda nueva Etapa 2.0, 2020, Vol. 24. ISSN: 2244-7296.
- Wastewater treatment of a milk industry with nopal mucilage (*Opuntia Ficus-Indica* [L.] Mill.). F. LISINTUÑA, Welington, F. CERDA, Edwin y A. GARCÍA, Mario. 2020. N° 2 pp. 52+, Cuba: University Press of the Republic of Cuba, 2020, Vol. Vol. 30. A642960687.

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Título: Evaluación de la penca de tuna como aditivo natural para remoción de la turbidez del agua del río San Gabán, Puno 2022					
Autora: Bach. Choquehuanca Luque, Luz Clarita					
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Independiente:</b> (Penca de tuna como aditivo natural)	Sáenz et al. (2004), es un carbohidrato complejo con gran capacidad de absorción de agua, debe ser considerado una fuente potencial de hidrocoloide industrial (p. 275).	Con el adicionamiento de mucílago de penca de tuna en las dosis de (+10 mg, +25mg y +50mg/L) se demostró la capacidad que tiene este material como influyente en la remoción de la turbidez del agua del río San Gabán, Puno. Clasificándose en tres dimensiones; extracción, mucílago y diseño de la mezcla que a su vez se subdividen en siete indicadores.	Extracción del recurso	Hoja de penca (unidad)	Razón / Intervalo
			Diseño de la mezcla	+0 (mg/L) +10 (mg/L) +25 (mg/L) +50 (mg/L)	
<b>Dependiente:</b> (Remoción de la turbidez del agua)	La turbidez la crean las partículas que forman sistemas coloidales que, debido a su tamaño, están en suspensión y perjudican en mayor o menor medida la transparencia del agua. La turbidez del agua se mide con un turbidímetro o nefelómetro. En general, se utilizan unidades nefelométrías de turbidez (NTU), (Vargas, 2004, p. 5).	Con los resultados obtenidos de los parámetros físicos, la dosificación y el grado de eficiencia de la adición de mucílago de penca de tuna se determinó la dosis adecuada para la remoción del agua del río San Gabán, Puno. Clasificándose en tres dimensiones y subdividiéndose en 3 indicadores.	Parámetros físicos	Turbidez (turbidímetro)	
			Dosificación	Dosis adecuada (Jar test.)	
			Grado de eficiencia	Eficiencia (modelos matemáticos)	

## Anexo 2. Matriz de consistencia

<b>Título:</b> Evaluación de la penca de tuna como aditivo natural para remoción de la turbidez del agua del río San Gabán, Puno 2022							
<b>Autora:</b> Bach. Choquehuanca Luque, Luz Clarita							
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS	MÉTODO
<b>PROBLEMA GENERAL:</b>	<b>OBJETIVO GENERAL:</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL:</b>	<b><u>Independiente:</u></b> (Penca de tuna como aditivo natural)	Extracción del recurso	Hola de penca	Unid/Molino	<b><u>Tipo de investigación:</u></b> Aplicada  <b><u>Enfoque de investigación:</u></b> Cuantitativo-Científico
¿Cómo influye la penca de tuna como aditivo natural en la remoción de la turbidez del agua del río San Gabán, Puno 2022?.	Evaluar la influencia de la penca de tuna como aditivo natural para la remoción de la turbidez del agua del río San Gabán, Puno 2022.	La penca de tuna como aditivo natural influye significativamente en disminuir la turbidez del agua del río San Gabán, Puno 2022.		Diseño de la mezcla	+0 (mg/L) +10 (mg/L) +25 (mg/L) +50 (mg/L)	Balanza	
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS:</b>	<b><u>Dependiente:</u></b> (Remoción de la turbidez del agua)	Parámetros físicos	Turbidez (turbidímetro)	Normas del Ministerio del Ambiente, SENAMHI, IGP, DS-004-17-MINAM (NTU), ISO 7027-2016.	<b><u>Diseño de investigación:</u></b> Experimental (puro)
¿Cuál es la relación de la remoción de la turbidez con el ECA del agua?.	Determinar la relación de la remoción de la turbidez con el ECA del agua.	La turbidez obtenida luego del procesamiento no excede el ECA del agua.					<b><u>Nivel de investigación:</u></b> Explicativo
¿Cuál es la dosis adecuada de penca de tuna para remover la turbidez del agua?.	Determinar la dosis adecuada de penca de tuna para remover la turbidez del agua.	La determinación de la dosis adecuada de penca de tuna para remover la turbidez del agua está en función de la cantidad de ensayos de laboratorio.					<b><u>Población:</u></b> Cuenca del río San Gabán
¿Cuán eficiente es la penca de tuna en la remoción de la turbidez del agua?.	Determinar la eficiencia de la penca de tuna en la remoción de la turbidez del agua.	La penca de tuna como aditivo natural es altamente eficiente en la remoción de la turbidez del agua.					<b><u>Muestra:</u></b> 28 muestras
							<b><u>Muestreo:</u></b> Intencional no probabilístico



### Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos

UNIVERSIDAD: CÉSAR VALLEJO  
 FACULTAD: INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
 ESCUELA: PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



#### FICHA DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“Evaluación de la penca de tuna como aditivo natural para remoción de la turbidez del agua del río San Gabán, Puno 2022”**

DATOS GENERALES:			
<b>AUTOR:</b> Bach. Luz Clarita Choquehuanca Luque		<b>ALTITUD:</b> 630 metros	
<b>UBICACIÓN:</b> San Gabán		<b>LATITUD:</b> 13° 26' 19" "S"	
<b>DISTRITO:</b> San Gabán		<b>LONGITUD:</b> 70° 24' 9" "O".	
<b>DEPARTAMENTO:</b> Puno		<b>FECHA:</b> Julio 2022	
TRABAJOS DE CAMPO DE LAS MUESTRAS DE AGUA			
SELECCIÓN DE LA MUESTRA		DESCRIPCIÓN	
Se recogieron las muestras de agua del río		Se realizo la extracción de muestra de agua del rio san gaban	
Se uso los EPPS (que tipos)		Gafas, Guantes, de látex, bata y tapabocas	
Que materiales/herramientas de apoyo se utilizo		Laptop, cámara, equipo prueba de jarras, materiales de muestreo y materiales de laboratorio	
Cuanta cantidad de agua se tomó como muestra		30 litro de agua	
Se tuvo cuidado en recojo de las muestras		Si, de acuerdo a la normativa del laboratorio para las muestras de turbidez	
PREPARACIÓN Y LICUADO DE LA PENCA DE TUNA			
DESCRIPCIÓN	SI	NO	CANTIDAD
Se recogieron las unidades de pencas	SI		05
Se limpiaron las espinas de las pencas	SI		05
Se almacenó de las pencas de tuna	SI		
Se lavaron las pencas de tuna	SI		
Se trozaron las pencas de tuna	SI		
Se licuaron las pencas de tuna	SI		
Se extrajo el material viscoso de la penca de tuna	SI		
ENSAYOS DE LABORATORIO			
DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN		
Que material se utilizó de instrumento de mezcla?	Prueba de Jarras, vaso precipitado de 1000 ml		
Cuántas muestras se realizaron en total y por qué?	28 muestras de acuerdo a la norma ASTM D 2035-19 (2019)		
Que dosificaciones se emplearon?	10mg, 25 mg y 50 mg		
Se trasegó y embalo las muestras?	Si, en los envases del laboratorio		
Se realizo el ensayo de viscosidad y densidad del MPT?	No, pero se tomó como referencia los autores Nieto y Tello (2019).		
Que ensayos se realizaron para determinar la turbidez?	Ensayo de turbidez, pH y temperatura		
OBSERVACIONES			

## Anexo 4. Validez del instrumento

UNIVERSIDAD: CÉSAR VALLEJO  
 FACULTAD: INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
 ESCUELA: PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



### FICHA DE VALIDEZ

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "Evaluación de la penca de tuna como aditivo natural para remoción de la turbidez del agua del río San Gabán, Puno 2022"

#### DATOS GENERALES:

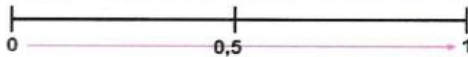
AUTOR: Luz Clarita Choquehuanca Luque  
 UBICACIÓN: San Gabán  
 DISTRITO: San Gabán  
 DEPARTAMENTO: Puno

ALTITUD: 630 metros  
 LATITUD: 13° 26' 19" "S"  
 LONGITUD: 70° 24' 9" "O".  
 FECHA:

#### EVALUACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS:

PORCENTAJE DE ADICIÓN DE MUCÍLAGO DE PENCA DE TUNA	EXPERTO 1	EXPERTO 2	EXPERTO 3
1 mg	0,75	1,00	0,50
25 mg	0,75	1,00	0,50
50 mg	0,50	1,00	0,50
Total	2,00	3,00	1,50

ENSAYO DE LABORATORIO (Remoción de la turbidez)	EXPERTO 1	EXPERTO 2	EXPERTO 3
ECA	0,50	0,75	1,00
Dosis adecuada	1,00	1,00	1,00
Eficiencia de la MPT	1,00	1,00	1,00
Influencia del MPT	0,75	0,50	1,00
Total	3,25	3,25	4,00



0,53 a menos	Validez nula
0,54 a 0,59	Validez baja
0,60 a 0,65	Válida
0,66 a 0,71	Muy Válida
0,72 a 0,99	Excelente Validez
1,0	Validez perfecta

RESULTADO DE LA VALIDEZ	
Excelente Validez	0,944

Fuente: Oseda (2011)

#### DATOS DE LOS EVALUADORES:

EXPERTO 1	
Apellidos:	Quayla Vizcarra
Nombres:	Milagros Amparo
Profesión:	Ingeniero Ambiental
CIP N°:	211523
Contacto:	

Milagros Amparo Quayla Vizcarra  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 C.Firma 211523

EXPERTO 2	
Apellidos:	Mamani Uscamayta Julio Cesar
Nombres:	
Profesión:	Biologo
CIP N°:	8654
Contacto:	979075692

中国水利电力对外有限公司  
 China Water & Electric Power Group  
  
 Julio C. Mamani Uscamayta  
 COORDINADOR AMBIENTAL  
 C.F. Firma 8654

EXPERTO 3	
Apellidos:	Villalobos Duran
Nombres:	Jhovanny Samuel
Profesión:	Ing. Ambiental
CIP N°:	279666
Contacto:	917 040 209

Firma

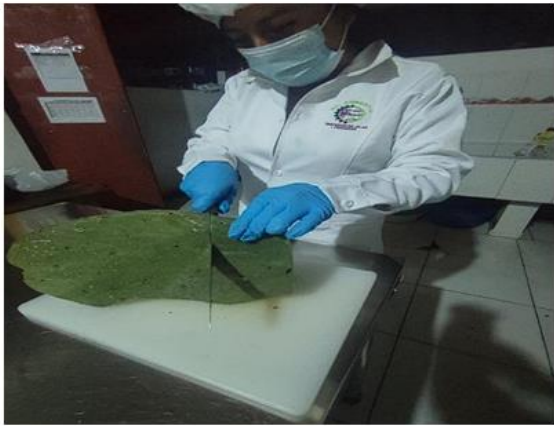
## Anexo 5. Panel fotográfico



**Figura 1.** Medición de la penca de tuna



**Figura 2.** Recojo de hoja de penca de tuna



**Figura 3.** Proceso de trozado de la hoja de penca de tuna



**Figura 4.** Licuado para extraer el mucilado de penca de tuna



**Figura 5.** Proceso de recojo de muestras del río San Gában, Puno



*Figura 6. Toma de temperatura del ECA-Inicial*



*Figura 7. Toma de temperatura del mucilago inicial*



*Figura 8. Medida de la hoja de penca (largo)*



*Figura 9. Medida de la hoja de penca (ancho)*



*Figura 10. Medida de la hoja de penca (altura)*



*Figura 11. Programación de velocidades de agitación*



*Figura 12. Agitación con 50 rpm*



*Figura 13. Mediciones de temperaturas*



*Figura 14. Agitación con 100 rpm*

## Anexo 6. Certificado de ensayo de laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 096



### INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-17077

N° Id.: 0000060754

#### I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL : CHOQUEHUANCA LUQUE LUZ CLARITA  
2.-DIRECCIÓN : SAN GABAN - CARABAYA - PUNO  
3.-PROYECTO : EVALUACION DE LA PENCA DE TUNA COMO ADITIVO NATURAL PARA LA REMOCION DE LA TURBIDEZ DEL AGUA DE RIO SAN GABAN  
4.-PROCEDENCIA : RIO SAN GABAN/ SAN GABAN - CARABAYA - PUNO  
5.-SOLICITANTE : CHOQUEHUANCA LUQUE LUZ CLARITA  
6.-ORDEN DE SERVICIO N° : OS-22-4914  
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : NO APLICA  
8.-MUESTREADO POR : EL CLIENTE  
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2022-10-07

#### II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO : Agua  
2.-NÚMERO DE MUESTRAS : 4  
2.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA : 2022-09-29  
3.-PERÍODO DE ENSAYO : 2022-09-29 al 2022-10-07

Liz Y. Quispe Quispe  
Jefe de Laboratorio  
CIP N° 211662

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

**SEDE PRINCIPAL**  
Av. Guardia Chalaca 1877,  
Bellavista, Callao P (+511)  
7175810 / Anexo 112 Cel.:  
940 598 572  
[www.Alab.com.pe](http://www.Alab.com.pe)

**SEDE AREQUIPA:**  
Mz. E Lt.9 COOP SIDSUR  
P (+073) 616843  
Cel.: 932646642  
[www.Alab.com.pe](http://www.Alab.com.pe)

**SEDE PIURA:**  
Calle Los Ébanos Mz G LT 17 Urb.  
Miraflores II Etapa - Ref. Costado  
del colegio San Ignacio de Loyola, P  
(+073) 542335 Cel.: 919 475 133  
[www.Alab.com.pe](http://www.Alab.com.pe)

Pág.1 de 3

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-17077**

N° Id.: 0000060754

**III. MÉTODOS Y REFERENCIAS**

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Turbidez <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B 23rd Ed. 2017	Turbidity. Nephelometric Method.

\*SMEWW\*: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

<sup>(1)</sup> Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-17077**

N° Id.: 0000060754

**IV. RESULTADOS**

ITEM	1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-22-51962	M-22-51963	M-22-51964	M-22-51965
CÓDIGO DEL CLIENTE:	T-0	T-0	T-0	T-0
COORDENADAS:	E:8495834	E:8495834	E:8495834	E:8495834
UTM WGS 84:	N:0342942	N:0342942	N:0342942	N:0342942
PRODUCTO:	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO:	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA			
FECHA y HORA DE MUESTREO :	28-09-2022 06:00	28-09-2022 06:00	28-09-2022 06:00	28-09-2022 06:00
<b>ENSAYO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>L.D.M.</b>	<b>L.C.M.</b>	<b>RESULTADOS</b>
Turbidez (*)	NTU	NA	0,01	303,00    257,00    291,00    307,00

(\*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, " $\leq$ " Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, " $\leq$ " Menor que el L.D.M.

**V. OBSERVACIONES**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"



**INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-17081**

N° Id.: 0000080758

**I. DATOS DEL SERVICIO**

1.-RAZON SOCIAL	: CHOQUEHUANCA LUQUE LUZ CLARITA
2.-DIRECCIÓN	: SAN GABAN - CARABAYA - PUNO
3.-PROYECTO	: EVALUACION DE LA PENCA DE TUNA COMO ADITIVO NATURAL PARA LA REMOCION DE LA TURBIDEZ DEL AGUA DEL RIO SAN GABAN
4.-PROCEDENCIA	: RIO SAN GABAN/ SAN GABAN - CARABAYA - PUNO
5.-SOLICITANTE	: CHOQUEHUANCA LUQUE LUZ CLARITA
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-22-4914
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2022-10-07

**II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO**

1.-PRODUCTO	: Agua
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 12
2.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2022-09-29
3.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2022-09-29 al 2022-10-07



Liz Y. Quispe Quispe  
Jefe de Laboratorio  
CIP N° 211662

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-17081**

N° Id.: 0000060758

**III. MÉTODOS Y REFERENCIAS**

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Turbidez <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B 23rd Ed. 2017	Turbidity. Nephelometric Method.

\*SMEWW\* : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

<sup>(1)</sup> Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA**SEDE PRINCIPAL**Av. Guardia Chalaca 1877,  
Bellavista, Callao P (+511)  
7175810 / Anexo 112 Cel.:  
940 598 572  
[www.Alab.com.pe](http://www.Alab.com.pe)**SEDE AREQUIPA:**Mz. E Lt.9 COOP SIDSUR  
P (+073) 616843  
Cel.: 932646642  
[www.Alab.com.pe](http://www.Alab.com.pe)**SEDE PIURA:**Calle Los Ébanos Mz G LT 17 Uro.  
Miraflores II Etapa - Ref. Costado  
del colegio San Ignacio de Loyola. P  
(+073) 542335 Cel.: 919 475 133  
[www.Alab.com.pe](http://www.Alab.com.pe)

Pág.2 de 5

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-17081**

N° Id.: 0000080758

**IV. RESULTADOS**

ITEM	1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-22-51982	M-22-51983	M-22-51984	M-22-51985
CÓDIGO DEL CLIENTE:	T50 - 10	T50 - 10	T50 - 10	T50 - 10
COORDENADAS:	E:8495834	E:8495834	E:8495834	E:8495834
UTM WGS 84:	N:0342942	N:0342942	N:0342942	N:0342942
PRODUCTO:	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO:	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA			
FECHA y HORA DE MUESTREO :	28-09-2022 08:00	28-09-2022 08:00	28-09-2022 08:00	28-09-2022 08:00
<b>ENSAYO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>L.D.M.</b>	<b>L.C.M.</b>	<b>RESULTADOS</b>
Turbidez (*)	NTU	NA	0,01	3,29      2,74      2,36      3,13

(\*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, \*<= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, \*<= Menor que el L.D.M.

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-17081**

N° Id.: 000060758

ITEM	5	6	7	8			
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-22-51988	M-22-51987	M-22-51988	M-22-51989			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	T50 - 25	T50 - 25	T50 - 25	T50 - 25			
COORDENADAS:	E:8495834	E:8495834	E:8495834	E:8495834			
UTM WGS 84:	N:0342942	N:0342942	N:0342942	N:0342942			
PRODUCTO:	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural			
SUB PRODUCTO:	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA						
FECHA y HORA DE MUESTREO :	28-09-2022 06:00	28-09-2022 06:00	28-09-2022 06:00	28-09-2022 06:00			
<b>ENSAYO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>L.D.M.</b>	<b>L.C.M.</b>	<b>RESULTADOS</b>			
Turbidez (*)	NTU	NA	0,01	5,99	5,80	6,17	5,86

(\*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, " $\leq$ " Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, " $\leq$ " Menor que el L.D.M.

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-17081**

N° Id.: 0000060758

ITEM	9	10	11	12
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-22-51990	M-22-51991	M-22-51992	M-22-51993
CÓDIGO DEL CLIENTE:	T50 - 50	T50 - 50	T50 - 50	T50 - 50
COORDENADAS:	E:8495834	E:8495834	E:8495834	E:8495834
UTM WGS 84:	N:0342942	N:0342942	N:0342942	N:0342942
PRODUCTO:	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO:	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA			
FECHA y HORA DE MUESTREO :	28-09-2022 06:00	28-09-2022 06:00	28-09-2022 06:00	28-09-2022 06:00
<b>ENSAYO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>L.D.M.</b>	<b>L.C.M.</b>	<b>RESULTADOS</b>
Turbidez (*)	NTU	NA	0,01	7,94      8,37      8,40      9,67

(\*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, " $\leq$ " Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, " $\leq$ " Menor que el L.D.M.

**V. OBSERVACIONES**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

## INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-17085

N° Id.: 0000060762

### I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: CHOQUEHUANCA LUQUE LUZ CLARITA
2.-DIRECCIÓN	: SAN GABAN - CARABAYA - PUNO
3.-PROYECTO	: EVALUACION DE LA PENCA DE LUNA CON ADITIVO NATURAL PARA LA REMOCION DE LA TURBIDEZ DEL AGUA DEL RIO SAN GABAN
4.-PROCEDENCIA	: RIO SAN GABAN / SAN GABAN - CARABAYA - PUNO
5.-SOLICITANTE	: CHOQUEHUANCA LUQUE LUZ CLARITA
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-22-4914
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2022-10-07

### II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: Agua
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 12
2.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2022-09-29
3.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2022-09-29 al 2022-10-07

Liz Y. Quispe Quispe  
Jefe de Laboratorio  
CIP N° 211662

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-17085**

N° Id.: 000080762

**III. MÉTODOS Y REFERENCIAS**

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Turbidez <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B 23rd Ed. 2017	Turbidity. Nephelometric Method.

\*SMEWW\*: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

<sup>(1)</sup> Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

**SEDE PRINCIPAL**

Av. Guardia Chalaca 1877,  
Bellavista, Callao P (+511)  
7175810 / Anexo 112 Cel.:  
940 598 572  
[www.Alab.com.pe](http://www.Alab.com.pe)

**SEDE AREQUIPA:**

Mz. E Lt.9 COOP SIDSUR  
P (+073) 616843  
Cel.: 932646642  
[www.Alab.com.pe](http://www.Alab.com.pe)

**SEDE PIURA:**

Calle Los Ébanos Mz G LT 17 Urb.  
Miraflores II Etapa - Ref. Costado  
del colegio San Ignacio de Loyola. P  
(+073) 542335 Cel.: 919 475 133  
[www.Alab.com.pe](http://www.Alab.com.pe)

Pág.2 de 5

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-17085**

N° Id.: 0000080762

**IV. RESULTADOS**

ITEM	1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-22-52002	M-22-52003	M-22-52004	M-22-52005
CÓDIGO DEL CLIENTE:	T100-10	T100-10	T100-10	T100-10
COORDENADAS:	E:0342942	E:0342942	E:0342942	E:0342942
UTM WGS 84:	N:8495834	N:8495834	N:8495834	N:8495834
PRODUCTO:	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO:	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA			
FECHA y HORA DE MUESTREO :	28-09-2022 06:00	28-09-2022 06:00	28-09-2022 06:00	28-09-2022 06:00
<b>ENSAYO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>L.D.M.</b>	<b>L.C.M.</b>	<b>RESULTADOS</b>
Turbidez (*)	NTU	NA	0,01	3,36      3,62      3,14      3,29

<sup>(\*)</sup> Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, " $\leq$ " Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, " $\leq$ " Menor que el L.D.M.

**SEDE PRINCIPAL**

Av. Guardia Chalaca 1877,  
Bellavista, Callao P (+511)  
7175810 / Anexo 112 Cel.:  
940 598 572  
[www.Alab.com.pe](http://www.Alab.com.pe)

**SEDE AREQUIPA:**

Mz. E Lt.9 COOP SIDSUR  
P (+073) 616843  
Cel.: 932646642  
[www.Alab.com.pe](http://www.Alab.com.pe)

**SEDE PIURA:**

Calle Los Ébanos Mz G Lt 17 Urb.  
Miraflores II Etapa - Rcf. Costado  
del colegio San Ignacio de Loyola. P  
(+073) 542335 Cel.: 919 475 133  
[www.Alab.com.pe](http://www.Alab.com.pe)



**INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-17085**

N° Id.: 0000060762

ITEM	5	6	7	8
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-22-52008	M-22-52007	M-22-52008	M-22-52008
CÓDIGO DEL CLIENTE:	T100-25	T100-25	T100-25	T100-25
COORDENADAS:	E:0342942	E:0342942	E:0342942	E:0342942
UTM WGS 84:	N:8495834	N:8495834	N:8495834	N:8495834
PRODUCTO:	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO:	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA			
FECHA y HORA DE MUESTREO :	28-09-2022 06:00	28-09-2022 06:00	28-09-2022 06:00	28-09-2022 06:00
<b>ENSAYO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>L.D.M.</b>	<b>L.C.M.</b>	<b>RESULTADOS</b>
Turbidez (*)	NTU	NA	0,01	6,67      6,22      7,14      5,85

<sup>(\*)</sup> Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, \*<= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, \*<= Menor que el L.D.M.

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-17085**

N° Id.: 0000060762

ITEM	9	10	11	12
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-22-52010	M-22-52011	M-22-52012	M-22-52013
CÓDIGO DEL CLIENTE:	T100-50	T100-50	T100-50	T100-50
COORDENADAS:	E:0342942	E:0342942	E:0342942	E:0342942
UTM WGS 84:	N:8495834	N:8495834	N:8495834	N:8495834
PRODUCTO:	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO:	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA			
FECHA y HORA DE MUESTREO :	28-09-2022 06:00	28-09-2022 06:00	28-09-2022 06:00	28-09-2022 06:00
<b>ENSAYO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>L.D.M.</b>	<b>L.C.M.</b>	<b>RESULTADOS</b>
Turbidez (*)	NTU	NA	0,01	12,10    13,80    12,50    10,60

<sup>(\*)</sup> Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, " $\leq$ " Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, " $\leq$ " Menor que el L.D.M.

**V. OBSERVACIONES**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

# Anexo 7. Acreditación del Laboratorio ALAB

# Certificado



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación al:

## ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.

**Laboratorio de Ensayo**

Prolongación Zaramilla, Mz D2 Lt 3, Asociación Daniel Alcides Carrión, distrito de Bellavista, provincia constitucional del Callao, departamento de Lima

Con base en la norma

**NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración**

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 26 de julio de 2019  
Fecha de Vencimiento: 25 de julio de 2023



---

ESTELA CONTRERAS JUGO  
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 0547-2019/INACAL-DA  
Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N°025-16/INACAL-DA  
Registro N° : LE-096

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y tabla de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web: [www.inacal.gob.pe/acreditacion/registro/acreditados](http://www.inacal.gob.pe/acreditacion/registro/acreditados) al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Co-operation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Múltiple con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01F-02M Ver. 02

Fecha de emisión: 24 de julio de 2019

DELAB-5  
DNC-Plan de avance de actualización



PERÚ

Ministerio  
de la Producción

Instituto Nacional de Calidad  
INACAL

Dirección de Acreditación

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

San Isidro, 20 de octubre de 2021.

**CÉDULA DE NOTIFICACIÓN N° 651-2021-INACAL/DA**

Señor

**Marco Antonio Valencia Huerta**

Representante Legal

**ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.**

Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista

Callao.-

Asunto : Otorgamiento de la Acreditación

Referencia : Expediente N° 0261-2020-DA

Cumpro con notificar lo siguiente: **VISTO** los resultados del proceso de Acreditación del:

- Laboratorio de calibración: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.
- Ubicado en: Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
- En su proceso de: Acreditación.

Y **CONSIDERANDO** que luego de la evaluación realizada, la entidad solicitante ha demostrado el cumplimiento de los criterios de acreditación establecidos en la NTP-ISO/IEC 17025:2017 y los documentos normativos de la Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad<sup>1</sup>; por tanto de conformidad con la aprobación del Comité Permanente de Acreditación que consta en el acta<sup>2</sup> de fecha 15 de octubre de 2021 se resuelve; **OTORGUESE** a **ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.**, la acreditación solicitada<sup>3</sup>, según lo dispuesto en el numeral 5.15 del Procedimiento General de Acreditación.

Al respecto **COMUNÍQUESE** lo siguiente:

- a. La acreditación de ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., tiene una vigencia de tres (03) años y se inicia a partir del 21 de octubre de 2021.
- b. El número de registro asignado a su organismo es el N° LC-052.
- c. Se remite un (01) ejemplar del Contrato de Acreditación N° 061-2021/INACAL-DA, por vía electrónica el cual deberá ser suscrito por el representante legal de la empresa.
- d. A fin de remitir el Certificado de Acreditación que evidencia la acreditación otorgada, debe devolver al INACAL-DA el ejemplar del contrato debidamente firmado<sup>4</sup>.

Lo que notifico a usted conforme a Ley.

Atentamente.



Firmado digitalmente por RODRIGUEZ ALEGRIA Alejandra FAU  
20600283015 soft  
Fecha: 2021-10-20 18:04:48  
Motivo: Soy el Autor del Documento

**ALEJANDRA RODRIGUEZ ALEGRÍA**

Directora

Dirección de Acreditación

ACR/PAR/MVS

Adj.: Informe Ejecutivo N° 346-2021-DA

<sup>1</sup> INACAL-DA

<sup>2</sup> Acuerdo N°11-CPA-23-2021



PERÚ

Ministerio  
de la Producción

Instituto Nacional de Calidad  
INACAL

Dirección de Acreditación

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

OFICIO N° 0017 -2021-INACAL/DA  
Pág. 2 de 2

4. Finalmente, para solicitar al INACAL-DA el reconocimiento de algún certificado de calibración, es necesario que se remita mediante mesa de partes virtual, una comunicación solicitando el reconocimiento de los certificados de calibración, los cuales deben estar adjuntos a dicha comunicación. Es preciso mencionar que en su comunicación de la referencia no se adjuntó ningún certificado de calibración para el reconocimiento solicitado.

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente,



Firmado digitalmente por RODRIGUEZ ALEGRIA  
Alejandra FAU 20600283015 soft  
Fecha: 2021/01/21 23:21:57-0500  
Motivo: Soy el Autor del Documento

**ALEJANDRA RODRÍGUEZ ALEGRÍA**  
Directora  
Dirección de Acreditación

ACR/PARMVS

Adj. Alcance acreditado de ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.

Pág. 2 de 2

Calle Las Camelias N° 817 - San Isidro, Lima 27 - Perú / Teléfono (511) 640 8820  
[www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)

**EL PERÚ PRIMERO**

**ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYO**

**ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.**

Ubicado en : Prolongación Zarumilla. Mz D2 Lt 3, Asociación Daniel Alcides Carrión, distrito de Bellavista, provincia constitucional del Callao, departamento de Lima

Proceso : Reducción

Expediente N° : 0065-2021-DA

Informe Ejecutivo N° : 0131-2021-DA

Vigencia de la Acreditación : Del 2019-07-26 al 2023-07-25

Acreditado con la Norma : NTP-ISO/IEC 17025:2017

Código de Registro : LE – 096

Fecha de Actualización : 2021-05-13<sup>1</sup>

Laboratorio : AMBIENTAL - AGUA  
Campo de Prueba : FÍSICOQUÍMICA (Incluye MUESTREO)

N°	Tipo Ensayo	Norma Referencia	Año	Título
1	ACEITES Y GRASAS	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23 rd Ed.	2017	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
				Producto(s):
				AGUA NATURAL
				AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
				AGUA RESIDUAL
				AGUA SALINA
2	ALCALINIDAD TOTAL, ALCALINIDAD POR CARBONATOS, ALCALINIDAD POR BICARBONATOS	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 23 rd Ed.	2017	Alkalinity. Titration Method
				Producto(s):
				AGUA NATURAL
				AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
				AGUA RESIDUAL
3	AMONIO AMONIACO, NITROGENO AMONIACAL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 D, 23 rd Ed.	2017	Nitrogen (Ammonia). Ammonia-Selective Electrode Method
				Producto(s):
				AGUA NATURAL

<sup>1</sup> Es responsabilidad del laboratorio la revisión del presente alcance. En caso existan observaciones a dicho alcance, el laboratorio deberá informarlo al INACAL, con el debido sustento, en un plazo no mayor a 05 días útiles (contados a partir de recibido el presente documento), cumplido éste plazo no se aceptarán observaciones.

## Anexo 8. Documento por el servicio de ensayos de laboratorios



Prolongación Zarumilla Mz D2 Lt3, Daniel Alcides Carrión, Colina Cdra. 7  
Bellavista - Callao  
Oficina: +511 713-0636 / +511 453-1389 Cel.: 940 598 588  
E-mail: ventas1@alab.com.pe / administracion@alab.com.pe  
www.alab.com.pe

RUC N° 20600651901

FACTURA ELECTRONICA

F001N°00018852

**Nombre o Razon Social:** CHOQUEHUANCA LUQUE, LUZ CLARITA  
**Dirección :** Av. Virreyes M C-4 Lote 25 PUNO-SAN ROMAN-JULIACA  
**R.U.C. :** 10722973653  
**Moneda :** SOLES  
**Vendedor :** KARINA VENTURA CARRILLO  
**Proforma :** P-22-8089-Ver1  
**O.S. :** OS-22-4914

**Fecha de Emisión :** 28/09/2022  
**Fecha de Vencimiento :** 28/09/2022  
**Condición de Pago :** CONTADO  
**O/Compra N° :** :  
**Contrato N° :** :  
**HES :** :

Banco	Moneda	N° Cuenta Corriente	Codigo Cuenta Interbancaria	Numero de Detraccion
Banco de Crédito del Perú	Soles	192-2350174-0-30	"00219200235017403034"	00-001-136380
Banco de Crédito del Perú	Dolares	192-2354413-1-58	"00219200235441315836"	
Banco BBVA Continental	Soles	0011-0467-0100005093-88 (Recaudadora: 14657)	011-467-000100005093-88	
Banco BBVA Continental	Dolares	0011-0467-0200182278-88	011-467-000200182278-88	

CANT.	UNIDAD	DESCRIPCION	P. UNIT.	TOTAL
1		SERVICIO DE ANALISIS DE AGUA NATURAL	470.00	470.00
<b>SON: QUINIENTOS CINCUENTA Y CUATRO CON 60/100 SOLES</b>				

Favor de enviar confirmación al E-mail:  
facturacion@alab.com.pe/cobranzas@alab.com.pe  
indicando razon social y número(s) de comprobantes(s) a cancelar.

<b>SUB - TOTAL</b>	S/	470.00
<b>IGV %</b>	S/	84.60
<b>TOTAL</b>	S/	554.60



Representación impresa de la Factura Electrónica, consulte en  
Autorizado mediante resolución N° 0180050003341/SUNAT

## Anexo 9. Otros tramites

"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

Puno, 27 de setiembre, 2022

Señor:

Dr. Walter Benigno Aparicio Aragón  
Decano: Facultad de Ingeniería Química  
Universidad Nacional del Altiplano - Puno



**REF: SOLICITUD, PERMISO PARA USO DE LABORATORIO DE QUÍMICA**

Reciba un agradable saludo a su persona y los mejores deseos de éxito en el trabajo que emprenda en apoyo de la carrera de Ingeniería Química.

Yo, Bach. Choquehuanca Luque, Luz Clarita identificada con DNI N° 72297365 estudiante del Taller de Tesis de la Universidad Cesar Vallejo (UCV) de la carrera profesional de Ingeniería Ambiental con código de estudiante N° 7002846860, solicito respetuosamente permiso para utilizar el laboratorio con el fin de realizar ensayos para mi actual proyecto de desarrollo de investigación titulado "Evaluación de la penca de tuna como aditivo natural para remoción de la turbidez del agua del río San Gabán, Puno 2022".

Cabe mencionar que los ensayos se llevarán a cabo en las fechas y horas especificadas por el coordinador del laboratorio. Los ensayos se llevarán a cabo bajo la supervisión y dirección del responsable del laboratorio, respetando todas las normas especificadas por el reglamento interno de la institución. Asimismo, se describiré las pruebas necesarias a realizar dentro de las instalaciones.

- Ensayo de densidad y viscosidad del mucílago de penca de tuna.
- Ensayo de pH del ECA-Inicial y con el adición del mucílago de penca de tuna en los porcentajes del +5mg/L, +10mg/L, +15mg/L y +20mg/L.
- Ensayo del color del agua.
- Ensayo de temperatura del ECA-Inicial y con el adición del mucílago de penca de tuna en los porcentajes del +5mg/L, +10mg/L, +15mg/L y +20mg/L.
- Ensayo de Jar-test (Jarras) mediante velocidad de agitación de 50 y 100 rpm.
- Ensayo de remoción de turbidez del agua con ECA-Inicial y con el adición del mucílago de penca de tuna en los porcentajes del +5mg/L, +10mg/L, +15mg/L y +20mg/L.
- Ensayo de coagulación-floculación mediante la sedimentación en tiempos controlados.

Por lo expuesto; es justicia que espero alcanzar y aprovecho esta oportunidad para expresar las muestras de mi especial consideración.

Muy cordialmente:

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Luz Clarita Choquehuanca Luque'.

Bach. Choquehuanca Luque, Luz Clarita  
D.N.I. N°. 72297365



"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

## CARTA DE COMPROMISO DEL USO DEL LABORATORIO

Puno, 27 de setiembre, 2022

**Señor:**

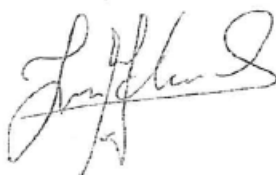
Dr. Walter Benigno Aparicio Aragón  
Decano: Facultad de Ingeniería Química  
Universidad Nacional del Altiplano - Puno

Yo, Bach. Choquehuanca Luque, Luz Clarita identificada con DNI N° 72297365 estudiante del Taller de Tesis de la Universidad Cesar Vallejo (UCV) de la carrera profesional de Ingeniería Ambiental con código de estudiante N° 7002846860.

Hago constar que me comprometo a cumplir el reglamento interno del uso de sus instalaciones del laboratorio y equipos, así como las disposiciones y órdenes pertinentes.

Como usuario, asumo toda la responsabilidad de los gastos ocasionados por el manejo o manipulación negligente o incompetente de los equipos o piezas a utilizar, así como la reposición de los materiales perdidos.

Muy cordialmente:



---

Bach. Choquehuanca Luque, Luz Clarita  
D.N.I. N°. 72297365

AÑO	MES	DÍA
22	09	27

# RECIBO

SOLES   
DOLARES

200.00

INGRESO   
EGRESO



Nº 007423

RECIBI DE: *Los Charite Chogubecua de su*

LA CANTIDAD DE: *7 200.00*

POR CONCEPTO DE: *Aso del laboratorio de control de calidad*

EFFECTIVO: \_\_\_\_\_  
CHEQUE N°: \_\_\_\_\_  
BANCO: \_\_\_\_\_

*[Handwritten Signature]*

FIRMA Y SELLO



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, GRIJALVA ARONI PERCY LUIS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "EVALUACIÓN DE PENCA DE TUNA COMO ADITIVO NATURAL PARA LA REMOCIÓN DE LA TURBIDEZ DEL AGUA DEL RÍO SAN GABÁN, PUNO", cuyo autor es CHOQUEHUANCA LUQUE LUZ CLARITA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 24.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 15 de Noviembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
GRIJALVA ARONI PERCY LUIS <b>DNI:</b> 46460354 <b>ORCID:</b> 0000-0002-2622-784X	Firmado electrónicamente por: PGRIJALDAAR el 15- 11-2022 12:41:12

Código documento Trilce: TRI - 0440741