

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Influencia de la penca de tuna en la calidad del
agua cruda de la PTAP Chen Chen - Moquegua
2021**

Bragian Fredd Coayla Llano
Jhonatan Jesus Peña Murillo

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Huancayo, 2022

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

AGRADECIMIENTO

Se quiere empezar agradeciendo a la Universidad Continental, ya que nos brindó las herramientas necesarias para cumplir nuestro objetivo profesional; de igual manera, a la asesora designada por la universidad, Mag. Blga. Verónica Nelly Canales Guerra, que compartió sus aptitudes y habilidades para el término de esta investigación. Agradecemos a nuestra familia por los consejos brindados, pese a los inconvenientes originados por la pandemia actual. Finalmente, agradecemos a la Blga. Leny Zheyla Begazo Carpio y al Ing. Hubert David Quispe Viza por guiarnos en el proceso experimental de nuestro estudio.

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a nuestra familia, en especial a nuestras madres, Gladys Rosario Murillo Velásquez y Lucia Llano Meléndez que, con su cariño y esfuerzo, nos brindaron su apoyo incondicional para lograr alcanzar nuestras metas, estamos eternamente agradecidos por los valores inculcados como el respeto, puntualidad y responsabilidad, de no rendirse pese a las adversidades que se presenten en el camino, porque todo es posible con la gracia de Dios el cual siempre estará con nosotros.

ÍNDICE

PORTADA	
AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO I:	9
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	9
1.1 Planteamiento del problema	9
1.2 Formulación del problema	9
1.2.1 Problema general.....	9
1.2.2 Problemas específicos	10
1.3 Objetivos	10
1.3.1 Objetivo general.....	10
1.3.2. Objetivos específicos	10
1.4 Justificación e importancia.....	10
1.5 Limitaciones de la presente investigación.....	11
1.6 Hipótesis.....	12
1.6.1. Hipótesis de investigación	12
1.6.2. Hipótesis nula.....	12
1.6.3. Hipótesis específica	12
1.7 Variables	12
1.7.1. Variable Independiente	12
1.7.2. Variable dependiente	12
CAPÍTULO II:	13
MARCO TEÓRICO	13
2.1 Antecedentes de la investigación	13
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	13
2.1.2 Antecedentes nacionales	16
2.1.3. Antecedentes locales.....	20

2.2 Bases teóricas	20
2.2.1 Taxonomía de Opuntia ficus – indica (L)Mill.,1768, tuna.....	20
2.2.2 Características principales de la tuna	21
2.2.3 Producción agrícola de Opuntia ficus-indica (L.) Mill., 1768 (tuna).....	21
2.2.3 La tuna como coagulante	22
2.2.4 Coagulación	23
2.2.5 Floculación.....	23
2.2.7 Agua.....	23
2.2.8 Tipos de agua	23
2.2.9 Captación de agua cruda de la PTAP.....	24
2.2.10 Parámetros físicos del agua.....	24
2.2.10.1 Turbidez.....	24
2.2.10.2 Conductividad eléctrica	25
2.2.10.3 Potencial de hidrogeno (pH)	25
2.2.11. Parámetros microbiológicos.....	25
2.2.11.1 Coliformes totales	25
2.2.11.2 Escherichia Coli.....	26
2.2.12 Estándares de calidad ambiental (ECA).....	26
2.2.13 Proceso de la PTAP Chen Chen de la EPS Moquegua S.A.	26
2.2.13.1 Captación	26
2.2.13.2 Edificio de cal	27
2.2.13.3 Desarenador	27
2.2.13.4 Sala de pre cloración.....	27
2.2.13.5 Tanque de pre cloración.....	27
2.2.13.6 Mezcla rápida:.....	27
2.2.13.7 Floculadores.....	28
2.2.13.8 Decantación	28
2.2.13.9 Filtración	28
2.2.13.10 Desinfección	28
2.2.13.11 Almacenamiento	28
2.2.13.12 Redes de distribución.....	29
2.2.14. Definición de términos básicos	29
CAPÍTULO III.....	31

METODOLOGÍA.....	31
3.1 Método, tipo o alcance de la investigación	31
3.1.1 Método	31
3.1.2 Tipo	31
3.1.3 Diseño de la investigación	31
3.2 Materiales y métodos	32
3.2.1 Población.....	33
3.2.2 Muestra.....	33
3.2.3. Obtención del coagulante de la penca de tuna	34
3.2.3.1 Ubicación.....	34
3.2.3.2 Procedimiento	34
3.2.4. Tratamiento del agua cruda.....	35
3.2.5. Toma de muestra para análisis fisicoquímico y microbiológico.....	36
3.2.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	37
3.2.6.1 Técnica para realizar el análisis fisicoquímico	37
3.2.6.2 Técnica para realizar el análisis microbiológico.....	37
CAPÍTULO IV	39
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información	39
4.1.1. Parámetros fisicoquímicos del agua.....	39
4.1.1.1. Turbidez.....	39
4.1.1.2. Conductividad eléctrica	41
4.1.1.3. pH.....	43
4.1.2. Parámetros microbiológicos del agua	45
4.1.2.1. Coliformes totales	45
4.1.2.2. Escherichia coli.....	47
4.2. Prueba de hipótesis.....	49
4.2.1. Hipótesis estadísticas	49
4.2.2. Regla de decisión	49
4.2.3. Decisión	50
4.3. Discusión de resultados.....	50
CAPITULO V	52
CONCLUSIONES	52
RECOMENDACIONES.....	53

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
ANEXOS.....	62

Índice de Tablas

Tabla 1. Producción agrícola de <i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill., 1768 2020 (25).....	22
Tabla 2. Método de ensayo de parámetros fisicoquímicos (45).....	37
Tabla 3. Método de ensayo de parámetros microbiológicos (46).	38
Tabla 4. Análisis de varianza para la variable turbidez.....	39
Tabla 5. Prueba de significación de LSD Fisher ($\alpha = 0,05$) para la variable turbidez.	40
Tabla 6. Análisis de varianza para la variable conductividad eléctrica.	41
Tabla 7. Prueba de significación de LSD Fisher ($\alpha = 0,05$) para la variable conductividad eléctrica.	42
Tabla 8. Análisis de varianza para la variable pH.....	43
Tabla 9. Prueba de significación de LSD Fisher ($\alpha = 0,05$) para la variable turbidez.	44
Tabla 10. Análisis de varianza para la variable coliformes totales.	45
Tabla 11. Prueba de significación de LSD Fisher ($\alpha = 0,05$) para la variable coliformes totales. 46	
Tabla 12. Análisis de varianza para la variable <i>Escherichia coli</i>	47
Tabla 13. Prueba de significación de LSD Fisher ($\alpha = 0,05$) para la variable <i>Escherichia coli</i> ... 48	

Índice de Figuras

Figura 1. Mapa de ubicación.....	32
Figura 2. Mapa de ubicación de la toma de muestra de agua cruda.	33
Figura 3. Ubicación de extracción de penca.	34
Figura 4. Equipo de prueba de jarras.	36
Figura 5. Toma de muestra para análisis fisicoquímico y microbiológico.	37
Figura 6. Medias obtenidas para la variable turbidez con respecto a la dosis de coagulante.	41
Figura 7. Medias obtenidas para la variable conductividad eléctrica con respecto a la dosis de coagulante.	43
Figura 8. Medias obtenidas para la variable pH con respecto a la dosis de coagulante.....	45
Figura 9. Medias obtenidas para la variable coliformes totales con respecto a la dosis de coagulante.	47
Figura 10. Medias obtenidas para la variable <i>Escherichia coli</i> con respecto a la dosis de coagulante.	49

Figura 11. Penca de tuna.....	88
Figura 12. Lavado de la penca de tuna.	88
Figura 13. Cortado y extracción del mucilago de la penca de tuna.	89
Figura 14. Deshidratación del mucilago a 60 °C por tres días.....	89
Figura 15. Mucilago deshidratado.	90
Figura 16. Trituración del mucilago deshidratado.	90
Figura 17. Tamizado del polvo del mucilago.	91
Figura 18. Dosis de 0.01g.	91
Figura 19. Dosis de 0.05g.	92
Figura 20. Dosis de 0.10g.	92
Figura 21. Dosis de 0.15g.	93
Figura 22. Dosis de 0.20g.	93
Figura 23. Rotulado de las dosis para el tratamiento de agua.....	94
Figura 24. Ingreso de la PTAP Chen Chen.....	94
Figura 25. Toma de muestra de agua cruda.	95
Figura 26. Programación en prueba de jarras de 250 RPM.	95
Figura 27. Programación en prueba de jarras de 48 RPM.	96
Figura 28. Programación en prueba de jarras de 26 RPM.	96
Figura 29. Programación en prueba de jarras de 13 RPM.	97
Figura 30. Tratamiento del agua cruda con el coagulante natural.	97
Figura 31. Formación de floccs.	98
Figura 32. Toma de muestra después del tratamiento para análisis fisicoquímicos y microbiológicos.	98
Figura 33. Almacenamiento de muestras para llevar al laboratorio.	99

RESUMEN

La finalidad de la presente investigación es determinar la eficiencia de la penca de tuna en la calidad del agua cruda de la PTAP Chen Chen, Moquegua 2021. Se empleó el método científico, de carácter hipotético-deductivo porque para mejorar la calidad del agua cruda es importante un sistema de coagulación-floculación lo cual permitirá agrupar elementos en suspensión que se encuentran en un cuerpo hídrico, creándose flocs y sedimentándose para lograr mejorar sus características fisicoquímicas y microbiológicas. El tratamiento consistió en tres repeticiones teniendo como resultado 18 muestras que se dividen en: muestra control, tratamiento 1 (0.01g), tratamiento 2 (0.05g), tratamiento 3 (0.10g), tratamiento 4 (0.15g), tratamiento 5 (0.20g). En conclusión, la investigación tuvo un efecto significativo en los parámetros fisicoquímico evaluados: reducción de turbidez de hasta el 29,02 % en el T2 (de 26,53 NTU a 18,83 NTU); igualmente, en el caso de conductividad eléctrica se encuentran tratamientos (T2, T1 y T3) que redujeron su conductividad; sin embargo, T4 y T5 lo incrementaron en relación al testigo; y en caso de la reacción de soluciones resultantes, se encontró un incremento del pH respecto al testigo. En cuanto a los agentes microbiológicos analizados del agua cruda no se tuvo incidencias estadísticas con la dosis aplicada, a pesar de ello, se aprecia una reducción poblacional en los tratamientos respecto al testigo.

Palabras clave: *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill., 1768, tratamiento, parámetros fisicoquímicos, agentes microbiológicos.

ABSTRACT

The purpose of the present investigation is to determine the efficiency of the prickly pear in the raw water quality of the Chen Chen PTAP, Moquegua 2021. The scientific method was used and in a hypothetical-deductive way, since to improve the quality of the water crude oil, a coagulation-flocculation system is important, which will allow elements in suspension that are found in a body of water to be grouped together, creating flocs and settling in order to improve their physicochemical and microbiological characteristics. The treatment consists of 3 repetitions, resulting in 18 samples that are divided into: control sample, treatment 1 (0.01g), treatment 2 (0.05g), treatment 3 (0.10g), treatment 4 (0.15g), treatment 5 (0.20g). In conclusion, the research had a significant effect on the physicochemical parameters evaluated: turbidity reduction of up to 29.02% in T2 (from 26.53 NTU to 18.83 NTU), also in the case of electrical conductivity we found treatments (T2, T1 and T3) that reduced their conductivity, however, T4 and T5 increased it in relation to the control; and in the case of the reaction of the resulting solutions, we found an increase in pH with respect to the control. Regarding the microbiological agents analyzed in the raw water, there were no statistical incidences with the applied dose, despite this, a population reduction in treatments compared to the control.

Keywords: *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill., 1768, PTAP, physicochemical parameters, microbiological agents.

INTRODUCCIÓN

El agua cruda es aquella que no ha recibido ninguna modificación en su composición; para su clarificación se viene utilizando coagulantes como el sulfato de aluminio y cloruro férrico.

La problemática de esta investigación es el uso de productos sintéticos que afectan el ambiente y arriesgan el bienestar del ser humano. El objetivo es analizar el efecto del extracto seco de cladodios de tuna en la calidad del agua cruda de la PTAP del C.P. Chen Chen, del distrito de Moquegua, con el fin de obtener una mejor calidad de agua; reduciendo los productos químicos (1). Los cladodios de tuna contienen un mucílago que forma una sustancia viscosa compuestos por polisacáridos (principalmente glucosa y galactosa) que, en conjunto con el agua, adquiere la capacidad de atrapar sólidos en suspensión (2).

Se realiza la toma de muestra al ingreso de la PTAP Chen Chen, teniendo en cuenta el manual de monitoreo de agua de la Sub Gerencia de Salud Ambiental (3). Las muestras son sometidas a la prueba de jarras; posteriormente son llevadas al laboratorio de la institución mencionada para su análisis. Por otro lado, se determina la eficiencia de la penca de tuna respecto a los parámetros fisicoquímicos (turbidez, conductividad eléctrica y ph) y microbiológicos (coliformes totales y *Escherichia coli*).

Este trabajo de investigación está estructurado en cinco capítulos: CAPITULO I: Planteamiento del estudio, CAPITULO II: Marco teórico, CAPITULO III: Metodología, CAPITULO IV: Resultados y Discusión, CAPITULO V: Conclusiones y Recomendaciones.

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento del problema

El agua cruda (aguas superficiales) es un recurso indispensable y escaso para el ser humano. En el Perú hay regiones que se ven en la necesidad de ingerir agua de una calidad cuestionable ya que en su recorrido está expuesta a distintos medios de contaminación de origen natural o antropogénico.

La humanidad requiere de agua en óptimas condiciones para cuidar su salud y esta se define contaminada cuando es alterada su composición física y química la cual no cumple los requerimientos necesarios para el uso en su forma natural, convirtiéndose en vía para adquirir enfermedades como el cólera, fiebre tifoidea, disentería y diarreas; siendo esta última, la causa fundamental de mortalidad en niños. El agua es, por lo tanto, un recurso indispensable para la alimentación, higiene y actividad, en general, que realiza el ser humano (4).

En la región Moquegua, para el tratamiento de aguas crudas, se viene utilizando químicos para su tratamiento; este tipo de uso puede provocar un incremento en las concentraciones del agua tratada lo cual podría generar enfermedades cancerígenas y neurodegenerativas a largo plazo (5).

Por esta problemática, se debe priorizar la incorporación de productos bio-naturales en la elaboración de coagulantes que no generen daño al ecosistema y sean de bajo costo. En pocas palabras, no deben modificar o alterar el ecosistema (6). Aquí radica la importancia de esta investigación, pretendiendo crear un coagulante de origen natural, elaborado de los cladodios de tuna, lo cual es óptimo para la clarificación del agua cruda.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es la influencia de la penca de tuna en la calidad del agua cruda de la PTAP Chen Chen, Moquegua 2021?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cuál es la influencia de la penca de tuna en los parámetros fisicoquímicos (turbidez, conductividad eléctrica, pH) del agua cruda de la PTAP Chen Chen, Moquegua 2021?

¿Cuál es la influencia de la penca de tuna en los parámetros microbiológicos (coliformes totales y Escherichia coli) del agua cruda de la PTAP Chen Chen, Moquegua 2021?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Determinar la influencia de la penca de tuna en la calidad del agua cruda de la PTAP Chen Chen, Moquegua 2021.

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar la influencia de la penca de tuna en los parámetros fisicoquímicos (turbidez, conductividad eléctrica, pH) del agua cruda de la PTAP Chen Chen, Moquegua 2021.

Determinar la influencia de la penca de tuna en los parámetros microbiológicos (coliformes totales y Escherichia coli) del agua cruda de la PTAP Chen Chen, Moquegua 2021.

1.4 Justificación e importancia

Se eligió la tuna como coagulante natural porque la materia prima que se obtuvo no origina daño alguno a la salud y a los ecosistemas. Asimismo, poco se ha hecho hasta el momento en Moquegua para estudiar con más detalles las propiedades presentes en dicha planta tropical. Lo primordial de este trabajo es establecer lineamientos para estimar que tan viable es la aplicación del coagulante natural en relación a los procedimientos del tratamiento mejorando sus condiciones fisicoquímicas y microbiológicas.

La implementación de esta alternativa tendrá un beneficio social, mejorando sus condiciones básicas en zonas rurales donde existe poco acceso a tecnologías convencionales para el tratamiento básico del agua (7).

Por último, se tuvo en cuenta que en investigaciones realizadas respecto al agua potable se han descubierto indicios de sustancias químicas, lo que demuestra que el control de esta sustancia no es el adecuado, por lo que se aborda un peligro potencial para el bienestar humano.

Justificación teórica

La penca de tuna es una especie cuya demanda de producción es significativa en la región Moquegua; sus propiedades coagulantes se obtiene del mucilago que se encuentra en el cladodio de la tuna, el cual está compuesto de carbohidratos, siendo estos los que permiten la clarificación del agua. Por ello teniendo en cuenta las propiedades coagulantes que presenta la penca de tuna, contribuyen a la parte teoría de la presente investigación para mejorar la calidad del agua cruda.

Justificación práctica

Esta investigación se desarrolla con la finalidad de mejorar la calidad del agua cruda que ingresa a la PTAP Chen Chen, empleando un bio coagulante extraído del cladodio de la tuna; los resultados de esta investigación determinarán su influencia en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

Justificación metodológica

La elaboración y aplicación del bio coagulante es una alternativa que ayudará a sustituir los coagulantes químicos, ya que dichos productos a largo plazo generan daños a la salud, una vez evidenciado su propiedad coagulante, permitirá el estudio en otros trabajos de investigación donde puedan abarcar parámetros acordes a la problemática de la zona de estudio.

1.5 Limitaciones de la presente investigación

Limitada información bibliográfica de estudios ejecutados en el distrito de Moquegua sobre la penca de tuna referente a la calidad del agua superficial.

En tiempo de pandemia se han cerrado muchos laboratorios y los pocos que hay son caros y de poca accesibilidad por lo tanto es un limitante ya que no se podrá analizar más parámetros.

Dificultad para el desplazamiento y llevado de las muestras por no contar con laboratorio con equipo de jarras en la misma zona de estudio.

1.6 Hipótesis

1.6.1. Hipótesis de investigación

La influencia de la penca de tuna en la calidad del agua cruda de la PTAP Chen Chen, Moquegua 2021 es significativa.

1.6.2. Hipótesis nula

La influencia de la penca de tuna en la calidad del agua cruda de la PTAP Chen Chen, Moquegua 2021 no es significativa.

1.6.3. Hipótesis específica

La influencia de la penca de tuna en los parámetros fisicoquímicos (turbidez, conductividad eléctrica, pH) del agua cruda de la PTAP Chen Chen, Moquegua 2021 es significativa.

La influencia de la penca de tuna en los parámetros microbiológicos (coliformes totales y Escherichia coli) del agua cruda de la PTAP Chen Chen, Moquegua 2021 es significativa.

1.7 Variables

1.7.1. Variable Independiente

Penca de tuna, del cual se obtiene un biocoagulante.

1.7.2. Variable dependiente

La calidad del agua cruda de la PTAP Chen Chen, se obtiene del canal Pasto Grande y el río Tumulaca.

Operacionalización de variables (ver anexo 2)

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Según (7) mediante un examen cuantitativo exploratorio, se puso a prueba un coagulante en polvo elaborado de **Opuntia ficus- indica (L.) Mill., 1768** para ver su eficiencia en la reducción de la turbiedad en aguas superficiales. Se debe tener en cuenta que para obtener el coagulante natural en polvo color marfil, los cladodios del nopal se deben someter a una alteración física; a una vez extraídos, primero se debe expulsar la piel que contiene espinas y de ahí se procede a cortar, secar, machacar y por último el tamizaje. Finalmente, se puede inferir que se logró el objetivo al reducir la turbidez del agua cruda significativamente empleando bajas porciones del coagulante en polvo; en cuanto a la prueba de jarras se observó que las agitaciones a revoluciones altas tienen una mayor supresión de impurezas, mientras que las revoluciones bajas permitieron la formación de flocs de mayor tamaño y compactos.

Según (8) la investigación tiene como objeto principal evidenciar la efectividad de un biocoagulante de **Opuntia ficus- indica (L.) Mill., 1768** en el procedimiento de purificación del río Bulubulu, siendo factible sustituir los insumos químicos tradicionalmente utilizados en la PTAP. Para producir el biocoagulante se realizó el siguiente procedimiento: separación, lavado, pelado, cortado, secado, molienda y tamizado. Se tomaron muestras de agua de acuerdo a la normativa vigente nacional, seguidamente se llevó las muestras tomadas al laboratorio para los respectivos análisis. Llegando a la conclusión que la efectividad del biocoagulante es significativa, el cual empezó con una turbiedad de 47,6 NTU, color 40 Pt/Cu y un pH 7.49 y después de la aplicación del biocoagulante se obtuvo una turbiedad final de 1,80 NTU, color 14 Pt/Cu y un pH 6,97, logrando disminuir el 96,21 % en turbidez y 65% en color.

Según (9) la fuente hídrica es primordial para la humanidad, flora y fauna siendo fundamental para el desarrollo sostenible de una localidad. Actualmente, 1.500 millones de residentes no disponen de agua tratada y aproximadamente el 50% de los habitantes de los países tercermundistas. Bolivia es un país privilegiado con un gran volumen de agua, sin embargo, hay una notable desigualdad respecto a la distribución y accesibilidad. Este estudio ofrece una alternativa convencional, mejorando la calidad del agua superficial. En la fase experimental se realizó la caracterización de la **Opuntia ficus-indica (L.) Mill., 1768** hallando su humedad, pH y el coeficiente de difusión de sólidos. Luego, utilizando métodos apropiados se obtiene el coagulante natural, verificando un rendimiento considerable. Se aplicó el biocoagulante y se determinó la influencia que presenta en aguas crudas en la ciudad de Achocalla. Para obtener la cantidad ideal del coagulante se llevó a cabo la prueba de jarras para el procesamiento de las muestras. Finalmente, se llevó a cabo el análisis físicoquímicos y microbiológicos de las muestras recogidas, pre y post tratamiento, para realizar un contraste de la efectividad entre el coagulante a base de penca de tuna con el sulfato de aluminio.

Además (10) el agua es una fuente vital para los organismos vivos en la tierra, teniendo en cuenta que no es renovable; la humanidad se ve forzada a utilizar métodos para su reutilización. Debido a que la coagulación y floculación son procesos para la clarificación del agua, se tuvo una mayor incidencia en la muestra inicial de los parámetros físicos (turbidez, sólidos totales y sólidos suspendidos); a pesar de ello, no mostró ningún cambio drástico en su composición química (sólidos disueltos, pH, conductividad eléctrica, cationes y aniones). En la investigación se realizó un contraste entre productos naturales y químicos, siendo el más requerido el sulfato de aluminio, el cual presenta un alto riesgo de contraer enfermedades cancerígenas. Se obtuvo un mejor resultado en los parámetros físicos utilizando el sulfato de aluminio a 25°C; no obstante, se observó rendimientos semejantes con la fécula de papa a 19°C, en cuanto a los indicadores químicos no hubo una alteración significativa. Finalmente, los parámetros analizados fueron comparados con la normativa vigente.

Según (11) en la potabilización del recurso hídrico se emplea el sulfato de aluminio para lograr desestabilizar las fuerzas repulsivas que presentan las partículas coloidales y sustancias orgánicas obteniendo una mejor calidad de agua. Las altas proporciones de aluminio residual en el agua tratada presentan incidencias en la salud de la población, siendo viable la elaboración de un biocoagulante para sustituirlo. Se determinó los beneficios que presenta la penca de tuna como coagulante y el sulfato de aluminio en la disminución de la turbidez en el agua del río Magdalena en Colombia. Al finalizar, se evidenció la efectividad que tiene la tuna como clarificador natural. En este caso el agua presenta una baja turbidez, las revoluciones por minuto tiene influencia en la clarificación, ya que por la alta agitación se logra aglomerar las partículas más dispersas mejorando la efectividad del proceso.

Según (12) la presente investigación tiene la finalidad de proponer nuevas alternativas para el tratamiento de agua en zonas rurales. Por lo dicho antes, el estudio presenta un capítulo experimental y un capítulo de análisis determinando la incorporación de un proceso de coagulación con tuna. En cuanto a la purificación del agua cruda existe una gran problemática por la aplicación de sustancias químicas sintéticas ya que estos generan un impacto perjudicial al bienestar humano. El hipoclorito de sodio es el desinfectante más empleado en la potabilización, siendo relacionado con una desagradable sensación al gusto y olfato, además su nula efectividad en organismos vivos como **Cryptosporidium parvum**. En cuanto a la purificación del agua se ha investigado nuevas alternativas con biocoagulantes, teniendo como premisa estimar el poder de coagulación de la **Opuntia ficus-indica (L.) Mill., 1768** en agua cruda y saber si se puede sustituir las sustancias químicas. En conclusión, la evaluación de resultados determino las dosis apropiadas del producto final del nopal como coagulante y desinfectante.

Según (13) para tratar el agua se realiza un proceso preliminar de clarificación, en el cual se añade un coagulante capaz de agrupar partículas en suspensión generando flocs, para posteriormente disgregarlas por filtración. Se investigan alternativas eco-amigables de procedencia orgánica remplazando a los agentes químicos, con el fin de calcular la eficiencia del mucílago obtenido de los cladodios de tuna como producto natural adicional al sulfato de aluminio, en la etapa de sedimentación de materiales en suspensión procedente

del Rio Magdalena. El tratamiento se realizó utilizando el test de jarras, considerando la cantidad del coagulante del 20% del mucilago de tuna y una velocidad de agitación de 200 rpm; para realizar el análisis fisicoquímico del agua tratada, teniendo como resultado una disminución de turbidez en rangos inferiores a 2 NTU, el color fue reducido en su totalidad y los sólidos totales disueltos alcanzaron una cantidad inferior a 200mg/L. El biocoagulante no tuvo incidencia en el pH y la C.E incrementó en determinados tratamientos por la aplicación del coagulante químico. Se puede concluir que el coagulante adicional al producto químico demostró su eficiencia en la clarificación del agua tratada.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Según (14) el estudio consiste en conseguir una mayor demanda de gel viscoso extraído de los cladodios de tuna, especificando sus características químicas y analizando su capacidad en la clarificación del agua. La turbidez inicial de 500 NTU y 1000 NTU y la cantidad del coagulante natural de 30 ppm y 50 ppm, se logró la mayor disminución de turbidez en un rango de 86 % a 88.9 %, con una turbiedad inicial de 1000 NTU. Finalmente, se puede inferir que la mejor manera de extracción del mucilago es, relación Agua-Penca con una temperatura de 60°C por 2 h; teniendo una relación directamente proporcional con los nutrientes que se encuentran en el cladodio y logrando la remoción de la turbidez requerida para el estudio.

Según (15) fue necesario poner a prueba la competencia del nopal como biocoagulante en la eliminación de turbiedad. Para lo cual, se completaron los exámenes del recurso hídrico proveniente del pueblo de Ferreñafe para decidir los límites de control físico, sintético y natural, seguidos por la utilización del biocoagulante en tres modalidades únicas corteza, gel y corteza con gel de tuna. En el tratamiento (T3) disminuyó la turbidez de 80 NTU a 30,29 NTU. El examen se terminó con la correlación de haber empleado el producto natural; dicha correlación adquirió la expulsión de turbiedad del 63%. De tal forma, se requiere implementar productos que no generen daño al ambiente y sean eficientes en el tratamiento siendo factible satisfacer las necesidades del ser humano.

Según (16) se busca encontrar la cantidad óptima del producto natural del nopal para clarificar el agua en el ingreso de la EPS Seda Juliaca S.A 2017. El método aplicado es experimental y transversal. El resultado de la programación del test de jarra fue de 200 rpm, tiempo de mezcla moderada de 40 min., teniendo los resultados se procede a ingresarlos en el software SPSS V22 para garantizar que los datos sean verídicos. Siendo la turbidez inicial 46,2 NTU y el valor final de 21.2 NTU utilizando una concentración de 10 mg/L, logrando apreciar una significativa clarificación en el cuerpo hídrico.

Según (17) la motivación detrás de la investigación fue decidir el impacto de la utilización de **Opuntia ficus-indica (L.) Mill., 1768** para lograr la reducir la pila microbiana del canal del distrito de Santa Rosa, Pallasca. Se utilizó una extensión de 350 ppm del floculante regular. El monitoreo se realizó en distintos lugares del canal, de 5 a 6 m en forma paralela del mismo. Se realizaron métodos compuestos y microbiológicos para su examen y lectura en la instalación de investigación, con procedimientos particulares en el tratamiento y observación del agua, según lo propuesto por la APHA. Se identificó que el floculante de 350 ppm logra un resultado favorable en la reducción de microorganismos, a pesar de ello no influye en la remoción de coliformes totales y coliformes fecales, en este sentido, el recurso hídrico representa un riesgo en el bienestar de los consumidores.

Según (18) propone llevar a cabo la aplicación de un coagulante a base de **Opuntia ficus-indica (L.) Mill., 1768** en la disminución de la turbidez y color del agua cruda en el proceso de potabilización logrando proporcionar un servicio óptimo, evitando posibles enfermedades en la población. El presente estudio propone la aplicación de la mucosidad del cladodio extraído del nopal, actuando como apoyo del compuesto de alumbre en la desestabilización del material coloidal, ya que es una especie numerosa en la ciudad de Chalhuanca, con fácil acceso al ciudadano. En el desarrollo empírico se identificó el desempeño que tiene el gel de nopal en la reducción de la turbidez y el color teniendo en cuenta el pH. La información recopilada en el laboratorio utilizando la prueba de jarras permitió comprobar que las mucosidades de los cladodios de la tuna contribuyen al compuesto de alumbre en el proceso de desestabilización coloidal. En conclusión, el informe final indica que los resultados se asemejan a la normativa vigente destinada al consumo humano.

Según (19) la disposición final de aguas residuales en condiciones precarias genera una problemática social y ambiental, para ello se desarrolla este proyecto, que tiene la finalidad de estimar la influencia del coagulante obtenido de los cladodios de tuna, en la purificación de aguas negras. Utilizando el test de jarras se agregó el coagulante natural a 3 tratamientos con distintas cantidades de 600, 700 y 800 mg/l, siendo su velocidad de agitación 100 rpm, después se redujo a 30 rpm, transcurrido el tiempo se dejó sedimentar por media hora, posteriormente se recolectó el agua tratada y se mandó para su análisis al laboratorio de salud pública. Los datos finales se constataron con la normativa vigente, de los cuales el potencial de hidrógeno y la temperatura están acorde con lo establecido; por otro lado, los coliformes termotolerantes no tuvieron un efecto de remoción de microorganismos ya que los análisis realizados no cumplen con los lineamientos requeridos. Se concluye que el procedimiento utilizado no es efectivo para una PTAR.

Además (20) el proyecto tiene como finalidad demostrar si el tratamiento convencional logra disminuir la turbiedad en la salida del rastro de Yerbateros el cual será destinada para actividades agrícolas; por lo tanto, se pretende minimizar los principales parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Posteriormente se adicionó diferentes cantidades del producto extraído del nopal para lograr la remoción de sólidos suspendidos causantes del oscurecimiento del agua. En consecuencia, se puede afirmar que la dosis de 10 g/L con una intensidad de homogenización de 140 RPM por 15 minutos es la más eficiente con un 96.6 % en la remoción sólidos suspendidos. Por otro lado, los parámetros microbiológicos, cumplen con los lineamientos de la normativa. Finalmente, se puede concluir que el proceso empleado logra mitigar los contaminantes vertidos de la zona de estudio.

Según (6) en la investigación se obtiene mucílago fresco mediante procesos unitarios como sustracción y escurrimiento. Este coagulante natural se empleó en el agua superficial del río Chonta de Cajamarca; para analizar su capacidad de remoción de materia coloidal. El análisis fue realizado en el laboratorio, con turbidez inicial de 55 NTU. Los parámetros a evaluar son la turbidez, pH, conductividad y encontrar la dosis idónea del coagulante. Los resultados indicaron que el mucílago fresco logro la disminución de los sólidos totales de 55 NTU a 10 NTU, teniendo una efectividad de clarificación de 82%.

Según (21) la investigación tiene como objetivo efectuar una evaluación comparativa del tratamiento de clarificación del agua empleando un coagulante químico y natural. Seguidamente se detalla el procedimiento utilizado en el laboratorio el cual comprende la aplicación del mucílago seco del nopal y el ECOPOL CS 600 para proceder con el análisis de la muestra tomada del río Río San Lucas de la zona Urubamba. Al aplicar el coagulante tradicional en el tratamiento se puede observar una disminución de la turbidez hasta los 10.3 NTU, aplicando una dosis de 8mg/600 ml a 60 RPM y el coagulante natural logró una clarificación de 3.34 NTU utilizando una dosis de 10 mg/600ml a 50 RPM, también se analizó el pH con un resultado de 7 y 8, lo cual es aceptable, logrando purificar los contaminantes residuales de manera eficiente, se concluye que la penca de tuna tiene un mayor efecto coagulante que el ECOPOL CS 600, mejorando las características física del agua.

Además, (22) la investigación se efectuó con la finalidad de conocer el efecto de la **Opuntia ficus-indica (L.) Mill., 1768** en el procedimiento de la turbiedad del agua pluvial, con el propósito de ser aprovechada por la población sin generar ningún riesgo a su salud. La parte experimental se realizó en 2 fases: la producción del biocoagulante y la efectividad del mismo. El agua y la tuna provienen de la parte alta del valle de Cañete. Se evidenció que de 1226.4g de gel de penca se consigue 79.6g de coagulante. En el tratamiento se aplicó las cantidades de 30 mg/l, 50mg/l o 90mg/l de del producto obtenido por 30 min. Los informes del laboratorio infieren que a mayor cantidad de coagulante se logra disminuir la presencia microbiológica en los indicadores de coliformes fecales, Escherichia coli y Stafilococcus.

Según (23) el estudio desarrollado consiste en emplear un proceso de tratamiento de aguas que serán utilizadas con fines agrícolas. Se evalúa el poder del coagulante obtenido del nopal; se pudo remover la turbidez del agua hasta 18.34 NTU, y un pH de 7.11, utilizando una concentración de 80 %, lo cual es propicio, y permite eliminar los microorganismos restantes en un proceso de filtración. Al emplear el sistema, se tuvo una disminución de microorganismos patógenos, teniendo una lectura inicial de coliformes fecales de 49,000 NMP/100 ml y coliformes totales de 30,000 NMP/100 ml, con un resultado de 2,500 NMP/100 ml y 3,700 NMP/100 ml. Respecto a la DQO y la DBO, se logró una significativa

disminución, de 159 mgO₂/l y 104 mgO₂/l, hasta 118 mgO₂/l y 39 mgO₂/l. Se determinó que la concentración ideal de sulfato de aluminio es de 1%, llegándose a reducir de 68 NTU a 0.10 NTU en cuanto a la turbidez.

2.1.3. Antecedentes locales

Según (24) el presente estudio determina el efecto que tiene la **Opuntia ficus-indica (L.) Mill., 1768** como biocoagulante en el mejoramiento de las características del recurso hídrico perteneciente a la parte baja del distrito de San Antonio. Se empleó un modelo experimental aleatorio, comparando tratamientos, de 3 repeticiones cada uno. Se recolectó en un recipiente de polietileno de 1 litro del agua a analizar. La ubicación del punto de muestreo pertenece al canal de Santa Rosa. Las pencas extraídas tienen un peso de aproximadamente 2410 g. Al retirar la corteza, la pulpa pesó aproximadamente 1510 g. Para el tratamiento se colocó y rotuló en bolsas las cantidades de 1 g., 0.70 g., 0.50 g., 0.15 g., 0.10 g. de coagulante que se utilizarán en los cinco tratamientos las cuáles serán puestas aleatoriamente en recipientes. Se puede concluir que la aplicación del biocoagulante presenta un impacto favorable en los parámetros de pH, O.D. y color, en cuanto a la turbidez los resultados no fueron favorables.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Taxonomía de Opuntia ficus – indica (L)Mill.,1768, tuna

Según (25) la clasificación de la tuna se debe a varios factores, uno de ellos son los fenotipos que presentan variabilidad en función de un determinado ambiente. La clasificación es la siguiente:

Reino: Plantae.

División: Magnoliophyta.

Clase: Magnoliopsida.

Orden: Caryophyllales.

Familia: Cactaceae.

Tribu: Opuntiae.

Género: Opuntia.

Especie: *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill., 1768

2.2.2 Características principales de la tuna

Es una especie cuya morfología le permite desarrollarse en diferentes nichos ecológicos. Tiene un tallo leñoso constituido por cladodios de fisonomía oblicua. Llega a crecer hasta 5 m de alto. Sus pencas tienen un ancho de 30 a 50 cm aproximadamente y un grosor de 2 cm con una coloración verde opaco. Puede presentar espinas frágiles con una tonalidad amarilla o blanca. Su flor es sensible y su fruto es una baya que tiene diferentes variedades: rojizo, anaranjado o amarillento. Su principal cualidad es que puede desarrollarse en suelos de bajos nutrientes y de poca humedad. Son mínimos los cuidados que necesita, pero ante la disminución de la temperatura se ven perjudicadas (15).

2.2.3 Producción agrícola de *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill., 1768 (tuna)

En el presente estudio se va utilizar la tuna del distrito de Moquegua, cuya especie no será depredada ya que hay una producción significativa anual (ver tabla 1).

REGIÓN / PROVINCIA / DISTRITO POLÍTICO	2020			
	SUP. COS. ha	RENDTO. Kg/ha	PRODUC. T	PRECIO S/. X kg
REGIÓN MOQUEGUA	478	5,625	2,688.90	1.75
PROV. MARISCAL NIETO	302	6,138	1,853.70	1.87
DIST. MOQUEGUA	10	6,666	66.7	1
DIST. SAMEGUA	4	5,800	23.2	1
DIST. TORATA	16	5,747	92	1.23
DIST. CARUMAS	6	5,498	33	1.24
DIST. CUCHUMBAYA	13	5,292	68.8	1.21
DIST. SAN CRISTOBAL	253	6,206	1,570.10	2
PROV. GRAL. SANCHEZ CERRO	176	4,745	835.2	1.49
DIST. OMATE	23	5,453	125.4	1.21
DIST. COALAQUE	12	5,243	62.9	1.06
DIST. QUINISTAQUILLAS	12	3,533	42.4	1
DIST. PUQUINA	3	4,700	14.1	1.5
DIST. LA CAPILLA	3	3,937	11.8	1.5
DIST. UBINAS	32	4,631	148.2	1.48
DIST. MATALAQUE	20	4,664	93.3	1.53
DIST. CHOJATA	8	4,700	37.6	1.66
DIST. LLOQUE	40	4,740	189.6	1.83
DIST. YUNGA	23	4,778	109.9	1.56

Tabla 1. Producción agrícola de *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill., 1768 2020 (26).

2.2.3 La tuna como coagulante

El poder coagulante de la tuna se obtiene del mucilago que se encuentra en el cladodio de la tuna, el cual posee una gran cantidad de carbohidratos; su cualidad principal es absorber agua y es considerado una fuente industrial de hidrocoloides; contiene L-arabinosa, D-galactosa, L-ramnosa, D-xilosa y ácido galacturónico en cantidades que cambian de acuerdo a la manipulación del cultivo, temperatura y humedad. Esta variedad suele ser la más estudiada por presentar un alto desempeño en la clarificación del agua (27).

2.2.4 Coagulación

La coagulación se da a partir de la desestabilización química de las capas eléctricas que cubren las partículas de bajo diámetro, la cual se origina al contrarrestar la resistencia que los tiene divididos. Claramente su propósito es agrupar los sólidos totales disueltos para la formación de flocs que no sean difíciles de sedimentar y disminuir la cantidad de sólidos suspendidos, por consiguiente, aumenta el nivel de transparencia del agua (28).

2.2.5 Flocculación

Es un sistema que hace posible la unión de partículas inestables primero en diminutos gránulos, y posteriormente en aglomerados llamados flóculos (28).

2.2.7 Agua

El agua está representada en diversos estados, en su forma líquida recorren cuencas hidrográficas que desembocan en el océano. De forma sólida está presente en temperaturas inferiores a 0 °C como glaciares. Finalmente, su estado gaseoso se origina por la evaporación del ciclo hidrológico y la podemos hallar en la atmosfera (29).

2.2.8 Tipos de agua

Se encuentran diferentes categorías de agua con distintos componentes químicos, físicos y biológicos tales como:

- Agua cruda: agua sin tratamiento previo que se encuentra en ríos, lagos, humedales y reservas naturales.
- Agua Potable: es aquella que recibe un tratamiento y puede ser consumida por la población.
- Agua Dulce: está distribuida naturalmente en la superficie de la tierra como lagos, ríos, glaciares y bajo la superficie los acuíferos.

- Salada: es un tipo de agua que tiene presencia de compuestos inorgánicos disueltos que se pueden encontrar en océanos y mares.

(29).

2.2.9 Captación de agua cruda de la PTAP

La principal fuente de captación para realizar el presente trabajo de investigación es el canal Pasto Grande, con aguas provenientes de la Presa Pasto Grande. También cuenta con una captación alterna en el río Tumilaca la cual se origina por la unión de los ríos Coscori y Capillune (30).

2.2.10 Parámetros físicos del agua

El agua tiene ciertas propiedades físicas que definen las características del agua las cuales son percibidas por la vista, olfato y gusto, teniendo un impacto directo en la apariencia del agua (31).

2.2.10.1 Turbidez

Se origina por partículas coloidales y material suspendido en el agua, que pueden ser orgánicas e inorgánicas.

Es un indicador de la calidad del agua lo cual facilita la verificación de la eficiencia del sistema de filtración determinando la existencia de microorganismos que pueden causar enfermedades.

Los sólidos suspendidos en los cuerpos de agua absorben la luz, oscureciendo el agua. Esto se llama turbidez (32).

2.2.10.2 Conductividad eléctrica

Es un parámetro numérico con la capacidad de conducir electricidad en una sustancia en sus diferentes estados de agregación, dependiendo de varios factores como la presencia del flujo y número de electrones, desplazamiento y la agrupación de los iones, teniendo en cuenta el nivel de temperatura.

El agua tratada posee una baja conducción de electricidad, por esta razón medir este parámetro nos indica los sólidos disueltos en ella.

La C.E hace referencia de las sales presentes en agua, aumentando su propiedad de trasladar corriente eléctrica, capacidad que permite realizar la medición in situ o en laboratorio, con una unidad de medida en micro Siemens/l ($\mu\text{S/l}$) (32).

2.2.10.3 Potencial de hidrogeno (pH)

Es un parámetro que se encarga de medir la acidez o alcalinidad en las sustancias, basado en la cantidad de iones hidrogeno. Se puede medir en el rango de 0 a 14, las lecturas de pH por debajo de 7 pertenecen a una solución ácida, donde el valor 7 quiere decir que corresponde a una solución neutra y si la medida es mayor a 7 es básica (32).

2.2.11. Parámetros microbiológicos

Los parámetros microbiológicos son indicadores de la calidad del agua que están ligados a la presencia de ciertas bacterias y microorganismos patógenos (33).

2.2.11.1 Coliformes totales

Se encuentra en el medio ambiente como por ejemplo en aguas con altos nutrientes, suelos, vegetales en descomposición y en las heces (32).

2.2.11.2 Escherichia Coli

Es un parámetro microbiológico que determina la existencia de la bacteria **Escherichia coli** que se encuentra en las heces de origen humano y animal, también la podemos encontrar en el agua y suelos que han sido contaminados (32).

2.2.12 Estándares de calidad ambiental (ECA)

El Estándar de Calidad Ambiental son una de las herramientas de gestión ambiental para estimar la situación en que se encuentra la calidad del ambiente en el país. En el Perú se cuenta con cinco tipos de normas de calidad ambiental relacionadas con Agua, Aire, Suelo, Ruido y Radiaciones No Ionizantes (34).

2.2.13 Proceso de la PTAP Chen Chen de la EPS Moquegua S.A.

Según (35) es una infraestructura que cuenta con una capacidad instalada en la primera etapa de tratar 250 l/s; con proyección de ampliar en la segunda etapa para tratar 500 l/s. Planta convencional de tecnología Cepis, consta de las siguientes unidades:

- Pre oxidación
- Mezcla rápida
- Floculador de flujo horizontal
- Decantador ascendente de placas
- Filtros rápidos de arena
- Cámara de contacto de desinfección
- Reservorio de cabecera de 4000 m³

Los diferentes procesos realizados para la potabilización del agua se describen a continuación:

2.2.13.1 Captación

Se capta agua proveniente de la represa pasto grande y de la fuente del río Tumulaca (35).

2.2.13.2 Edificio de cal

Preparación y adición de sustancias químicas para incrementar pH y remoción de turbidez alta (35).

2.2.13.3 Desarenador

Es una estructura diseñada para separar arena, arenilla, piedra y otros objetos grandes (35).

2.2.13.4 Sala de pre cloración

Es un proceso en el cual se dosifica el cloro gas, para suministrarlo en el agua que sale del desarenador (35).

2.2.13.5 Tanque de pre cloración

Diseñado para la oxidación de metales pesados, químicos inorgánicos y microbiológicos, es necesario para agua superficiales para oxidar metales insolubles logrando bajar su nivel de concentración (35).

2.2.13.6 Mezcla rápida:

Etapa donde se agrega y se mezcla los coagulantes con el agua para la formación de flocs o aglutinación de sólidos en suspensión (35).

2.2.13.7 Floculadores

Consta de tres unidades, tiene como fin la desestabilización de los sólidos en suspensión carga orgánica del agua superficial con el coagulante; permite la formación de pequeños grumos llamados flocs, con el incremento de los mismo en peso y volumen (35).

2.2.13.8 Decantación

Consta de cuatro unidades o módulos, tiene como fin la separación de sólidos desestabilizados (en la parte baja del módulo) la separación del agua clarificada en la parte superior las unidades son decantadores de polacas inclinadas que permite una mayor tasa de rendimiento en la clarificación del agua (35).

2.2.13.9 Filtración

Consta de seis unidades, tiene como fin realizar la etapa de afinamiento o tratamiento final; permite eliminar todos los sólidos más pequeños, quedando aun el agua más clara y limpia (35).

2.2.13.10 Desinfección

Para poder realizar la desinfección se adiciona cloro gas en una dosis aproximada de 1.5 mg/l en una cámara de contacto, donde se tiene una permanencia de 15 min del agua tratada para una adecuada desinfección de las bacterias que causan enfermedades (35).

2.2.13.11 Almacenamiento

El agua tratada se almacena en un reservorio para su posterior distribución a toda la ciudad (35).

2.2.13.12 Redes de distribución

Luego de todo este trabajo finalmente tenemos agua potable en nuestros hogares (35).

2.2.14. Definición de términos básicos

a. PTAP:

Es una estructura donde se lleva a cabo la potabilización del agua, constituido por lineamientos que mejorarán su composición fisicoquímica y microbiológica del agua superficial, haciéndola idónea para el consumo humano (36).

b. Sulfato de aluminio

Es una sal de color blanco cuya fórmula es $Al_2(SO_4)_3$, la cual es empleada generalmente en la clarificación del agua superficial porque actúa como agente coagulante y floculante por sus propiedades fisicoquímicas (37).

c. Cloruro férrico

Producto químico de fórmula $FeCl_3$ que cuenta con múltiples usos industriales. Sin embargo, la mayor parte del cloruro férrico es empleado en el proceso convencional de aguas residuales o de consumo humano puesto que es un extraordinario agente floculante (37).

d. Enfermedad diarreica

Es un padecimiento que involucra directamente al sistema digestivo de los humanos, ocasionando deposiciones involuntarias, estas son aguadas o líquidas; se presenta en ocasiones con mucosidad o sangrado, esto depende del nivel de infección que presente. Los principales síntomas son fiebre, dolor estomacal o vómitos, y en caso de no ser controladas su debido a tiempo se corre el riesgo de deshidratación acentuada (4).

e. Toxicidad

Se entiende como capacidad peculiar de un producto químico de generar alteración negativa en los organismos vivos. Creando deterioro funcional, daño patológico que inciden en el funcionamiento del organismo y reducción de la capacidad de respuesta a factores de riesgo o estrés (4).

e. Cladodios

Conocido también como penca, cuyas dimensiones son aproximadamente de 30 a 60cm. de largo x 20 a 40cm de ancho y de 2 a 3cm de espesor recubierta. Sus ramas son de color verde opaco con areolas que contienen espinas amarillas. Su función es transforman la luz solar en energía mediante la fotosíntesis (39).

f. Calidad de agua

Al hablar de calidad de agua, se entiende que ésta debe reunir ciertas condiciones físicas, químicas y microbiológicas (38). Cabe resaltar que se debe cumplir con lo establecido en la normativa nacional con el compromiso de proteger la salud del ser humano (40).

i. Contaminación del agua

Es la modificación de su composición física, química y biológica cuyas causas principales de contaminación son la disposición final de residuos sólidos en los cuerpos de agua, efluentes de las aguas residuales de origen urbano e industrial; sin un pre-tratamiento antes de ser vertidas, la aglomeración de productos químicos en el suelo, en tiempos de avenida por medio de la infiltración estaría afectando al agua subterránea (41).

j. Tratamiento de agua

Es el conjunto de operaciones y procesos que se realizan sobre el agua superficial con el objetivo de mejorar sus características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas, para lograr su potabilización de acuerdo a la normativa vigente (42).

k. Prueba de jarras

Es utilizada para hallar la dosis óptima de coagulante en un proceso de tratamiento de agua, constituida por tres fases que son mezcla rápida, mezcla lenta y sedimentación (43).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Método, tipo o alcance de la investigación

3.1.1 Método

El método general es comprendido por el método científico y modo hipotético-deductivo (44). Con esta investigación se pretende probar la importancia de la coagulación y floculación empleando un biocoagulante para mejorar las características del agua cruda que ingresa a la PTAP Chen Chen, lo cual permitirá agrupar elementos en suspensión que se encuentran en un cuerpo hídrico, creándose flocs y sedimentándose para lograr mejorar sus características fisicoquímicas y microbiológicas.

3.1.2 Tipo

La investigación es aplicada y con un enfoque cuantitativo pues se analizarán datos numéricos las variables estudiadas y tiene un alcance descriptivo-explicativo (44), pues se quiere probar la influencia de distintas cantidades de tuna en la calidad del agua del ingreso a la PTAP Chen Chen.

3.1.3 Diseño de la investigación

El diseño es experimental (44); se tratará de explicar la influencia de la penca de la tuna en la calidad del agua, se controla la variable independiente y se analiza la relación de causa y efecto entre las variables, de acuerdo al siguiente modelo.

G1: O1 X O2

- G1: La muestra tratada
- O1: Observación de la variable antes del tratamiento.
- X: La aplicación del tratamiento.
- O2: Observación de la variable después del tratamiento.

3.2 Materiales y métodos

La investigación se realizó en el ingreso de la planta de tratamiento de agua potable Chen Chen (ver figura 1) que se encuentra ubicada en el departamento de Moquegua, provincia Mariscal Nieto, distrito Moquegua del Centro Poblado Chen Chen en la calle Pasto Grande S/N.

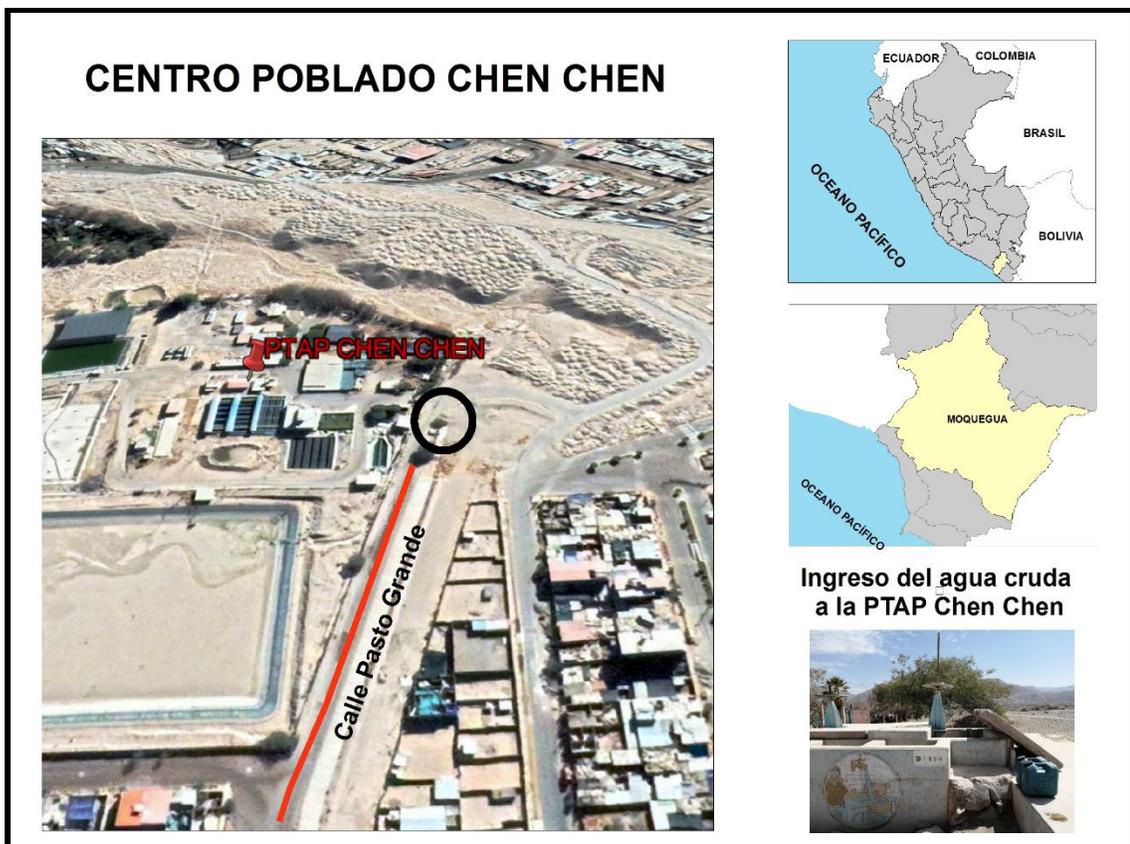


Figura 1. Mapa de ubicación

3.2.1 Población

Es la fuente hídrica que percibe la PTAP Chen Chen la cual es obtenida del Proyecto Regional Pasto Grande (PRPG) que está ubicado en la jurisdicción del distrito de Carumas, provincia Mariscal Nieto, en el departamento de Moquegua, con una altitud de 4250 m.s.n.m. y del río Tumilaca (29), la cual se forma con la reunión de los ríos Coscori y Capillune (45).

3.2.2 Muestra

La muestra se obtiene de manera no probabilística por conveniencia al ingreso de la PTAP Chen Chen cuyas coordenadas UTM son 295709.30 E y 8097771.20 S. Para ello se utilizó una escalera ya que el acceso tiene una profundidad de 2 m aproximadamente. Para la muestra control se utilizó frascos de vidrio borosilicato de 500 mL, autoclavado en el laboratorio. Al realizar la toma de muestra, se debe utilizar guantes estériles para desatar el pabito que asegura el papel kraft, retirando la tapa del recipiente de vidrio, evitando el contacto interno de los mismos, seguidamente se lleva acabo el muestreo procurando evitar cualquier tipo de contaminación, según el protocolo de procedimientos para toma de muestra, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano (3). Para el tratamiento se utilizó 36L de agua superficial que fueron almacenados en 3 bidones de 5 gal. cada uno (ver figura 2).



Figura 2. Mapa de ubicación de la toma de muestra de agua cruda.

3.2.3. Obtención del coagulante de la penca de tuna

3.2.3.1 Ubicación

Para llevar a cabo el tratamiento de agua superficial fue necesario extraer pencas de tuna maduras, materia prima fundamental para la realización del presente estudio, estas fueron obtenidas de una chacra ubicada en el callejón San José Km. 1 (ver figura 3) de la provincia Mariscal Nieto con coordenadas UTM 288175.50 E y 8087223.96 S con una altura de 2195 m s. n. m.

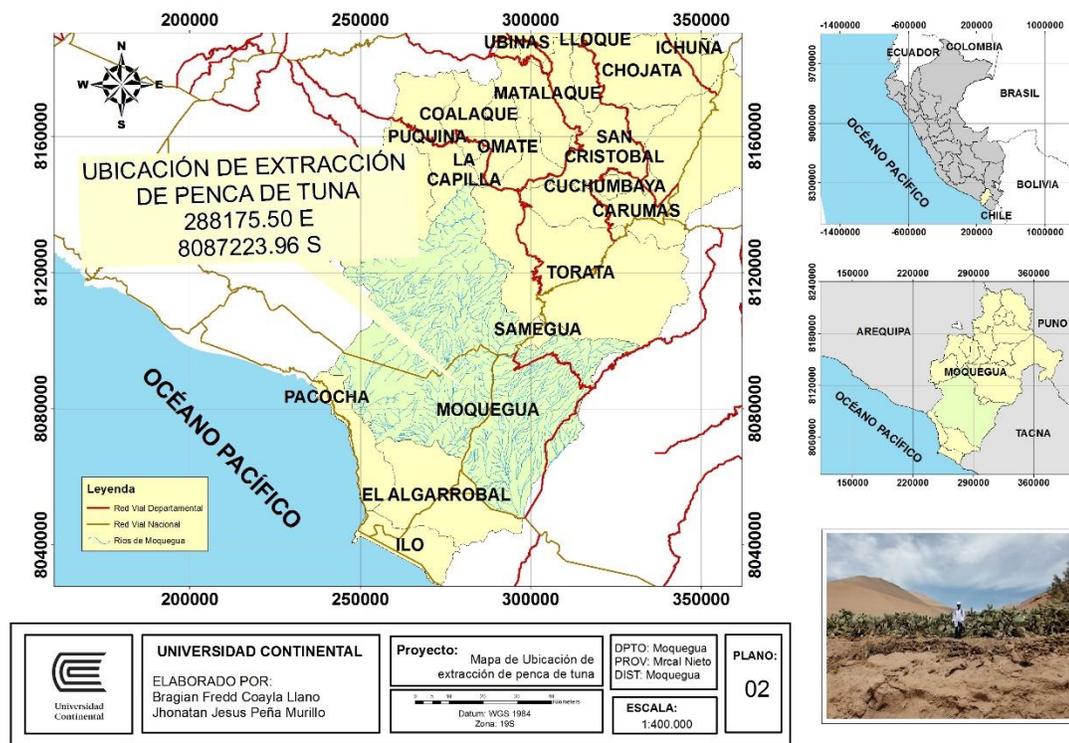


Figura 3. Ubicación de extracción de penca.

3.2.3.2 Procedimiento

Con un cuchillo doméstico se cortó 3 pencas de tuna, posteriormente se llevó al laboratorio para el lavado y así facilitar su manipulación. Luego se realizó la extracción de la capa superior del cladodio para cortar la pulpa en forma de tiras, las cuales son llevadas a una estufa eléctrica marca

memmert modelo UNE-400 a una temperatura de 60°C, la cual se mantiene constante después de la programación del equipo, por 72 horas para su proceso de deshidratación.

Pasado el tiempo estimado se prosiguió con la trituración de la pulpa deshidratada empleando un mortero, fue cernido con un tamizador N°200 obteniendo como producto final un polvo; con una balanza analítica de marca OHAUS y una espátula se pesó las cantidades requeridas de 0.01g, 0.05g, 0.10g, 0.15g, 0.20g colocándolas en papel Kraft y bolsas de plástico cada una debidamente rotuladas.

3.2.4. Tratamiento del agua cruda

El tratamiento consiste en 3 repeticiones teniendo como resultado 18 muestras que se dividen en: muestra control, tratamiento 1 (0.01g), tratamiento 2 (0.05g), tratamiento 3 (0.10g), tratamiento 4 (0.15g), tratamiento 5 (0.20g).

Para el procedimiento de la clarificación se empleó un equipo (prueba de jarras) de marca PHIPPS&BIRD (ver figura 4), la cual está compuesta por 6 B-KER de 2 L de capacidad cada uno con su respectiva llave de paso para la toma de muestra, es programable permitiendo que los cambios de revoluciones por minuto y el tiempo sean precisos. Su uso es importante ya que nos permitirá ver la influencia que tiene la penca de tuna en la calidad del agua cruda; en el laboratorio se empezó con la programación del equipo con una agitación rápida de 250 RPM por 2 min agregando el coagulante natural en cada B-KER debidamente rotulado con las dosis de 0.01 g, 0.05 g, 0.10 g, 0.15 g y 0.20 g, la agitación media fue de 48 RPM por 5 min y la agitación lenta de 26 RPM y 13 RPM por 5 min cada una. Finalmente, se deja sedimentar por 15 min.



Figura 4. Equipo de prueba de jarras.

3.2.5. Toma de muestra para análisis fisicoquímico y microbiológico

Después de cada repetición se prosiguió a realizar la toma de muestra para los análisis fisicoquímicos y microbiológico (ver figura 5) el cual se utilizó frascos de vidrio borosilicato de 500 mL, autoclavado en el laboratorio. Al realizar la toma de muestra, se utilizó guantes estériles para desatar el pabilo que asegura el papel kraft, retirando la tapa del recipiente de vidrio, evitando el contacto interno de los mismos, seguidamente se llevó a cabo el muestreo procurando evitar cualquier tipo de contaminación. Una vez realizado el procedimiento anterior se abrió la llave de salida para llenar el recipiente con la muestra, para su conservación fueron almacenadas en un icebox (3); siendo llevadas al laboratorio de salud ambiental perteneciente a la Gerencia Regional de Salud Moquegua.



Figura 5. Toma de muestra para análisis fisicoquímico y microbiológico.

3.2.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.2.6.1 Técnica para realizar el análisis fisicoquímico

La técnica de ensayo que se utilizó para cada parámetro fisicoquímico en la presente investigación se muestra en la tabla 2.

PARÁMETROS	MÉTODO	CERTIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN
Turbidez	Nefelométrico APHA. AWW. WEF. 2130B.	Ver anexo N° 09
Conductividad Eléctrica	Conductimétrico APHA 2503 B	Ver anexo N° 10
pH	Electrométrico APHA-AWWA-WEF.	Ver anexo N° 11

Tabla 2. Método de ensayo de parámetros fisicoquímicos (46).

3.2.6.2 Técnica para realizar el análisis microbiológico

La técnica de ensayo que se utilizó para cada parámetro microbiológico en la presente investigación se puede observar en la tabla 3.

PARÁMETROS	MÉTODO DE ENSAYO
Coliformes Totales	Estandarizado de fermentación de tubos múltiples. APHA, AWW, WEF. Part. 9221B
Escherichia Coli	Estandarizado de fermentación de tubos múltiples usando medio EC-MUG. APHA, AWW, WEF. Part. 9221F-1

Tabla 3. Método de ensayo de parámetros microbiológicos (47).

Fermentación de tubos múltiples

El procedimiento del análisis consta de 2 etapas:

La prueba inicial se basa en emplear volúmenes específicos de muestra de agua en tubos el cual contiene caldo lauril triptosa que posteriormente serán sometidos a 35 °C durante 24 – 48 horas.

La prueba final para el análisis de coliformes totales, se basa en introducir el caldo verde brillante bilis en los tubos positivos resultantes de la prueba inicial, llevándolos a una temperatura de 35 °C por 48 horas, para los parámetros de coliformes fecales y Escherichia coli se siembra en caldo EC con MUG, los tubos se llevan a una incubadora a 44.5 °C por 24 horas.

La presencia de gas, fermentación y turbiedad en los tubos de Durham, es un indicativo de la existencia de coliformes. Los resultados son expresados en términos de Número Más Probable (NMP).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información

4.1.1. Parámetros fisicoquímicos del agua

4.1.1.1. Turbidez

En la tabla 4 del análisis de varianza para la variable turbidez se puede apreciar que existen variaciones notables entre tratamientos, lo que demuestra que uno de los tratamientos tuvo una mayor remoción respecto al resto.

El coeficiente de variabilidad fue de 5.626 %, valor considerado confiable para el experimento desarrollado en laboratorio (48).

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		Sig.
					0,05	0,01	
Tratamientos	5	120.820	24.164	16.878	3.110	5.060	**
E. E.	12	17.180	1.432				
Total	17	138.000					

Tabla 4. Análisis de varianza para la variable turbidez.

Nota: C.V. = 5.626 %; ** = Altamente significativo

Al encontrar diferencias altamente significativas entre tratamientos se procedió a realizar la prueba de significación de LSD Fisher (Tabla 5), que muestra que todas las dosis de coagulante a base de penca de tuna lograron obtener menores valores de turbidez que el tratamiento control, manteniendo diferencias estadísticas con respecto al mismo.

N°	Tratamiento	Coagulante (g/L)	Turbidez (NTU)	Sig. $\alpha = 0,05$	Orden de mérito
1	T ₂	0.025	18.83	a	1°
2	T ₁	0.005	19.60	a	1°
3	T ₃	0.050	19.60	a	1°
4	T ₄	0.075	20.83	ab	2°
5	T ₅	0.100	22.20	b	3°
6	Control	0.000	26.53	c	4°

Tabla 5. Prueba de significación de LSD Fisher ($\alpha = 0,05$) para la variable turbidez.

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

En la figura 6 se puede identificar que el mejor tratamiento de coagulante a base de penca de tuna fue el T₂ (0.025 g/L), que alcanzó el menor promedio de turbidez con 18.83 NTU, diferenciándose estadísticamente del tratamiento T₅ (0.100 g/L) y del control (0.000 g/L).

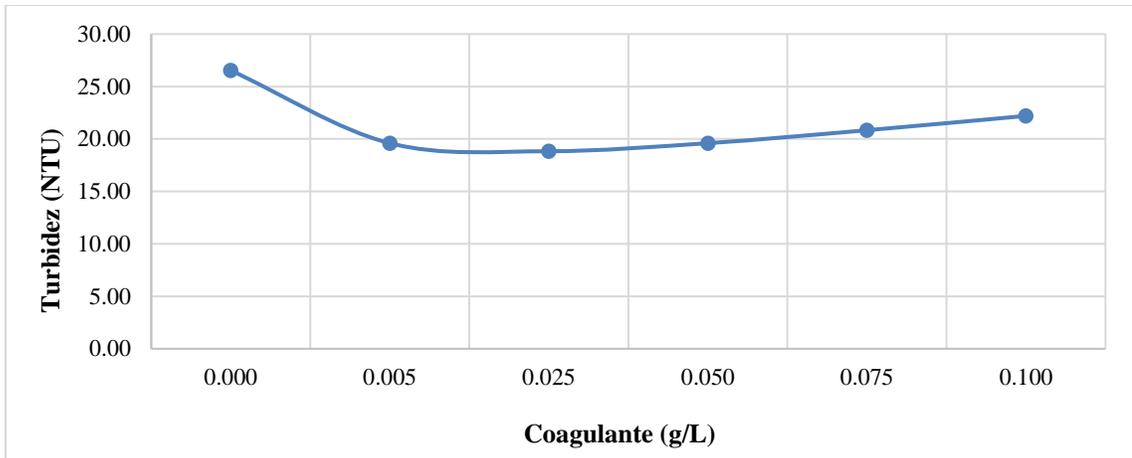


Figura 6. Medias obtenidas para la variable turbidez con respecto a la dosis de coagulante.

4.1.1.2. Conductividad eléctrica

En la tabla 6 del análisis de varianza para la variable conductividad eléctrica se encuentra que hay diferencias significativas entre tratamientos, lo que da a entender que por lo menos hubo un tratamiento que superó a los demás.

El coeficiente de variabilidad fue de 2.909 %, por lo tanto, se considera fiable respecto al estudio realizado en el laboratorio (48).

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		Sig.
					0,05	0,01	
Tratamientos	5	5794.792	1158.958	3.501	3.110	5.060	*
E. E.	12	3972.713	331.059				
Total	17	9767.505					

Tabla 6. Análisis de varianza para la variable conductividad eléctrica.

Nota: C.V. = 2.909 %; * = Significativo

Al obtener diferencias significativas entre tratamientos, correspondió realizar la prueba de significación de LSD Fisher, cuyos resultados se muestran en la tabla 7.

N°	Tratamiento	Coagulante (g/L)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	Sig. $\alpha = 0,05$	Orden de mérito
1	T ₂	0.025	601.97	a	1°
2	T ₁	0.005	607.00	ab	2°
3	T ₃	0.050	617.20	abc	3°
4	Control	0.000	635.10	bcd	4°
5	T ₄	0.075	641.40	cd	5°
6	T ₅	0.100	650.43	d	6°

Tabla 7. Prueba de significación de LSD Fisher ($\alpha = 0,05$) para la variable conductividad eléctrica.

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

En la figura 7 se determinó que el tratamiento de coagulante a base de penca de tuna que obtuvo mejores resultados para la variable conductividad eléctrica fue el T₂ (0.025 g/L), que alcanzó el menor promedio de conductividad eléctrica con 601.97 uS/cm, diferenciándose estadísticamente del tratamiento control (0.000 g/L) y de los tratamientos T₄ (0.075 g/L) y T₅ (0.100 g/L).

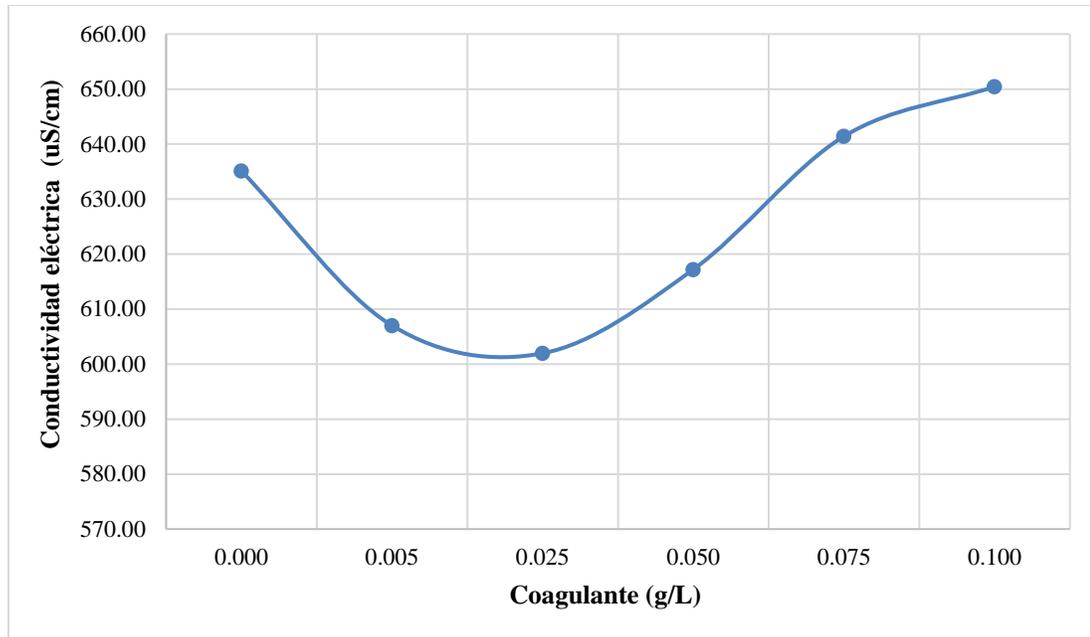


Figura 7. Medias obtenidas para la variable conductividad eléctrica con respecto a la dosis de coagulante.

4.1.1.3. pH

En la tabla 8 se puede observar que se hallaron variaciones considerables en las muestras, lo que indica que uno de los tratamientos fue superior a los demás.

El coeficiente de variabilidad fue de 1.881 %, considerado aceptable para el desarrollo experimental en el laboratorio (48).

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		Sig.
					0,05	0,01	
Tratamientos	5	0.545	0.109	5.710	3.110	5.060	**
E. E.	12	0.229	0.019				
Total	17	0.774					

Tabla 8. Análisis de varianza para la variable pH.

Nota: C.V. = 1.881%; ** = Altamente significativo

Debido a que se encontró diferencias altamente significativas entre tratamientos, se realizó la prueba de significación de LSD Fisher (Tabla 9), que muestra que todas las dosis de coagulante a base de penca de tuna, con excepción del T₁ (0.100 g/L), lograron obtener mayores valores de pH que el tratamiento control (0.000 g/L), diferenciándose estadísticas con respecto a dicho tratamiento.

N°	Tratamiento	Coagulante (g/L)	pH	Sig. $\alpha = 0,05$	Orden de mérito
1	T ₄	0.075	7.54	a	1°
2	T ₂	0.025	7.46	ab	2°
3	T ₃	0.050	7.42	ab	2°
4	T ₅	0.100	7.41	ab	2°
5	T ₁	0.005	7.24	bc	3°
6	Control	0.000	7.01	c	4°

Tabla 9. Prueba de significación de LSD Fisher ($\alpha = 0,05$) para la variable turbidez.

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

En la figura 8 se pudo identificar que el tratamiento de coagulante a base de penca de tuna que obtuvo el menor pH fue el T₂ (0.025 g/L) con un promedio de 7.51, diferenciándose estadísticamente del tratamiento T₁ (0.005 g/L) y del tratamiento control (0.000 g/L)

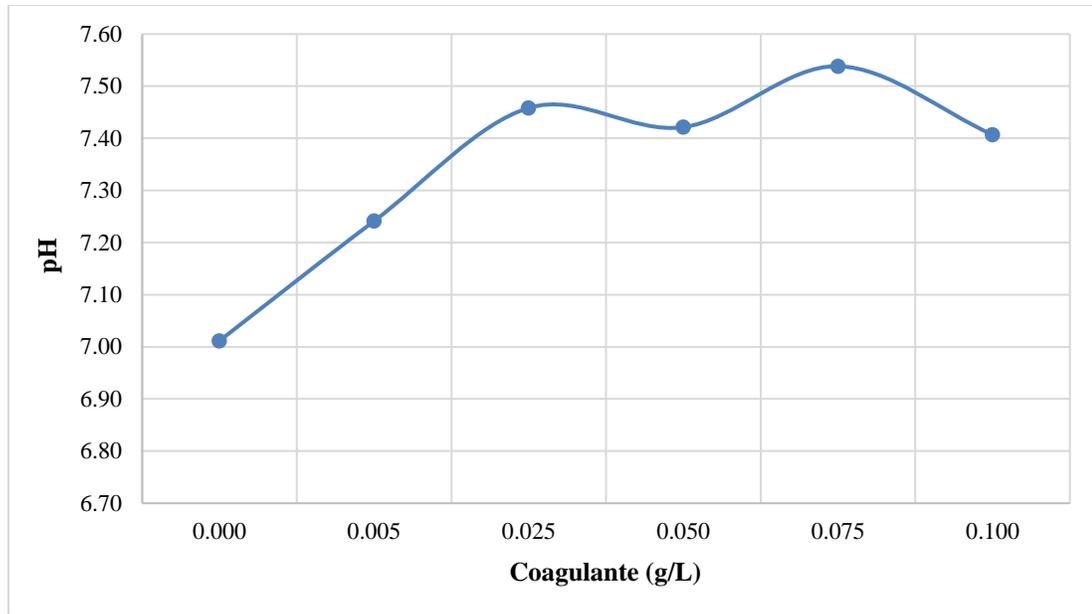


Figura 8. Medias obtenidas para la variable pH con respecto a la dosis de coagulante.

4.1.2. Parámetros microbiológicos del agua

4.1.2.1. Coliformes totales

En la tabla 10 se puede observar que no existen diferencias significativas entre tratamientos, lo que indica que ningún tratamiento se diferenció estadísticamente de los demás.

El coeficiente de variabilidad fue de 8.668 %, valor considerado confiable para el experimento desarrollado en laboratorio (48).

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		Sig.
					0,05	0,01	
Tratamientos	5	0.519	0.104	1.809	3.110	5.060	ns
E. E.	12	0.689	0.057				
Total	17	1.209					

Tabla 10. Análisis de varianza para la variable coliformes totales.

Nota: C.V. = 8.668 %; ns = No significativo

En la tabla 11 se puede evidenciar que todas las dosis de coagulante a base de penca de tuna lograron promedios similares estadísticamente al control (0.000 g/L).

N°	Tratamiento	Coagulante (g/L)	Coliformes		Orden de mérito
			totales (NMP/100 ml)	Sig. $\alpha = 0,05$	
1	T ₁	0.005	370.00	a	1°
2	T ₃	0.050	476.67	a	1°
3	T ₅	0.100	480.00	a	1°
4	Control	0.000	780.00	a	1°
5	T ₂	0.025	956.67	a	1°
6	T ₄	0.075	1113.33	a	1°

Tabla 11. Prueba de significación de LSD Fisher ($\alpha = 0,05$) para la variable coliformes totales.

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

En la figura 9 se logró identificar que el tratamiento que obtuvo el menor valor de coliformes totales fue el T₁ (0.005 g/L) con un promedio de 370.00 NMP/100 ml, pero sin diferenciarse estadísticamente de los demás tratamientos, incluido el control que obtuvo un promedio de 700.00 NMP/100 ml.

Asimismo, se pudo observar que la aplicación de las diferentes dosis de coagulante mostró un efecto cambiante en concentración de coliformes totales, registrando los niveles más bajos con las dosis de 0.005, 0.050 y 0.100 g/L y los picos más altos con las dosis de 0.025 y 0.075 g/L.

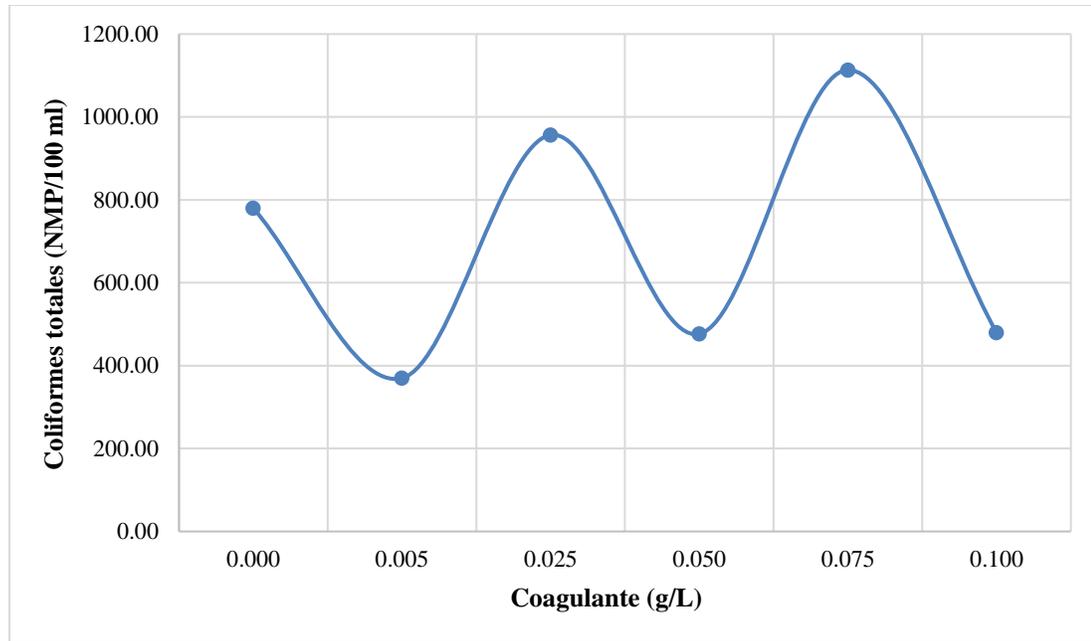


Figura 9. Medias obtenidas para la variable coliformes totales con respecto a la dosis de coagulante.

4.1.2.2. Escherichia coli

En la tabla 12 se puede observar que no se evidenció cambios significativos entre tratamientos, lo que se puede deducir que los tratamientos tuvieron un comportamiento homogéneo.

El coeficiente de variabilidad fue de 11.866%, considerado apropiado para el desarrollo experimental en el laboratorio (48).

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		Sig.
					0,05	0,01	
Tratamientos	5	0.280	0.056	1.006	3.110	5.060	ns
E. E.	12	0.667	0.056				
Total	17	0.947					

Tabla 12. Análisis de varianza para la variable Escherichia coli.

Nota: C.V. = 11.866 %; ns = No significativo

De los resultados de la tabla 13 se puede afirmar que todas las dosis de coagulante a base de penca de tuna obtuvieron promedios similares estadísticamente al control (0.000 g/L).

N°	Tratamiento	Coagulante (g/L)	Escherichia coli		Orden de mérito
			(NMP/100 ml)	Sig. $\alpha = 0,05$	
1	T ₃	0.050	68.00	a	1°
2	T ₄	0.075	96.33	a	1°
3	T ₂	0.025	97.67	a	1°
4	T ₁	0.005	99.33	a	1°
5	T ₅	0.100	143.33	a	1°
6	Control	0.000	156.67	a	1°

Tabla 13. Prueba de significación de LSD Fisher ($\alpha = 0,05$) para la variable Escherichia coli.

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

En la figura 10 se puede distinguir que el tratamiento que registra el menor valor de Escherichia coli fue el T₁ (0.005 g/L), que alcanzó un promedio de 68.00 NMP/100 ml; sin embargo, no logró diferenciarse estadísticamente con respecto a los otros tratamientos, incluido el control (0.000 g/L), que obtuvo el mayor valor de Escherichia coli con 156.67 NMP/100 ml.

Por otro lado, se puede observar que la concentración de Escherichia coli disminuye progresivamente conforme se va incrementando la dosis de coagulante hasta alcanzar su nivel más bajo con la dosis de 0.005 g/L, a partir del cual tiende a elevarse mientras se siga aumentando la dosis de coagulante.

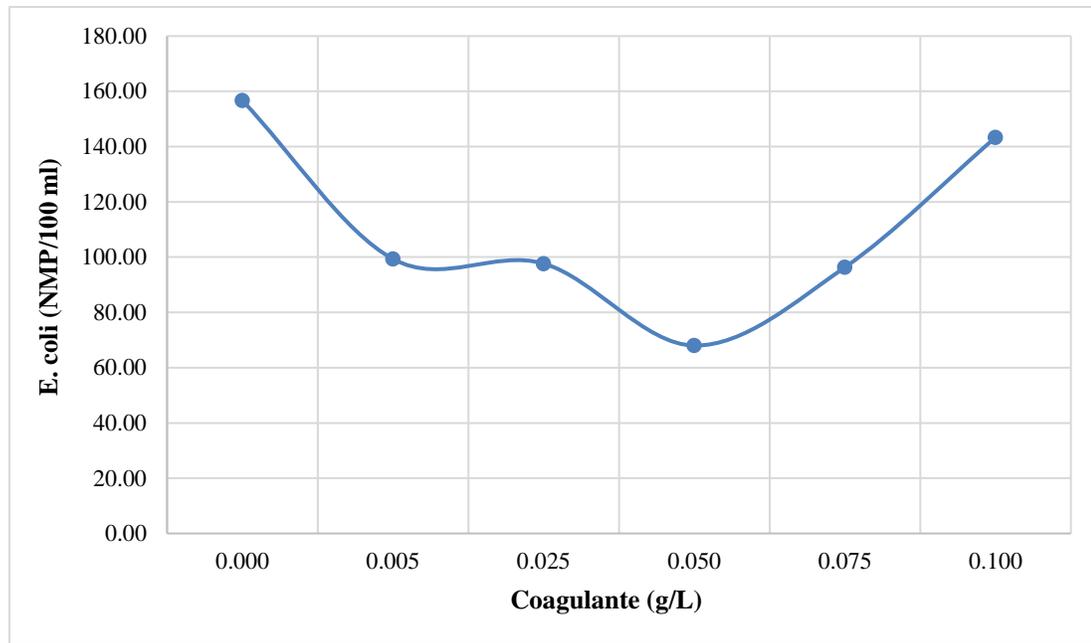


Figura 10. Medias obtenidas para la variable Escherichia coli con respecto a la dosis de coagulante.

4.2. Prueba de hipótesis

4.2.1. Hipótesis estadísticas

Para interpretar los resultados del ANOVA empleado en la presente investigación, se plantearon las siguientes hipótesis estadísticas:

- H_0 : los tratamientos son similares estadísticamente.
- H_1 : los tratamientos son diferentes estadísticamente.

4.2.2. Regla de decisión

Teniendo en cuenta los estadísticos de prueba la regla de decisión para interpretar los resultados del ANOVA es la que se muestra a continuación:

- Si $F_c \leq F_{(0,05)}$: No se rechaza la H_0 .
- Si $F_{(0,05)} < F_c < F_{(0,01)}$: se rechaza la H_0 .
- Si $F_c > F_{(0,01)}$: se rechaza la H_0 .

4.2.3. Decisión

En la variable turbidez, se decidió rechazar la H_0 , dado que F_c supera a los valores de $F_{(0,05)}$ y $F_{(0,01)}$, encontrando diferencias altamente significativas para los tratamientos.

Con respecto a la variable conductividad eléctrica, se tomó la decisión de rechazar la H_0 , debido a que el valor de F_c supera al valor de $F_{(0,05)}$, encontrando solo diferencias significativas para los tratamientos.

En cuanto a la variable pH, se concluyó rechazar la H_0 , puesto que F_c supera a los valores de $F_{(0,05)}$ y $F_{(0,01)}$, hallando diferencias altamente significativas para los tratamientos.

Para la variable coliformes totales, se resolvió no rechazar la H_0 , debido a que el valor de F_c no supera al valor de $F_{(0,05)}$, determinando que los tratamientos fueron similares entre sí.

Finalmente, en la variable Escherichia coli, no se rechazó la H_0 , dado que F_c no supera a no supera al valor de $F_{(0,05)}$, indicando que los tratamientos fueron similares estadísticamente.

4.3. Discusión de resultados.

De los resultados obtenidos se encontró que en la variable turbidez se obtuvieron diferencias altamente significativas para los tratamientos; destacando los tratamientos T2 (0,025 g/l) con 18,83 NTU; el T1 (0.005 g/l) y T3 (0.05 g/l) ambos con 19,60 NTU; respecto al control con 26,53 NTU, con reducción del 29,02 %. Resultado no muy cercano obtenido por (15) con aguas del canal de riego en Ferreñafe cuando lograron reducir la turbidez de 80 NTU a 30,29 NTU (62,14 %) utilizando biocoagulante de tuna y es muy inferior al logrado por (8) quienes utilizando el biocoagulante de penca de tuna, sobre agua de río Bulubulú en Guayaquil (turbidez inicial de 47,6 NTU) lograron finalmente una turbidez de 1,8 NTU (96,21 %).

Con respecto a la variable conductividad eléctrica, se encontró diferencias significativas que partiendo de una CE de la muestra control de 635,1 uS/cm; los tratamientos T2, T1 y T3 redujeron su conductividad eléctrica a 601,97; 607 y 617.2 respectivamente; mientras que T4 y T5 tuvieron mayor conductividad con 641 y 650,43. Lo que coincide con (13) que afirman que la conductividad eléctrica aumentó en algunos tratamientos cuando utilizo extracto de nopal como agente floculante.

Sin embargo, no coincide con (10) donde luego de tratar aguas de río con 738,5 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ de CE, del agua de río con floculante de nopal no encontró diferencias estadísticas con el testigo.

En cuanto a la variable pH, se encuentran diferencias altamente significativas para los tratamientos, donde partiendo de un pH de 7,01 del testigo se encontró un incremento de pH en los tratamientos llegando a valores de 7,54; 7,46; 7,42; 7,41 y 7,24 en los tratamientos T4, T2, T3, T5 y T1, respectivamente. Contrario a lo obtenido por (7) donde el pH se redujo de 7,49 en el agua original a 6,97; utilizando biocoagulante de tuna. Además, es contrario a lo obtenido por (13) quienes afirman que el biocoagulante de nopal no presentó ninguna alteración respecto al pH; así como (6) quien tampoco encontró efecto en el pH utilizando extracto floculante de **Opuntia ficus-indica (L.) Mill., 1768.**

Para la variable coliformes totales, si bien no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, cabe destacar una importante reducción de los mismos en los tratamientos T1, T3 y T5, con una reducción del 52,56 %; 38,89 % y 38,46 % respecto al testigo con 780 NMP/100 ml. Que se relaciona con lo obtenido por (23) quien encuentra reducción de coliformes en tres ensayos encontrando que en el primer y segundo ensayo hubo un incremento de coliformes totales (al parecer por la presencia de carbohidratos en la penca, medio donde se desarrollan); sin embargo, en el tercer ensayo con una concentración de 5 mg/L se observa una disminución de los coliformes totales en 89 %.

Finalmente, en la variable *Escherichia coli*, no se encontró diferencias significativas estadísticamente; sin embargo, se encuentra una reducción de la población así partiendo de una población de 156, 67 NMP/100 ml el testigo se reduce a 68,00 en T3; a 96,33 en T4; 97,67 en T2; 99,33 en T1 y 143,33 en T5. Lo que se relacionaría con el ensayo, con mucílago de pencas de tuna realizado por (21) en Cañete donde evidenció que con una mayor cantidad de coagulante se logra disminuir los indicadores de coliformes fecales (***Escherichia coli*** y ***Stafilococcus***).

CAPITULO V

CONCLUSIONES

Con respecto a los parámetros fisicoquímicos, el biocoagulante de penca de tuna logró una reducción de turbidez de hasta el 29,02 % en el T2 (de 26,53 NTU a 18,83 NTU); igualmente en el caso de conductividad eléctrica se evidenció que en los tratamientos (T2, T1 y T3) disminuyeron su conductividad; sin embargo, el T4 y T5 lo incrementaron respecto al testigo; y en cuanto a la reacción de soluciones resultantes, se encontró un incremento del pH respecto al testigo.

Con respecto a los parámetros microbiológicos coliformes totales y **Escherichia coli** del agua cruda no se encontraron diferencias estadísticas significativas en los tratamientos. Sin embargo, se aprecia una reducción poblacional en los tratamientos respecto al testigo.

Se logro determinar la influencia de la penca de tuna en la calidad del agua cruda de la PTAP Chen Chen Moquegua, teniendo en cuenta sus parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

De acuerdo a los resultados del laboratorio, los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos cumplen antes y después del tratamiento con los estándares de calidad ambiental para el agua según la categoría 1, Sub categoría A2, siendo destinada a la producción de agua potable.

RECOMENDACIONES

Llevar a cabo ensayos con otras dosis de coagulante de pencas de tuna ajustando el pH y otros parámetros que permitan incrementar la eficiencia flocculante y coagulante de tuna en el tratamiento de aguas crudas.

Ensayar estrategias naturales complementarias al uso coagulante de pencas de tuna, ya que esta sólo tendría un efecto físico.

En futuras investigaciones, implementar el análisis de metales pesados ya que la penca de tuna podría ser una opción eficiente en la remoción de los mismos.

Difundir el presente estudio para la aplicación en la remoción de la turbidez en aguas crudas, siendo un coagulante amigable con el medio ambiente y de bajo costo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRAVO, Monica. “*Coagulantes y floculantes naturales usados en la reducción de turbidez, sólidos suspendidos, colorantes y metales pesados en aguas residuales*” [en línea]. Tesis de pregrado. Bogotá: Universidad distrital Francisco José de Caldas, 2017 [consulta: 28 junio 2021]. 117 pp. Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/5609/BravoGallardoMonicaAlejandra2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
2. INGA, Gilmer. “*Disminución de coliformes totales y turbidez mediante coagulantes naturales (Opuntia ficus indica) del río Cunas, provincia de Chupaca*” [en línea]. Tesis de grado. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2019 [consulta: 28 junio 2021]. 77 pp. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5540/Inga%20Diaz%2c%20Gilmer.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. MINISTERIO DE SALUD. Protocolo de procedimientos para la toma de muestra, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano. Lima: MINSA, 2015.
4. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. *Organización mundial de la salud* [en línea]. Perú, ©2021 [consulta: 28 junio 2021]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
5. CENTRO DE OPERACIONES DE EMERGENCIA NACIONAL. *Informe de emergencia N° 303 – 23/4/2020 / COEN – INDECI / 15:20 horas (informe N°17)*. Moquegua: COEN, 2020.
6. LOZANO, Lorena. “*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*” [en línea]. Tesis de grado. Cajamarca: Universidad privada Antonio Guillermo Urrelo, 2018 [consulta: 29 agosto 2021]. 84 pp. Disponible en: <http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/721/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

7. MARTÍNEZ, Jasser y GONZÁLEZ, Luis. *Evaluación del poder coagulante de la tuna (opuntia ficus indica) para la remoción de turbidez y color en aguas crudas* [en línea]. Tesis de grado. Cartagena: Universidad de Cartagena, 2012 [consulta: 29 agosto 2021]. 84 pp. Disponible en: <https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/137/EVALUACI%C3%93N%20DEL%20PODER%20COAGULANTE%20DE%20LA%20TUNA%20%28Opuntia%20ficus%20indica%29%20PARA%20LA%20REMOCI%C3%93N%20DE%20TURBIDEZ%20Y%20COLOR%20EN%20AGUAS%20CRUDAS..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
8. ATUPAÑA, Freddy y GUACHO, Jessica. *Determinación de la eficiencia del opuntia ficus-indica como biocoagulante para el tratamiento de aguas superficiales del río Bulubulu* [en línea]. Tesis de grado. Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2019 [consulta: 29 agosto 2021]. 100 pp. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/39847/1/401-1349%20-%20Determinac%20eficiencia%20opuntia%20ficus-indica%20como%20biocoagulante.pdf>
9. ALCAZAR, Daniela. *Aplicación de un coagulante obtenido a partir de la penca de tuna (opuntia ficus indica) para la mejora de la calidad en aguas de consumo en la localidad de Achocalla* [en línea]. Tesis de grado. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés, 2015 [consulta: 30 agosto 2021]. 158 pp. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/9335/PG-1468-Alcazar%20Le%c3%b3n%2c%20Daniela.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
10. QUINO, Pablo. *Evaluación de aguas residuales bajo el tratamiento a diferentes temperaturas de coagulación - floculación con semillas de Durazno (Prunus pérsica), Tuna (Opuntia ficus indica) y cáscara de Papa (Solanum tuberosum) del río Jillusaya* [en línea]. Tesis de grado. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés, 2019 [consulta: 31 agosto 2021]. 127 pp. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/25760/T-2854.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
11. OLIVERO, Rafael, AGUAS, Yelitza, MERCADO, Iván, CASAS, Diana y MONTES, Luz. Utilización de Tuna (opuntia ficus-indica) como coagulante natural en la clarificación de aguas crudas. *Avances investigación en ingeniería* [en línea]. 2014, **11**(1), 70-75 [consulta: 02 septiembre 2021]. ISSN 1794-4953. Disponible en: <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/avances/article/view/302/238>

12. SANCHEZ, Paula y QUINTERO, Paula. *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* [en línea]. Tesis de grado. Bogotá: Universidad Libre, 2020 [consulta: 02 septiembre 2021]. 73 pp. Disponible en: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/19223/Trabajo%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

13. CONTRERAS, Karen, MENDOZA, Yelitza, SALCEDO, Guadalupe, OLIVERO, Rafael y MENDOZA, Gean. El Nopal (*Opuntia ficus-indica*) como coagulante natural complementario en la clarificación de agua. *Revista Producción + Limpia* [en línea]. 2015, **10**(1), 40-50 [consulta: 05 septiembre 2021]. ISSN 1909-0455. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552015000100004

14. SILVA, Megy. *Extracción del mucílago de la penca de tuna y su aplicación en el proceso de coagulación-floculación de aguas turbias* [en línea]. Tesis de grado. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marco, 2017 [consulta: 29 agosto 2021]. 171 pp. Disponible en: https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/7155/Silva_cm.pdf?sequence=1&isAllowed=y

15. TARRILLO, Harbin y TENORIO, Manuel. *Eficiencia del coagulante - floculante tuna (Opuntia ficus) para la clarificación de las aguas de la acequia el pueblo de Ferreñafe – 2019* [en línea]. Tesis de grado. Chiclayo: Universidad de Lambayeque, 2019 [consulta: 02 septiembre 2021]. 59 pp. Disponible en: <https://repositorio.udl.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/UDL/331/Tesis%20Tarrillo%20y%20Tenorio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

16. MAMANI, Eddy. *Capacidad del coagulante natural de la (Opuntia ficus indica) para la clarificación del agua del punto de captación de la empresa prestadora de servicio SEDA Juliaca S.A. 2017* [en línea]. Tesis de grado. Juliaca: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, 2019 [consulta: 02 septiembre 2021]. 84 pp. Disponible en: <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/3175>

17. MIÑANO, Benigno, PACORA, Loida, VELÁSQUEZ, Margarita, GUARNIZ, María, ENRIQUEZ, Agapito y VÁSQUEZ, Pedro. Efecto del uso de floculante natural de Opuntia

- ficus-indica M "tuna" en la disminución de la carga bacteriana de las aguas superficiales del distrito de Santa Rosa, Pallasca, Ancash. *Conocimiento para el desarrollo* [en línea]. 2012, 3(2), 59-79 [consulta: 05 septiembre 2021]. ISSN 2225-0794. Disponible en: <https://revista.usanpedro.edu.pe/index.php/CPD/article/view/187>
18. TORRES, Vico. *Análisis del coagulante natural opuntia ficus con fines de implementación de una planta potabilizadora de agua en Chalhuanca, Apurímac* [en línea]. Tesis de grado. Lima: Universidad César Vallejo, 2017 [consulta: 06 septiembre 2021]. 104 pp. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/1515/Torres_CV.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 19. VELÁSQUEZ, Josué. *Coagulante a base de tuna (Opuntia ficus indica) en el reuso de agua para riego de cultivos de hortalizas 2019* [en línea]. Tesis de grado. Tarapoto: Universidad Peruana Unión, 2019 [consulta: 06 septiembre 2021]. 20 pp. Disponible en: https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/2373/Josu%c3%a9_Trabajo_Bachillerato_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 20. BERNAOLA, María. *Eficiencia del tratamiento fisicoquímico en la clarificación de la sanguaza del camal de Yerbateros para uso potencial como agua de riego, 2016* [en línea]. Tesis de grado. Lima: Universidad César Vallejo, 2016 [consulta: 06 septiembre 2021]. 88 pp. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50441/Bernaola_SME-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 21. GODOY, Verónica. *Análisis comparativo de la disminución de la turbidez en el proceso de floculación utilizando un floculante comercial y la paleta de tuna* [en línea]. Tesis de grado. Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2018 [consulta: 06 septiembre 2021]. 90 pp. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13840/Godoy%20Briones%2c%20Ver%c3%b3nica%20Milagros%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 22. ANGULO, Eladio, YAYA, Jorge y COAQUIRA, Miguel. Uso de la "Opuntia ficus indica", como agente natural para el tratamiento de aguas, a nivel de laboratorio, UMA. *ÑAWPARISUN – Revista de Investigación Científica* [en línea]. 2020, 2(4), 57-64 [consulta: 07 septiembre

2021]. ISSN 2663-5917. Disponible en:
<http://unaj.edu.pe/revista/index.php/vpin/article/view/110/77>

23. APAZA, Hugo. *Tratamiento ecológico, una alternativa sustentable para la purificación de aguas contaminadas destinadas al riego de cultivos en Arequipa* [en línea]. Informe final. Arequipa: Universidad Católica Santa María, 2014 [consulta: 07 septiembre 2021]. 81 pp. Disponible en: <https://www.cies.org.pe/sites/default/files/investigaciones/tratamiento-ecologico.pdf>
24. TEJADA, Belen. *Efecto del uso del coagulante natural de tuna (Opuntia ficus-indica) en la calidad del agua del lado bajo del centro poblado San Antonio, distrito de Moquegua en la provincia Mariscal Nieto, región Moquegua 2015* [en línea]. Tesis de grado. Moquegua: Universidad José Carlos Mariátegui, 2015 [consulta: 07 septiembre 2021]. 146 pp. Disponible en: <http://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/54>
25. ESPINO, Edgar, RAFAEL, Hector y TINGAL, Isolina. *Morfofisiología de la tuna (opuntia ficus-indica Mill)* [en línea]. Tesis de grado. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2012 [consulta: 07 septiembre 2021]. 37 pp. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2853/TUNA%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
26. GOBIERNO REGIONAL MOQUEGUA. Gerencia Regional de Agricultura Moquegua. *Anuario estadístico agropecuario 2020* [en línea]. Moquegua: GRA Moquegua, 2020 [consulta: 07 septiembre 2021]. Disponible en: http://www.agromoquegua.gob.pe/doc/anuarios/Anuario_Estadistico_Agropecuario_2020_Moquegua.pdf
27. OLIVERO, Rafael, MERCADO, Iván y MONTES, Luz. Remoción de la turbidez del agua del río Magdalena usando el mucílago del nopal *Opuntia ficus-indica*. *Producción + limpia* [en línea]. 2013, **8**(1), 19-27 [consulta: 12 septiembre 2021]. ISSN 2323-0703. Disponible en: <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1005/1/437-944-1-PB.pdf>
28. LOZA, Rosario. *Determinación de la dosificación óptima de coagulantes y floculante aplicados a un sistema continuo por flotación en el tratamiento de efluentes pesqueros* [en línea]. Tesis de grado. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, 2014 [consulta: 12

- septiembre 2021]. 108 pp. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3989/IQloparb063.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
29. AQUAE FUNDACIÓN. *Aquae fundación* [en línea]. Madrid, ©2021 [consulta: 12 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.fundacionaquae.org/que-es-el-agua/>
 30. GOBIERNO REGIONAL MOQUEGUA. Proyecto Especial Regional Pasto Grande. *Etapas y alcances* [en línea]. Lima: PERPG, 2020 [consulta: 12 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.pastogrande.gob.pe/etapas-y-alcances/>
 31. PADRILLO, Beatriz. *Iagua* [en línea]. España, ©2016 [consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.iagua.es/blogs/beatriz-pradillo/parametros-control-agua-potable>
 32. MINISTERIO DE SALUD. Dirección General de Salud Ambiental. *Parámetros Organolépticos* [en línea]. Lima: DIGESA, 2006 [consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf
 33. MINISTERIO DE SALUD. Dirección General de Salud Ambiental. *Reglamento de la calidad del agua para el consumo humano* [en línea]. Lima: DIGESA, 2010 [consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/1590.pdf>
 34. MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Estándar de calidad ambiental* [en línea]. Lima: MINAM, 2019 [consulta: 16 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/308391-estandar-de-calidad-ambiental>
 35. EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO MOQUEGUA S.A. *Memoria Anual 2017* [en línea]. Moquegua: EPS Moquegua S.A, 2017 [consulta: 16 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.epsmoquegua.com.pe/memoria-anual-0>
 36. ARRIETA, Juan. Recomendaciones para diseño y optimización de plantas de tratamientos de agua potable, considerando aspectos de funcionalidad y durabilidad. *Prospectiva* [en línea].

- 2019, 17(2) [consulta: 12 septiembre 2021]. ISSN 1692-8261. Disponible en: <http://ojs.uac.edu.co/index.php/prospectiva/article/view/1732>
37. BELZONA Inc. Tratamiento de aguas residuales. Argentina: Mapa de la Plata, 2010
 38. GOBIERNO REGIONAL LA LIBERTAD. Gerencia Regional de Agraria La Libertad. *Cultivo de tuna* [en línea]. Trujillo: GRA La Libertad, 2009 [consulta: 07 septiembre 2021]. Disponible en: <http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/MANUAL%20TECNICO%20DE%20TUNA.pdf>
 39. LOZANO, W. y LOZANO, G. Potabilización del agua: Principios de diseño, control de proceso y laboratorio. Bogotá: s.n., 2015. 9789588957180.
 40. DEPARTAMENTO DE ASUNTOS ECONÓMICOS Y SOCIALES DE NACIONES UNIDAS. Calidad del agua: Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas web site. [En línea] 22 de octubre de 2014. [Citado el: 10 de septiembre de 2019.] <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>.
 41. FERNÁNDEZ, A. El agua: un recurso esencial: QuímicaViva. QuímicaViva web site. [En línea] diciembre de 2012. [Citado el: 10 de octubre de 2019.] <https://bit.ly/36JzeDN>. 16667948.
 42. LÓPEZ, Ricardo. Elemento de diseño para acueductos y alcantarillados. Editorial Escuela Colombia de Ingeniería [en línea]. 2003, 2(1) [consulta: 12 septiembre 2021]. ISBN 9588060362. Disponible en: <https://biblioteca.ucatolica.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=29382>
 43. YARETH QUIMICOS LTDA. *Equipo para prueba de jarras: Manual de usuario* [en línea]. Bogotá: Yareth Quimicos LTDA, 2017 [consulta: 16 septiembre 2021]. Disponible en: http://yarethquimicos.com/Dowloadand/Floculador-test%20de%20jarras/Manual-floculador/Manual_Floculador_%20test_de_jarras_%202_puestos_YARETH_QUIMICOS_LTDA.pdf

44. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. *Metodología de la investigación* [en línea]. 6ª ed. México: McGRAW-HILL, 2014 [consulta: 20 septiembre 2021]. Disponible en: https://www.academia.edu/31726822/Sampieri_6ta_pdf_Libro_metodologia_6ta_edicion
45. MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO. *Principales cuencas a nivel nacional* [en línea]. Lima: MIDAGRI, 2015 [consulta: 21 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.midagri.gob.pe/portal/54-sector-agrario/cuencas-e-hidrografia/372-principales-cuencas-a-nivel-nacional?start=13>
46. GERENCIA REGIONAL DE SALUD MOQUEGUA SUB GERENCIA DE SALUD AMBIENTAL. *Informe de ensayo N° 0258.2021*. Moquegua: GERESA, 2021.
47. GERENCIA REGIONAL DE SALUD MOQUEGUA SUB GERENCIA DE SALUD AMBIENTAL. *Informe de ensayo N° 0257.2021*. Moquegua: GERESA, 2021.
48. RUSTOM, Antonio. Estadística descriptiva, probabilidad e inferencia. *Una visión conceptual y aplicada* [en línea]. 2012, 1(1) [consulta: 12 septiembre 2021]. ISBN 978-956-19-0790-4. Disponible en: https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/120284/Rustom_Antonio_Estadistica_descriptiva.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE E INDICADORES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p>Problema General</p> <p>¿Cuál es la influencia de la penca de tuna en la calidad del agua cruda de la PTAP Chen Chen - Moquegua 2021?</p> <p>Problema Especifico</p> <p>¿Cuál es la influencia de la penca de tuna en los parámetros fisicoquímicos (Turbidez, conductividad eléctrica, pH) del agua cruda de la PTAP Chen Chen - Moquegua 2021?</p> <p>¿Cuál es la influencia de la penca de tuna en los parámetros microbiológicos (Coliformes totales y Escherichia Coli) del agua cruda de la PTAP Chen Chen - Moquegua 2021?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Determinar la influencia de la penca de tuna en la calidad del agua cruda de la PTAP Chen Chen - Moquegua 2021.</p> <p>Objetivo Especifico</p> <p>Determinar la influencia de la penca de tuna en los parámetros fisicoquímicos (Turbidez, conductividad eléctrica, pH) del agua cruda de la PTAP Chen Chen - Moquegua 2021</p> <p>Determinar la Influencia de la penca de tuna en los parámetros microbiológicos (Coliformes totales y Escherichia coli) del agua cruda de la PTAP Chen Chen - Moquegua 2021.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>La influencia de la penca de tuna en la calidad del agua cruda de la PTAP Chen Chen - Moquegua 2021, es significativa.</p> <p>Hipótesis Especifica</p> <p>La influencia de la penca de tuna en los parámetros fisicoquímicos (Turbidez, conductividad eléctrica, pH) del agua cruda de la PTAP Chen Chen - Moquegua 2021 es significativa.</p> <p>La Influencia de la penca de tuna en los parámetros microbiológicos (Coliformes totales y Escherichia coli) del agua cruda de la PTAP Chen Chen, Moquegua 2021 es significativa.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Influencia de la penca de tuna, tiene propiedades floculantes que se espera que actúe en el mejoramiento de la calidad del agua.</p> <p>Indicadores</p> <p>influencia de 0.005 g/L, influencia de 0.025 g/L, influencia de 0.05 g/L, influencia de 0.075 g/L, influencia de 0.10 g/L.</p> <p>Variable Dependiente</p> <p>Calidad del agua cruda de la PTAP Chen Chen.</p> <p>Indicadores</p> <p>Turbidez, conductividad eléctrica, pH, coliformes totales y escherichia coli.</p>	<p>Método: es comprendido por el método científico y de modo hipotético-deductivo.</p> <p>Tipo: Es aplicada y con enfoque cuantitativo pues se analizarán datos numéricos de las variables estudiadas y tiene un alcance descriptivo explicativo.</p> <p>Diseño de Investigación</p> <p>El diseño es experimental porque se controlan las variables independientes y se analizara la relación de causa y efecto entre ellas.</p>	<p>Población</p> <p>Agua cruda al ingreso de la PTAP Chen Chen que es captada del canal Pasto Grande y rio Tumilaca.</p> <p>Muestra</p> <p>La muestra es agua cruda en el ingreso a la PTAP Chen Chen.</p> <p>Técnicas</p> <p>Observación y análisis de laboratorio.</p> <p>Instrumentos</p> <p>Ficha de registro de campo</p> <p>Informe de laboratorio</p> <p>Técnica de procesamiento Excel.</p>

Anexo 2. Operacionalización de variables.

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Sub dimensiones	Operacionalización	
				Indicadores	Tipo de variable
VARIABLE INDEPENDIENTE Influencia de la penca de tuna.	la tuna son una fuente importante de fibra, hidrocoloides como mucílagos, pigmentos como las betalaínas y los carotenoides, minerales entre ellos el calcio y el potasio, y vitamina C; esta última buscada entre otros motivos, por sus propiedades antioxidantes	Extracción del poder coagulante de la tuna	0.51 g	g del coagulante de tuna	Numérica
		Dosis del poder coagulante de la penca de tuna	0.005 g/L 0.025 g/L 0.05 g/L 0.075 g/L 0.10 g/L	g penca de tuna por Litro de agua	Numérica
VARIABLE DEPENDIENTE Calidad del agua cruda de la PTAP Chen Chen	Es toda agua inocua para la salud que cumple los requisitos de calidad establecidos en el presente Reglamento DS n° 031-2010-SA dirección general de salud ambiental ministerio de salud Lima -Perú 2011.	Análisis Físico químico	Turbidez	NTU	Numérica
			Conductividad eléctrica	µS/cm	
			pH	alcalino - acido	
		Análisis microbiológico	Coliformes Totales	NMP/100mL	
			Escherichia coli	NMP/100mL	

Anexo 3. Boucher de pago para análisis de agua.

DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD MOQUEGUA		SERIE N° 001
ADMINISTRACIÓN		N° 02995 del 20 2021
Recibí de	Brajan Fija Coayla Llano	
la cantidad de	Trescientos Treinta y Seis con 60/100 Soles	
por	09 Analisis Bacteriologico de Agua: Numeracion Escherichia Coli	
c/u s/	37.40	
R.U.C. N°	20171880891	336.60 CAJERO

DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD MOQUEGUA		SERIE N° 001
ADMINISTRACIÓN		N° 02996 del 20 21
Recibí de	Brajan Fija Coayla Llano	
la cantidad de	Trescientos Treinta y Nueve con 60/100 Soles	
por	09 Analisis Bacteriologico de Agua: Coliformes Totales	
c/u s/	44.40	
R.U.C. N°	20171880891	s/ 399.60 CAJERO

DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD MOQUEGUA		SERIE N° 001
ADMINISTRACIÓN		N° 02997 del 20 21
Recibí de	Shonatan Peña Marillo	
la cantidad de	Trescientos Treinta y Seis con 60/100 Soles	
por	09 Analisis Bacteriologico de Agua: Numeracion Escherichia Coli	
c/u s/	37.40	
R.U.C. N°	20171880891	s/ 336.60 CAJERO

DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD MOQUEGUA		SERIE N° 001
ADMINISTRACIÓN		N° 02998 del 20 21
Recibí de	Shonatan Peña Marillo	
la cantidad de	Trescientos Treinta y Nueve con 60/100 Soles	
por	09 Analisis Bacteriologico de Agua: Coliformes Totales	
c/u s/	44.40	
R.U.C. N°	20171880891	s/ 399.60 CAJERO

Anexo 4. Informe N 0155-2021-GRM-DIRESA/DR-DESA-UFLSA

RECIBIDO
Fecha 29/10/2021
H: 14:43

N° Doc	01476675
N° Exp	01048735

**Dirección Regional de Salud**
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

INFORME N° 0155-2021-GRM-DIRESA/DR-DESA-UFLSA

A : Blg. LENY BEGAZO CARPIO
ENCARGADA LABORATORIO SALUD AMBIENTAL

ASUNTO : Entrega de Informes de Ensayo

REFERENCIA : REGISTRO N° 5269-21
REGISTRO N° 5270-21

FECHA : Moquegua, 29 de octubre del 2021

Por intermedio me dirijo a usted para saludarla y hacer entrega de los informes de ensayo N° 0258.2021 (Bragian Fredd Coayla Llano - Jhonatan Jesus Peña Murillo), de parámetros de campo de muestras de agua.

Es todo en cuanto informo

Atentamente


 Ing. Hubert David Quispe Viza
Registro Colegiado Ingenieros N° 105682

RFCMLZBC/HDQV
c.c. Archivo
Se adjunta folios (03)

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
Moq. 29 de octubre del 2021.
Pase a: DCSA
Para: RENITA MORALES
BLANCA Y JUANITA
PERA

SUB GERENCIA DE SALUD AMBIENTAL
U. F. LABORATORIO

Biga. Leny Zheyta Begazo Carpio
RESPONSABLE

SUB GERENCIA DE SALUD AMBIENTAL

Moq. 29 de 12 del 2021.
Pase a:
Para: Atencio

GERENCIA REGIONAL DE SALUD MOQUEGUA
SUB GERENCIA DE SALUD AMBIENTAL
Ing. Ricardo Freddy Cazo Mamani
DIRECTOR EJECUTIVO

Anexo 6. Resultados de análisis fisicoquímicos emitidos por el laboratorio acreditado de salud ambiental (DIRESA).

"AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"

INFORME ENSAYO N° 0258.2021

I. DATOS DEL SOLICITANTE:

SOLICITANTE	Bragian Fredd Coayla Llano - Jhonatan Jesus Peña Murillo		
PROGRAMA	PARTICULAR		
RESPONSABLE DEL MUESTREO	Bragian Fredd Coayla Llano		
RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS EN LAB.	FECHA:	25/10/2021	HORA: 2:26 PM
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS	29/10/2021		

II. DATOS DEL MUESTREO:

Codigo de Laboratorio	Origen de la Muestra	Lugar de Muestreo	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento
2817-2799-2021	Agua Superficial	Repetición 1, Muestra control	Chen Chen	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua
2818-2800-2021	Agua Superficial	Repetición 1, Tratamiento 1 - Dosis (0.01g)	Chen Chen	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua
2819-2801-2021	Agua Superficial	Repetición 1, Tratamiento 1 - Dosis (0.05g)	Chen Chen	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua
2820-2802-2021	Agua Superficial	Repetición 1, Tratamiento 1 - Dosis (0.10g)	Chen Chen	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua
2821-2803-2021	Agua Superficial	Repetición 1, Tratamiento 1 - Dosis (0.15g)	Chen Chen	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua
2822-2804-2021	Agua Superficial	Repetición 1, Tratamiento 1 - Dosis (0.20g)	Chen Chen	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua
2823-2805-2021	Agua Superficial	Repetición 2, Muestra control	Chen Chen	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua
2824-2806-2021	Agua Superficial	Repetición 2, Tratamiento 2 - Dosis (0.01g)	Chen Chen	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua
2825-2807-2021	Agua Superficial	Repetición 2, Tratamiento 2 - Dosis (0.05g)	Chen Chen	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua
2826-2808-2021	Agua Superficial	Repetición 2, Tratamiento 2 - Dosis (0.10g)	Chen Chen	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua
2827-2809-2021	Agua Superficial	Repetición 2, Tratamiento 2 - Dosis (0.15g)	Chen Chen	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua
2828-2810-2021	Agua Superficial	Repetición 2, Tratamiento 2 - Dosis (0.20g)	Chen Chen	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua
2829-2811-2021	Agua Superficial	Repetición 3, Muestra control	Chen Chen	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua
2830-2812-2021	Agua Superficial	Repetición 3, Tratamiento 3 - Dosis (0.01g)	Chen Chen	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua
2831-2813-2021	Agua Superficial	Repetición 3, Tratamiento 3 - Dosis (0.05g)	Chen Chen	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua
2832-2814-2021	Agua Superficial	Repetición 3, Tratamiento 3 - Dosis (0.10g)	Chen Chen	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua
2833-2815-2021	Agua Superficial	Repetición 3, Tratamiento 3 - Dosis (0.15g)	Chen Chen	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua
2834-2816-2021	Agua Superficial	Repetición 3, Tratamiento 3 - Dosis (0.20g)	Chen Chen	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua

III. RESULTADOS:

Codigo de Laboratorio	Parámetros de Calidad Organoléptica				Turbidez (NTU)	Cloro Residual Libre (mg/L)	Salinidad NaCl (%)	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo
	pH	*CND (µS/cm)	TDS (mg/L)	T (°C)					
2817-2799-2021	7.096	653.7	327.8	15.3	25.00	-	1.3	25/10/2021	10:35 AM
2818-2800-2021	7.246	607.8	303.9	16.8	20.30	-	1.2	25/10/2021	10:35 AM
2819-2801-2021	7.361	575.2	288.0	17.5	19.40	-	1.2	25/10/2021	10:35 AM
2820-2802-2021	7.285	621.7	311.5	17.7	20.80	-	1.3	25/10/2021	10:35 AM
2821-2803-2021	7.420	631.0	315.8	17.6	21.80	-	1.3	25/10/2021	10:35 AM
2822-2804-2021	7.475	632.8	316.9	18.3	23.20	-	1.3	25/10/2021	10:35 AM
2823-2805-2021	6.784	642.9	324.8	18.8	27.40	-	1.3	25/10/2021	11:10 AM
2824-2806-2021	7.234	614.1	307.4	18.7	17.40	-	1.2	25/10/2021	11:10 AM
2825-2807-2021	7.637	614.5	307.2	18.2	18.80	-	1.2	25/10/2021	11:10 AM
2826-2808-2021	7.440	602.2	301.0	18.6	18.90	-	1.2	25/10/2021	11:10 AM
2827-2809-2021	7.574	633.9	317.6	19.3	20.50	-	1.3	25/10/2021	11:10 AM
2828-2810-2021	7.514	645.6	323.4	19.5	22.10	-	1.3	25/10/2021	11:10 AM
2829-2811-2021	7.155	608.7	304.6	19.9	27.20	-	1.2	25/10/2021	11:45 AM
2830-2812-2021	7.244	599.1	299.2	19.9	21.10	-	1.2	25/10/2021	11:45 AM
2831-2813-2021	7.377	616.2	306.1	20.9	18.30	-	1.2	25/10/2021	11:45 AM
2832-2814-2021	7.539	627.7	313.8	21.1	19.10	-	1.3	25/10/2021	11:45 AM
2833-2815-2021	7.621	659.3	329.6	21.0	20.20	-	1.3	25/10/2021	11:45 AM
2834-2816-2021	7.232	672.9	337.2	22.3	21.30	-	1.4	25/10/2021	11:45 AM

T: Temperatura; CND: Conductividad; TDS: Sólidos Totales Disueltos; µS/cm: microsiemens por centímetro; NTU: Unidad Nefelométrica de Turbiedad; mg/L: miligramos por Litro.

METODO DE ENSAYO:

Conductividad (*CND)	Metodo Conductimetrico APHA 2510 B 21 th Ed. 2005
Sólidos Totales Disueltos	Método Electrométrico APHA 2540 C 21 th Ed. 2005
pH	Método Electrométrico APHA -AWWA - WEF. 21th Ed. 2005.
Turbidez	Método Nefelométrico APHA. AWW. WEF. 2130B. 21th Ed. 2005
Cloro	Metodo Colorimetrico (prueba del reactivo DPD)

Moquegua, 29 de octubre del 2021

La reproducción de este Informe, no está permitida sin la autorización de este laboratorio



Ing. Hubert David Quispe Viza

Anexo 7. Resultados de análisis microbiológicos emitidos por el laboratorio acreditado de salud ambiental (DIRESA).



DIRECCION EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL

INFORME DE ENSAYO N° 257.21

I. DATOS GENERALES									
Solicitante: BRAGIAN COAYLA LL. - JHONATAN PEÑA M.				Programa: PARTICULAR					
Establecimiento: --									
Atención: BRAGIAN COAYLA LL. - JHONATAN PEÑA M.									
Departamento: MOQUEGUA				Muestreado: BRAGIAN FREDD COAYLA LLANO					
Provincia: MARISCAL NIETO				Fecha de muestreo: 25/10/2021					
Distrito: MOQUEGUA				Cantidad y Volumen: 18 Fcos de 500 ml. Aprox.					
II. CONTROL DE LABORATORIO									
Fecha de Recepción: 25/10/2021 H: 2:26 PM				ANALISTA: LENY ZHEYLA BEGAZO CARPIO					
Fecha de Ensayo: 25/10/2021 H: 2:32 PM				Fecha de Reporte: 29/10/2021					
III. ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA									
Codigo Ensayo	Muestra			Resultados					
	Tipo	Punto de Muestreo	Hora de Muestreo	Coliformes Totales		Coliformes Termotolerantes		E. coli	Bacterias Heterotróficas
				(UFC/100ml)	(NMP/100ml)	(UFC/100ml)	(NMP/100ml)	(NMP/100ml)	(UFC/ml)
2817-867-21	Agua Superficial	Repetición 1, Muestra control	10:35 AM	--	1.1 x 10 ³	--	3.3 x 10 ²	1.7 x 10 ²	--
2818-868-21	Agua Superficial	Repetición 1, Tratamiento 1 - Dosis (0.01g)	10:35 AM	--	3.3 x 10 ²	--	3.3 x 10 ²	1.7 x 10 ²	--
2819-869-21	Agua Superficial	Repetición 1, Tratamiento 1 - Dosis (0.05g)	10:35 AM	--	1.6 x 10 ³	--	3.5 x 10 ²	1.3 x 10 ²	--
2820-870-21	Agua Superficial	Repetición 1, Tratamiento 1 - Dosis (0.10g)	10:35 AM	--	3.5 x 10 ²	--	1.3 x 10 ²	7.9 x 10	--
2821-871-21	Agua Superficial	Repetición 1, Tratamiento 1 - Dosis (0.15g)	10:35 AM	--	1.7 x 10 ³	--	1.3 x 10 ²	1.3 x 10 ²	--
2822-872-21	Agua Superficial	Repetición 1, Tratamiento 1 - Dosis (0.20g)	10:35 AM	--	9.2 x 10 ²	--	2.2 x 10 ²	2.3 x 10	--
2823-873-21	Agua Superficial	Repetición 2, Muestra control	11:10 AM	--	5.4 x 10 ²	--	3.5 x 10 ²	1.7 x 10 ²	--
2824-874-21	Agua Superficial	Repetición 2, Tratamiento 2 - Dosis (0.01g)	11:10 AM	--	5.4 x 10 ²	--	1.7 x 10 ²	4.9 x 10	--
2825-875-21	Agua Superficial	Repetición 2, Tratamiento 2 - Dosis (0.05g)	11:10 AM	--	9.2 x 10 ²	--	3.5 x 10 ²	1.3 x 10 ²	--
2826-876-21	Agua Superficial	Repetición 2, Tratamiento 2 - Dosis (0.10g)	11:10 AM	--	5.4 x 10 ²	--	2.2 x 10 ²	4.6 x 10	--
2827-877-21	Agua Superficial	Repetición 2, Tratamiento 2 - Dosis (0.15g)	11:10 AM	--	1.1 x 10 ³	--	3.1 x 10 ²	1.1 x 10 ²	--
2828-878-21	Agua Superficial	Repetición 2, Tratamiento 2 - Dosis (0.20g)	11:10 AM	--	2.4 x 10 ²	--	1.3 x 10 ²	1.3 x 10 ²	--
2829-879-21	Agua Superficial	Repetición 3, Muestra control	11:45 AM	--	7.0 x 10 ²	--	4.6 x 10 ²	1.3 x 10 ²	--
2830-880-21	Agua Superficial	Repetición 3, Tratamiento 3 - Dosis (0.01g)	11:45 AM	--	2.4 x 10 ²	--	1.3 x 10 ²	7.9 x 10	--
2831-881-21	Agua Superficial	Repetición 3, Tratamiento 3 - Dosis (0.05g)	11:45 AM	--	3.5 x 10 ²	--	1.3 x 10 ²	3.3 x 10	--
2832-882-21	Agua Superficial	Repetición 3, Tratamiento 3 - Dosis (0.10g)	11:45 AM	--	5.4 x 10 ²	--	1.3 x 10 ²	7.9 x 10	--
2833-883-21	Agua Superficial	Repetición 3, Tratamiento 3 - Dosis (0.15g)	11:45 AM	--	5.4 x 10 ²	--	1.7 x 10 ²	4.9 x 10	--
2834-884-21	Agua Superficial	Repetición 3, Tratamiento 3 - Dosis (0.20g)	11:45 AM	--	2.8 x 10 ²	--	7.0 x 10	7.0 x 10	--
Nota: Limite Deteccion del Metodo "LDM: < 1 (UFC/100 mL)"									
IV. METODOLOGIA									
Método Estandarizado de Fermentación de Tubos Múltiples. APHA, AWW, WEF. Part. 9221B. (21th ed. 2005). Para Numeración de Coliformes Totales.									
Método Estandarizado de Fermentación de Tubos Múltiples. APHA, AWW, WEF. Part. 9221 E-1. E-2. (21th ed. 2005). Para Numeración de Coliformes Fecales									
Método Estandarizado de Fermentación de Tubos Múltiples usando medio EC-MUG. APHA, AWW, WEF. Part. 9221 F-1. (21th ed. 2005). Para Numeración de Escherichia coli									

NOTA: Los resultados emitidos en el presente informe son sólo válidos para la muestra remitida al Laboratorio.

Muestra Agitada en el ensayo, el cual se ha efectuado según lo solicitado en cadena de Custodia.

RFCM/DESA
LZBC/UFLSA

Leny Zheylya Begazo Carpio
BIOLOGO
C. R. P. 2488

MOQUEGUA, 29 de Octubre del 2021

La reproducción de este Informe, no está permitida sin la autorización de este laboratorio.

PAG. 1/1

Anexo 8. Estándares de calidad ambiental para agua (33).

Categoría 1: Poblacional y Recreacional				
Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable				
Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(µS/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂ ⁻) (d)	mg/L	3	3	**
Amoniaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C ₁ - C ₂₄)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos	(e)	1,0	1,0	1,0
Bromoformo	mg/L	0,1	**	**
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodoclorometano	mg/L	0,06	**	**
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2 Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2 Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
BTEX				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
Organofosforados				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
Organoclorados				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
Carbamato				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
II. CIANOTOXINAS				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
III. BIFENILOS POLICLORADOS				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	0	**	**
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos) (f)	N° Organismo/L	0	<5x10 ⁴	<5x10 ⁶

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de la filtración simple.

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO₃⁻-N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO₃⁻).

Anexo 9. Certificado de calibración Turbidímetro



CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L.

**CERTIFICADO DE CALIBRACION
N° CT-12974-19**

SOLICITANTE : GERENCIA REGIONAL DE SALUD MOQUEGUA
DIRECCION : Av. Bolivar S/N - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO – MOQUEGUA
FECHA DE CALIBRACION : 27 de Agosto del 2019

INSTRUMENTO : TURBIDIMETRO DE INDICACION DIGITAL
FABRICANTE : HACH
MODELO : 2100Q
SERIE : 19010C073476

CONDICIONES DE CALIBRACION

Temperatura ambiental: Inicial : 22.1 °C Final : 21.9 °C
Humedad relativa: Inicial : 58 % Final : 59 %

METODO DE CALIBRACION

La calibración se realizó utilizando el Instructivo IQ-CMO-04 empleando estándares certificados.

ESTANDARES UTILIZADOS

- Set de Estándares Primarios Stabcal Hach Cat. 2659405 Lote A6319.
- Estándares Secundarios de Turbidez Gelex 0-10 / 0-100 / 0-1000 NTU Lotes A4914/ A3828 / A4735.

RESULTADOS

- Los resultados de la calibración se muestran en la página 02 del presente documento.
- Para la estimación de la incertidumbre se ha utilizado un factor de cobertura $K = 2$ con un nivel de confianza de 95%.

OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

CONCLUSIONES

- El instrumento se encuentra operativo y cumple con las tolerancias indicadas en el manual de usuario.

Realizado por:


JORGE L. TIRADO ROCA

FE: Abr 12
FR:



FOCAL-01
Página 1 de 2



RESULTADOS DE LA CALIBRACION

CALIBRACION (AJUSTE)

Valor del Standard (NTU)	Valor ajustado (NTU)
< 0.1	0.1
20	20
100	100
800	800

VERIFICACION DE LA CALIBRACION

Valor Nominal Standard	Valores Obtenidos (NTU)	Promedio (NTU)	Incertidumbre (NTU)	Error Máximo Permissible
0 - 10 NTU	5.42	5.43	± 0.02	4 - 6 NTU
	5.48			
	5.39			

Valor Nominal Standard	Valores Obtenidos (NTU)	Promedio (NTU)	Incertidumbre (NTU)	Error Máximo Permissible
10 - 100 NTU	52.5	52.27	± 0.1	40 - 60 NTU
	51.9			
	52.4			

Valor Nominal Standard	Valores Obtenidos (NTU)	Promedio (NTU)	Incertidumbre (NTU)	Error Máximo Permissible
100 - 1000 NTU	532	532.3	± 2	400 - 600 NTU
	528			
	537			

INDICACIONES

- Los resultados de la calibración son válidos solo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.
- CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que puede ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
- Este certificado de Calibración es trazable a patrones nacionales e internacionales los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
- Este certificado de calibración no podrá ser reproducida total o parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L.

FE: Abr 12
FR:

FQ-CAL-01
Página 2 de 2

Anexo 10. Certificado de calibración Conductímetro



CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L.

**CERTIFICADO DE CALIBRACION
N° CT-12971-19**

SOLICITANTE : GERENCIA REGIONAL DE SALUD MOQUEGUA
DIRECCION : Av. Bolivar S/N - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO – MOQUEGUA
FECHA DE CALIBRACION : 27 de Agosto del 2019

INSTRUMENTO : CONDUCTIMETRO DE INDICACION DIGITAL
FABRICANTE : HANNA INSTRUMENTS
MODELO : HI9835
NUMERO DE SERIE : N1661862

CONDICIONES DE CALIBRACION

Temperatura ambiental: Inicial : 22.3 °C Final : 22.1 °C
Humedad relativa: Inicial : 59 % Final : 60 %

METODO DE CALIBRACION

La calibración se realizó mediante el procedimiento PCAL-CMO-02 "Calibración de Conductímetros".

ESTANDARES UTILIZADOS

- Solución de Conductividad de 84 uS/cm Marca Hanna Lote 4934 (Ajuste).
- Solución de Conductividad de 84 uS/cm Marca Hanna Lote 5791 (Verificación).
- Solución de Conductividad de 1413 uS/cm Marca Hanna Lote 4098 (Ajuste).
- Solución de Conductividad de 1413 uS/cm Marca HANNA Lote 5136 (Verificación).

OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- Para la estimación de la incertidumbre se ha utilizado un factor de cobertura $K = 2$ con un nivel de confianza de 95%.

Realizado por :


JORGE L. TIRADO ROCA



CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L.
Departamento de Metrología

FE:AM 12
FR:

RQ-CAL-01
Página 1 de 2



RESULTADOS DE LA CALIBRACION

CALIBRACION (AJUSTE)

Valor de la Solución (uS/cm)	Valor ajustado (uS/cm)
84	84.0
1413	1413

VERIFICACION DE LA CALIBRACION

Valor Nominal Solución a 25 °C	Valores Obtenidos (uS/cm)	Desviación (uS/cm)	Promedio (uS/cm)	Incertidumbre (uS/cm)
84 uS/cm	84.15	0.15	84.22	± 1.00
	84.22	0.22		
	84.30	0.30		

Valor Nominal Solución a 25 °C	Valores Obtenidos (uS/cm)	Desviación (uS/cm)	Promedio (uS/cm)	Incertidumbre (uS/cm)
1413 uS/cm	1415	2	1414.67	± 5
	1415	2		
	1414	1		

INDICACIONES

- Los resultados de la calibración son válidos solo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.
- CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que puede ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
- Este certificado de Calibración es trazable a patrones nacionales e internacionales los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
- Este certificado de calibración no podrá ser reproducida total o parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L.

FE: Abr 12
RF:

RQ-CAL-01
Página 2 de 2

Anexo 11. Certificado de calibración pH Meter



CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L.

**CERTIFICADO DE CALIBRACION
N° CT-12972-19**

SOLICITANTE : GERENCIA REGIONAL DE SALUD MOQUEGUA
DIRECCION : Av. Bolivar S/N - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO – MOQUEGUA
FECHA DE CALIBRACION : 27 de Agosto del 2019

INSTRUMENTO : PH METRO DE INDICACION DIGITAL
FABRICANTE : WTW
MODELO : pH 3210
SERIE : 09210507

CONDICIONES DE CALIBRACION

Temperatura ambiental: Inicial : 21.6 °C Final : 21.8 °C
Humedad relativa: Inicial : 59 % Final : 58 %

METODO DE CALIBRACION

La calibración se realizó mediante el procedimiento PCAL-CMO-01 "Calibración de pH metros".

ESTANDARES UTILIZADOS

- Buffer de pH 4 Marca MERCK Lote HC54623591 (Ajuste).
- Buffer de pH 7 Marca MERCK Lote HC55199257 (Ajuste).
- Buffer de pH 10 Marca MERCK Lote HC43513284 (Ajuste).
- Buffer de pH 4 Marca MERCK Lote HC55569763 (Verificación).
- Buffer de pH 7 Marca MERCK Lote HC42255189 (Verificación).
- Buffer de pH 10 Marca MERCK Lote HC41952975 (Verificación).

OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- Para la estimación de la incertidumbre se ha utilizado un factor de cobertura $K = 2$ con un nivel de confianza de 95%.

Realizado por :


.....
JORGE L. TIRADO ROCA



CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L.
Departamento de Metrología

FE: Abr 12
FR:

FQ-CAL-01
Página 1 de 2



RESULTADOS DE LA CALIBRACION

CALIBRACION (AJUSTE)

Valor del Buffer (pH)	Valor ajustado (pH)
4.00	4.000
7.00	7.000
10.00	10.000

VERIFICACION DE LA CALIBRACION

Valor Nominal Solución a 20 °C	Valores Obtenidos (pH)	Desviación (pH)	Promedio (pH)	Incertidumbre (\pm pH)
4.00 pH	4.001	0.001	4.002	0.005
	4.001	0.001		
	4.003	0.003		

Valor Nominal Solución a 20 °C	Valores Obtenidos (pH)	Desviación (pH)	Promedio (pH)	Incertidumbre (\pm pH)
7.00 pH	7.002	0.002	7.002	0.005
	7.001	0.001		
	7.003	0.003		

Valor Nominal Solución a 20 °C	Valores Obtenidos (pH)	Desviación (pH)	Promedio (pH)	Incertidumbre (\pm pH)
10.00 pH	10.002	0.002	10.002	0.010
	10.002	0.002		
	10.003	0.003		

INDICACIONES

- Los resultados de la calibración son válidos solo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producción.
- CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que puede ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
- Este certificado de Calibración es trazable a patrones nacionales e internacionales los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
- Este certificado de calibración no podrá ser reproducida total o parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L.

FE: Abr 12
FR:

PQ-CAL-01
Página 2 de 2

Anexo 12. Certificado de calibración Balanza



CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L.

**CERTIFICADO DE CALIBRACION
N° CT-16412-21**

SOLICITANTE : GERENCIA REGIONAL DE SALUD MOQUEGUA
DIRECCION : Av. Bolivar S/N - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA
FECHA DE CALIBRACION : 03 de Noviembre del 2021

INSTRUMENTO : Balanza	CODIGO : NO INDICA
FABRICANTE : OHAUS	CAPACIDAD MAXIMA : 210 g
MODELO : PA214	DIVISION DE LA ESCALA (d) : 0.1 mg
SERIE : 8332030181	DIV. DE LA VERIFICACION (e) : 0.1 mg
TIPO : Electrónica	COEF. DE DERIVA DE TEMP. : 6E-6
CLASE : I	ΔT LOCAL : 3.3 °C

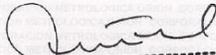
ESTABILIZACION TERMICA
Temperatura superficial promedio de las pesas : 19.5 °C
Temperatura ambiente : 22.8 °C
Tiempo de estabilización de las pesas : 1 Hora

METODO DE CALIBRACION
El instrumento de la referencia ha sido calibrado de acuerdo al "Procedimiento para la calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II (PC-011) INACAL.

ESTANDARES UTILIZADOS
- Pesas Heusser Neweigh con certificados de calibración N° 16517-21

RESULTADOS
Los resultados de la calibración se muestran en las siguientes páginas del presente documento.
La incertidumbre de la medición es calculada con un factor de cobertura $k = 2$ para un nivel de confianza aproximado del 95%.

OBSERVACIONES
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- Ajustar el nivel de la balanza y la indicación en cero antes de cada medición.


JÓRGE LUIS TIRADO ROCA
INGENIERO INDUSTRIAL
Reg. CIP N° 267570

FE: Abr 12
FR:



Página 1 de 3



CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L.

CERTIFICADO N° CT-16412-21

INSPECCION VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	N/A	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACION	TIENE
SISTEMA DE TRABA	N/A		

N/A : No Aplicable

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura °C	Inicial	Final	H.R. %	Inicial	Final
	23.5	23.7		52.2	52.4

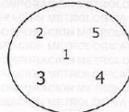
Medición N°	Carga L1= 105 g			Carga L2=210 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	105.0000	1	-0.5	210.0000	1	-0.5
2	105.0000	1	-0.5	210.0000	1	-0.5
3	105.0000	1	-0.5	210.0000	1	-0.5
4	105.0000	1	-0.5	210.0000	1	-0.5
5	105.0000	1	-0.5	210.0000	1	-0.5
6	105.0000	1	-0.5	210.0000	1	-0.5
7	105.0000	1	-0.5	210.0000	1	-0.5
8	105.0000	1	-0.5	210.0000	1	-0.5
9	105.0000	1	-0.5	210.0000	1	-0.5
10	105.0000	1	-0.5	210.0000	1	-0.5

Diferencia Máxima encontrada	0.0	Diferencia Máxima encontrada	0.0
Error máximo permisible (±)	0.3 mg	Error máximo permisible (±)	0.3 mg

$E = I + 1/2e - \Delta L - L$

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las cargas



Temperatura °C	Inicial	Final
	23.4	23.6

Posición de la carga	Determinación de Eo				Determinación de Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	1 mg	0.0010	1	-0.5	70 g	70.0000	1	-0.5	0.0
2		0.0010	1	-0.5		70.0000	1	-0.5	0.0
3		0.0010	1	-0.5		70.0000	1	-0.5	0.0
4		0.0010	1	-0.5		70.0000	1	-0.5	0.0
5		0.0010	1	-0.5		70.0000	1	-0.5	0.0

Error Máximo Permisible (±)	0.3 mg
-----------------------------	--------

FE Ab 12
FR

FQ CAL 01
Página 2 de 3



CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L.

CERTIFICADO N° CT-16412-21

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura °C	Inicial	Final	H.R. %	Inicial	Final
	23.3	23.5		52.5	52.4

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ± (mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0.001	0.0010	1	-0.5						
0.01	0.0100	1	-0.5	0.0	0.0100	1	-0.5	0.0	0.1 mg
0.5	0.5000	1	-0.5	0.0	0.5000	1	-0.5	0.0	0.1 mg
1	1.0000	1	-0.5	0.0	1.0000	1	-0.5	0.0	0.1 mg
5	5.0000	1	-0.5	0.0	5.0000	1	-0.5	0.0	0.1 mg
10	10.0000	1	-0.5	0.0	10.0000	1	-0.5	0.0	0.2 mg
20	20.0000	1	-0.5	0.0	20.0000	1	-0.5	0.0	0.2 mg
50	50.0000	1	-0.5	0.0	50.0000	1	-0.5	0.0	0.3 mg
70	70.0000	1	-0.5	0.0	70.0000	1	-0.5	0.0	0.3 mg
100	100.0000	1	-0.5	0.0	100.0000	1	-0.5	0.0	0.3 mg
120	120.0000	1	-0.5	0.0	120.0000	1	-0.5	0.0	0.3 mg
150	150.0000	1	-0.5	0.0	150.0000	1	-0.5	0.0	0.3 mg
210	210.0000	1	-0.5	0.0	210.0000	1	-0.5	0.0	0.3 mg

- I : Lectura de la balanza
- E : Error encontrado
- Ec : Error en cero
- Ec : Error corregido
- ΔL : Carga incrementada

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DE MEDICION (MAXIMA) : $U_{max} = 0.19 \text{ mg}$

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DE MEDICION : $U = 0.19 \text{ mg} + 0.000000312 \times I \text{ g}$

LECTURA CORREGIDA DE LA BALANZA : $I(L)_{corregida} = I(L) + 1.67E-07 \times I(L)$

INDICACIONES

- Los resultados de la calibración son válidos solo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.
- CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que puede ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
- Este certificado de Calibración es trazable a patrones nacionales e internacionales los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
- Este certificado de calibración no podrá ser reproducida total o parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L.

FE Abr 12

FR

Página 3 de 3

Anexo 13. Certificado de calibración Estufa



CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L.

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° CT-16407-21

SOLICITANTE : GERENCIA REGIONAL DE SALUD MOQUEGUA
DIRECCION : Av. Bolivar S/N - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO – MOQUEGUA
FECHA DE CALIBRACION : 03 de Noviembre del 2021
TEMP. DE TRABAJO : 130 ± 2 °C

EQUIPO	: ESTUFA	ALCANCE	: 50 A 220 °C
FABRICANTE	: MEMMERT	RES. MINMA	: 0.5 °C
MODELO	: UE500	VENTILACION	: TRASERA
NUMERO DE SERIE	: c599.0034	CARGA	: SIN CARGA
SELECTOR	: TERMOCONTROLADOR	CODIGO	: EQ.ES.04

CONDICIONES DE CALIBRACION

Temperatura Ambiental : 22.6 °C
Humedad Relativa : 53.5 %

METODO DE CALIBRACION

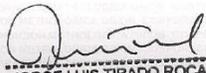
La calibración se efectuó tomando como referencia el "Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático" del INACAL (PC-018).

ESTANDARES UTILIZADOS

- Termómetro Escaneador DIGI - SENSE Modelo 69200-00 Serie N° 216372 con Certificado de Calibración INNOCAL N° T54370842.
- 10 Termocuplas Tipo K COLE PARMER Cat. N° 93631-11 Series N° G00004792, G00036237, G00009583, G00028581, G0006492, G00008371, G00046720, G00053861, G00003491, G00000967 con Cert. de Cal. N° N° 84691-01, 84691-02, 84691-03, 84691-04, 84691-05, 84691-06, 84691-07, 84691-08, 84691-09, 84691-10.

OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- Para la estimación de la incertidumbre se ha utilizado un factor de cobertura $K = 2$ con un nivel de confianza de 95%.
- El controlador de temperatura se programó en 130 °C .
- La periodicidad de la calibración esta en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.
- El equipo **CUMPLE** con la tolerancia de la temperatura de trabajo.


JORGE LUIS TIRADO ROCA
INGENIERO INDUSTRIAL
Reg. CIP N° 267570

FE: Abr 12
FR:



CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L.
Departamento de Metrologia

FOCAL-01
Página 1 de 6



CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L.

CERTIFICADO N° CT-16407-21

CALIBRACION PARA 130 ± 2 °C

TIEMPO (min.)	TEMPERATURAS CORREGIDAS EN LAS POSICIONES DE MEDICION (°C)										T prom (°C)	Tmax -Tmin (°C)
	NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	130.5	129.6	130.1	130.6	129.5	130.1	130.0	129.3	131.4	130.6	130.2	2.1
2	130.9	129.2	129.7	130.1	129.9	129.3	130.4	129.2	131.0	130.2	130.0	1.8
4	130.6	129.0	129.7	130.7	129.6	129.9	130.3	130.0	130.6	130.1	130.1	1.7
6	129.7	129.4	130.1	131.2	129.9	129.5	130.2	130.1	129.9	130.0	130.0	1.8
8	129.6	128.6	129.5	130.9	130.0	130.1	131.1	130.0	129.4	129.4	129.9	2.5
10	130.0	128.4	130.2	128.9	129.6	129.4	131.4	130.9	129.8	130.1	129.9	3.0
12	130.5	129.6	129.3	128.7	129.3	130.6	131.0	131.2	129.5	128.9	129.9	2.5
14	130.4	130.2	130.1	129.3	130.7	129.2	130.3	130.2	129.6	128.9	129.9	1.8
16	130.8	129.9	130.3	129.7	131.0	128.5	130.7	130.2	129.7	128.4	129.9	2.6
18	130.7	130.6	129.7	130.1	130.1	130.1	129.7	130.5	130.6	129.4	130.2	1.3
20	130.2	129.6	129.9	130.0	130.9	129.5	129.5	130.9	130.0	128.9	129.9	2.0
22	129.9	129.3	129.4	130.3	130.4	130.2	130.1	131.2	130.6	129.4	130.1	1.9
24	130.1	129.7	130.6	130.1	129.6	129.3	129.3	131.3	130.1	130.3	130.0	2.0
26	130.6	129.6	130.8	130.5	130.1	130.1	129.6	130.9	129.9	130.0	130.2	1.3
28	129.7	129.9	130.3	130.6	130.6	130.3	129.3	131.4	130.4	130.2	130.3	2.1
30	130.8	130.0	130.1	130.2	130.2	129.7	130.1	130.6	129.7	128.9	130.0	1.9
32	130.4	129.6	130.6	130.1	129.4	129.9	129.8	130.8	130.4	130.1	130.1	1.4
34	130.7	129.9	130.1	129.9	129.8	129.4	129.6	130.1	131.5	129.4	130.0	2.1
36	130.3	129.5	130.7	129.4	129.0	130.6	130.4	130.5	130.8	130.8	130.2	1.8
38	130.6	130.1	129.6	130.1	129.5	131.2	129.4	130.0	131.1	130.2	130.2	1.8
40	129.9	129.4	129.4	128.7	130.3	130.4	129.8	130.5	130.6	130.6	130.5	1.9
42	130.8	130.6	130.1	128.9	130.7	130.2	129.4	131.1	129.7	130.1	130.2	2.2
44	131.1	129.2	130.6	128.5	130.5	130.3	129.5	131.4	129.6	130.0	130.1	2.9
46	131.3	128.5	130.8	128.5	130.3	130.7	129.5	130.9	129.6	130.2	130.0	2.8
48	129.6	129.7	130.2	129.1	130.7	130.3	130.1	129.8	129.1	129.7	129.8	1.6
50	129.8	128.9	130.2	130.3	130.3	129.9	129.5	130.7	128.9	129.4	129.8	1.8
52	129.9	129.7	130.1	130.0	129.9	129.7	129.9	130.2	128.5	129.7	129.8	1.7
54	129.5	130.3	130.6	130.4	129.7	130.1	130.7	130.5	129.3	129.3	130.0	1.4
56	129.7	130.0	130.8	129.9	130.1	130.5	130.2	130.3	128.5	129.8	130.0	2.3
58	129.7	130.2	130.4	130.6	130.5	130.5	130.0	131.2	129.2	129.6	130.2	2.0
60	129.1	130.5	130.4	130.1	130.5	129.4	130.9	131.0	129.0	129.6	130.1	2.0
T.PROM	130.2	129.6	130.1	129.9	130.1	130.0	130.1	130.5	129.9	129.7	130.0	
T. MAX	131.3	130.6	130.8	131.2	131.0	131.2	131.4	131.4	131.5	130.8		
T. MIN	129.1	128.4	129.3	128.5	129.0	128.5	129.3	129.2	128.5	128.4		
DTT	2.2	2.2	1.5	2.7	2.0	2.7	2.1	2.2	3.0	2.4		

FE: Abr 12
FR:

RQ-CAL-01
Página 2 de 6



CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L.

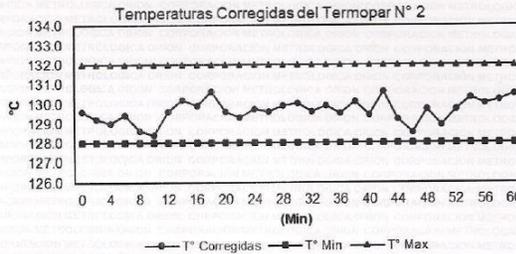
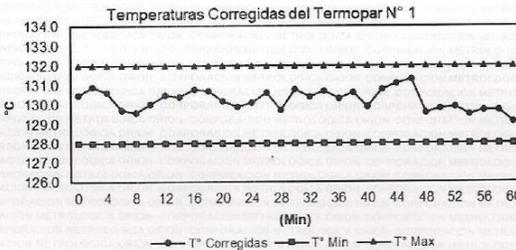
CERTIFICADO N° CT-16407-21

RESULTADOS

PARAMETROS	TEMPERATURA (°C)	INCERTIDUMBRE ± (°C)
Indicación promedio del termopar patrón	130.0	0.2
Desviación en el tiempo	3.0	0.2

- T.PROM** : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T.prom** : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
- T.MAX** : Temperatura máxima
- T.MIN** : Temperatura mínima
- DTT** : Desviación de Temperatura en el Tiempo

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" esta dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.



FE: Abr 12

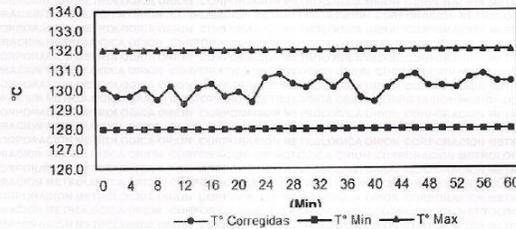
Página 3 de 6



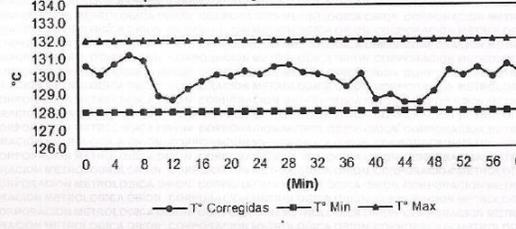
CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L.

CERTIFICADO N° CT-16407-21

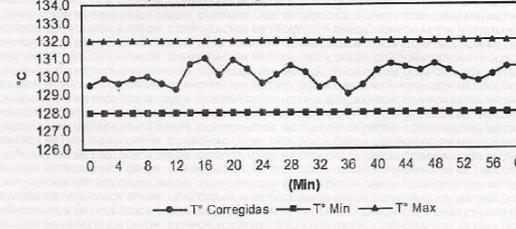
Temperaturas Corregidas del Termopar N° 3



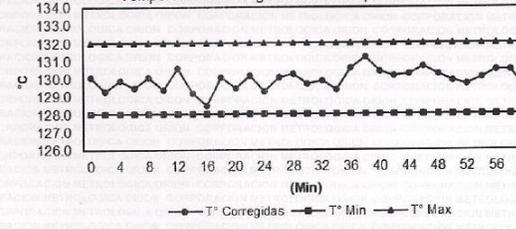
Temperaturas Corregidas del Termopar N° 4



Temperaturas Corregidas del Termopar N° 5



Temperaturas Corregidas del Termopar N° 6



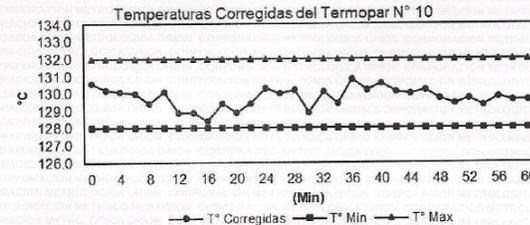
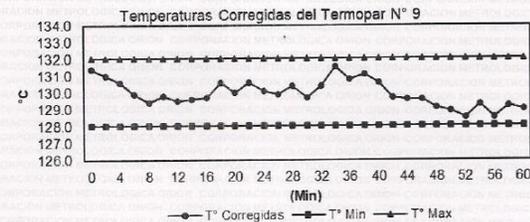
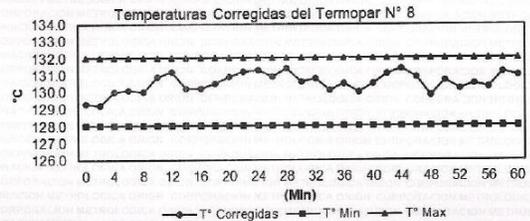
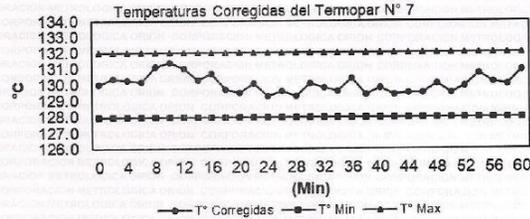
FE: Abr 12

Página 4 de 6



CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L.

CERTIFICADO N° CT-16407-21



FE: Abr 12

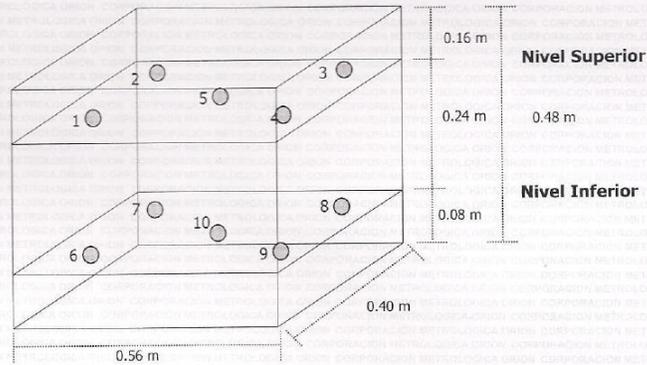
RQ: Cal. 01
Página 5 de 6



CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L.

CERTIFICADO N° CT-16407-21

GRAFICO DEL EQUIPO



DISTRIBUCION DE LOS TERMOPARES

- Los puntos 1,2,3,4,6,7,8 y 9 están ubicados a 5 cm equidistantes de sus esquinas respectivas.
- Los puntos 5 y 10 se encuentran ubicados en el centro de cada nivel.

INDICACIONES

- Los resultados de la calibración son válidos solo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.
- CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que puede ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
- Este certificado de Calibración es trazable a patrones nacionales e internacionales los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
- Este certificado de calibración no podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de CORPORACION METROLOGICA ORION S.R.L.

FE: Abt 12
FR:

RQ-CAL-01
Página 6 de 6

Anexo 14. Panel fotográfico



Figura 11. Penca de tuna.



Figura 12. Lavado de la penca de tuna.



Figura 13. Cortado y extracción del mucilago de la penca de tuna.



Figura 14. Deshidratación del mucilago a 60 °C por tres días.



Figura 15. Mucilago deshidratado.



Figura 16. Trituración del mucilago deshidratado.



Figura 17. Tamizado del polvo del mucilago.



Figura 18. Dosis de 0.01g.

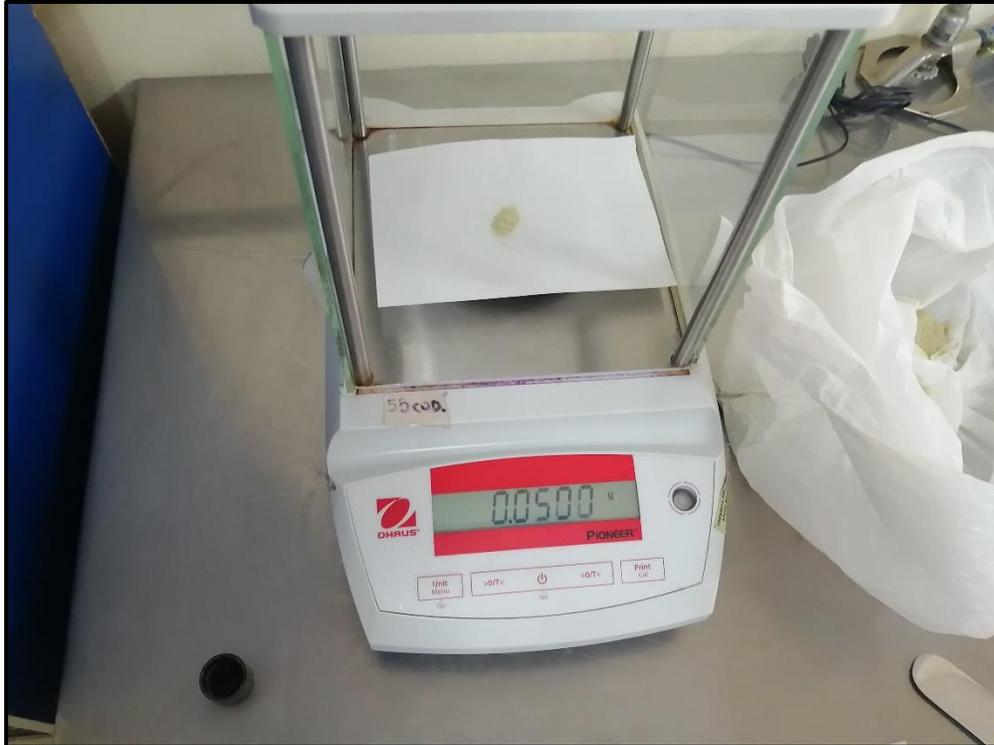


Figura 19. Dosis de 0.05g.

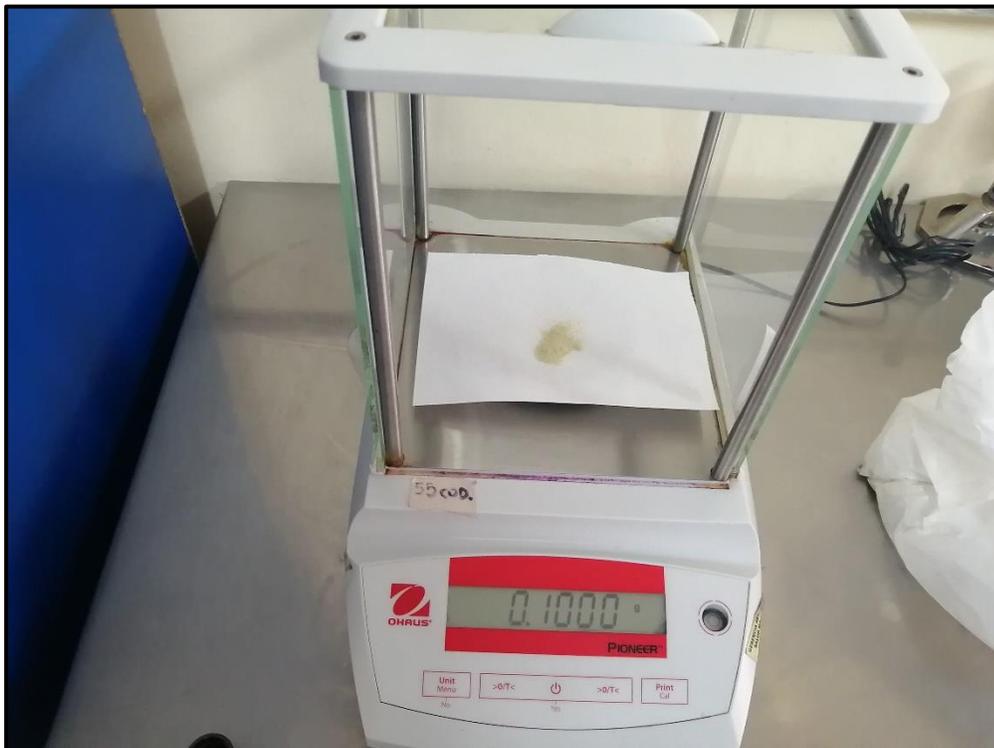


Figura 20. Dosis de 0.10g.



Figura 21. Dosis de 0.15g.



Figura 22. Dosis de 0.20g.



Figura 23. Rotulado de las dosis para el tratamiento de agua.



Figura 24. Ingreso de la PTAP Chen Chen.

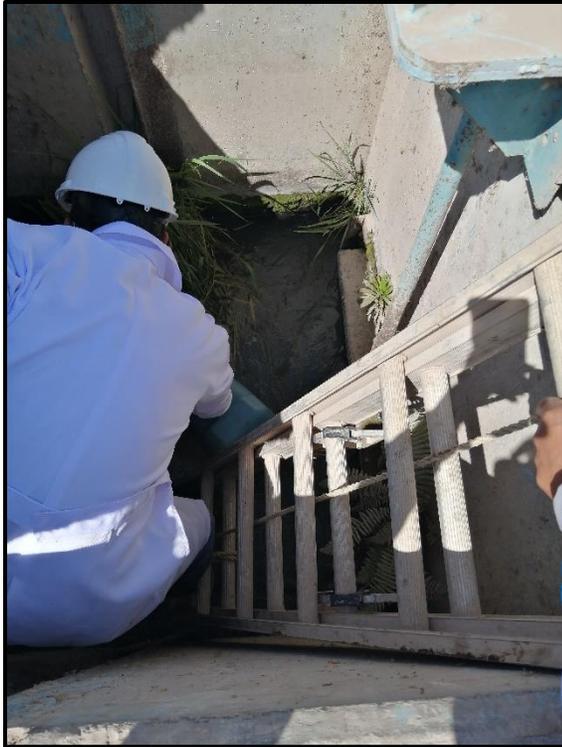


Figura 25. Toma de muestra de agua cruda.



Figura 26. Programación en prueba de jarras de 250 RPM.



Figura 27. Programación en prueba de jarras de 48 RPM.



Figura 28. Programación en prueba de jarras de 26 RPM.



Figura 29. Programación en prueba de jarras de 13 RPM.



Figura 30. Tratamiento del agua cruda con el coagulante natural.

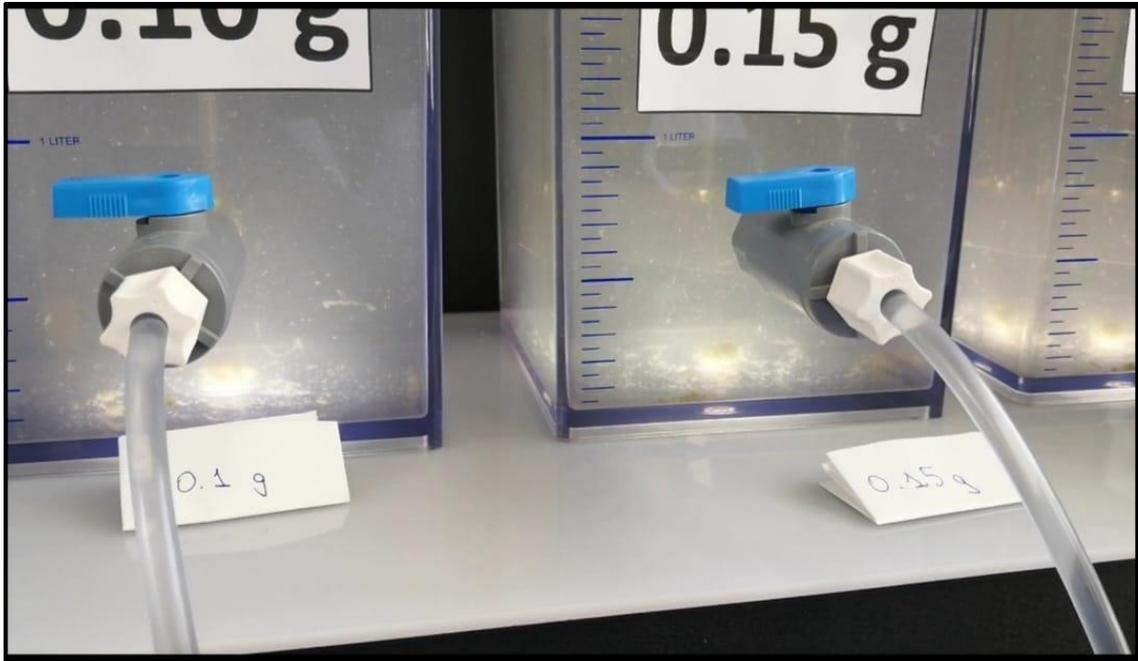


Figura 31. Formación de flocs.



Figura 32. Toma de muestra después del tratamiento para análisis fisicoquímicos y microbiológicos.



Figura 33. Almacenamiento de muestras para llevar al laboratorio.