



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



**OBTENCIÓN DE COAGULANTE NATURAL A PARTIR DE LAS
SEMILAS DE DURAZNO (*Prunus Persica*) Y PALTA (*Persea
Americana*) PARA REMOCIÓN DE TURBIEDAD EN LA PLANTA
DE TRATAMIENTO EMSAPUNO S.A**

TESIS

PRESENTADA POR:

MARISOL CUTIPA LLANOS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO

PUNO - PERÚ

2024



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**OBTENCIÓN DE COAGULANTE NATURAL
A PARTIR DE LAS SEMILAS DE DURAZNO
O (Prunus Persica) Y PALTA (Persea**

AUTOR

Marisol Cutipa Llanos

RECuento DE PALABRAS

32367 Words

RECuento DE CARACTERES

172903 Characters

RECuento DE PÁGINAS

170 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.1MB

FECHA DE ENTREGA

Jul 31, 2024 11:30 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jul 31, 2024 11:32 AM GMT-5

● 17% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)



Teófilo Donares Flores, D.Sc.
INGENIERO QUIMICO
CIP. 59551



D. Sc. German Quille Chisaya
INGENIERO QUIMICO
CIP. 55475

Resumen



DEDICATORIA

La presente tesis va dedicada en primera instancia a Dios, por regalarme los maravillosos padres Jesús y Celsa quienes me acompañan en cada paso que doy, por su constante lucha de ayudarme a lograr mis objetivos y metas para así concluir mi carrera profesional.

A mi hija Aysel Caeli por ser la fortaleza de mis debilidades y el motivo de mis éxitos, la compañera de mis desvelos y la calma de mis aflicciones.

A mis hermanos Luzmila, Lourdes ,Mateo y Elvis por brindarme siempre su cariño, y su apoyo incondicional, por sus palabras de aliento y perseverancia para hacer de mí una persona insistente.

A mi amigo Javier F. por guiarme y orientarme moralmente en la realización de mi tesis.

A mis amigos, que de alguna u otra manera han contribuido para el logro de mis objetivos y metas.

Marisol Cutipa Llanos



AGRADECIMIENTOS

A Dios por su bendición, por su inmenso amor y por darme la dicha de compartir el logro de mis metas junto a mis seres queridos.

A mi Alma mater, la Universidad Nacional del Altiplano puno, a mi escuela profesional Ingeniería Química por brindarme la formación profesional a lo largo de estos 5 años de estudio.

A mi asesor (Dr.) Teófilo Donaires Flores por su paciencia, apoyo y enseñanzas brindadas en la realización de este trabajo

Marisol Cutipa Llanos



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	19
ABSTRACT.....	20
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	22
1.1.1 Formulación del Problema General	23
1.1.2 Formulación de Problemas Específicos	23
1.2 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
1.2.1 Hipótesis General.....	24
1.2.2 Hipótesis Específico	24
1.3 JUSTIFICACIÓN	25
1.3.1 Justificación Ambiental	26
1.3.2 Justificación Científico-Tecnológico	26
1.3.3 Justificación Social	27



1.4	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
1.4.1	Objetivo General.....	27
1.4.2	Objetivos específicos	27

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1	MARCO TEÓRICO	29
2.1.1	Generalidades del Agua.....	29
2.1.2	Importancia del Agua.....	29
2.1.3	Contaminación del agua.....	30
2.1.4	Tipos de contaminantes del Agua.....	30
2.1.5	Características Físicas.....	30
2.1.6	Características Químicas.....	33
2.1.7	Características Biológicas.....	37
2.1.8	Coagulación	37
2.1.9	Floculación.....	52
2.1.10	Sedimentación	56
2.1.11	Generalidades de la Palta.....	57
2.1.12	Usos de la palta.....	66
2.1.13	Usos de los residuos de palta	66
2.1.14	Composición química	67
2.1.15	Propiedades nutricionales y composición de la palta	67
2.1.16	Generalidades del durazno.....	69



2.1.17	Variedades del durazno cultivadas en el Perú	75
2.1.18	Composición química del durazno	77
2.1.19	Propiedades del durazno	78
2.1.20	Valor nutricional	78
2.1.21	Principales usos.....	79
2.1.22	Plantas de tratamiento de agua o plantas potabilizadoras.....	79
2.1.23	Potabilización del agua	80
2.1.24	Proceso de potabilización del agua.....	80
2.1.25	Test de Jarras	83
2.2	MARCO CONCEPTUAL.....	85
2.2.1	Durazno.....	85
2.2.2	Semilla	85
2.2.3	Taninos.....	85
2.2.4	Palta	86
2.2.5	Espectrofotometría infrarroja.....	86
2.2.6	Agua.....	86
2.2.7	Contaminación del agua.....	86
2.2.8	Tratamiento.....	87
2.2.9	Agua potable	87
2.2.10	Calidad del agua.....	87
2.2.11	Contaminación por un floculante.....	88
2.2.12	Alcalinidad.....	88



2.2.13 Estándares de calidad ambiental ECA	89
2.2.14 Límites máximos permisibles LMP.....	89
2.2.15 Turbidez.....	89
2.2.16 Coagulante:	90
2.2.17 Coagulantes en el tratamiento de aguas	90
2.2.18 Mezcla rápida.....	90
2.2.19 Floculantes	90
2.2.20 Partículas en suspensión	91
2.2.21 Coloides	91
2.2.22 Aluminio	91
2.2.23 Aluminio residual	92
2.3 ANTECEDENTES DEL PROYECTO	93
2.3.1 Antecedentes internacionales.....	93
2.3.2 Antecedentes nacionales	96
2.3.3 Antecedentes regionales	100

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO	102
3.1.1 Ubicación Geográfica:	102
3.1.2 Ubicación política:	102
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	103
3.2.1 Población	103



3.2.2	Muestra	103
3.3	METODOLOGÍA.....	103
3.3.1	Tipo de investigación.....	103
3.3.2	Materiales , Equipos y Reactivos.....	104
3.4	MÉTODO EXPERIMENTAL.....	105
3.4.1	Preparación de los coagulantes naturales.....	105
3.4.2	Caracterización del coagulante natural	106
3.4.3	Caracterización fisicoquímica de ambos extractos obtenidos como coagulante natural.	107
3.4.4	Evaluación de los parámetros físico- químicos del agua cruda en la planta de tratamiento de agua potable (PTAP)	107
3.4.5	Ensayos de coagulación-floculación.....	108
3.4.6	Evaluación de la dosis óptima para remoción de turbiedad.....	110
3.4.7	Análisis de datos para demostrar la eficiencia del coagulante.....	112
3.5	DISEÑO ESTADÍSTICO	112
3.6	VARIABLES	114
3.6.1	Variables independientes	114
3.6.2	Variables dependientes	114
3.6.3	Variables intervinientes	114

CAPÍTULO IV

RESULTADOS DE DISCUSIÓN

4.1	RESULTADOS	115
------------	-------------------------	------------



4.1.1	Evaluación de los parámetros físico-químicos del agua cruda al ingreso de la planta de tratamiento de agua potable (PTAP).....	115
4.1.2	Caracterización físico química de las semillas de durazno(<i>prunus pérsica</i>) y palta (<i>persea americana</i>).....	116
4.1.3	Caracterización físico-química del coagulante natural de semillas de durazno (<i>prunus pérsica</i>) y palta (<i>persea americana</i>)	117
4.1.4	Dosis del coagulante natural de las semillas de durazno (<i>prunus pérsica</i>) y palta (<i>persea americana</i>) aplicadas al agua cruda en la planta de tratamiento.....	118
4.1.5	Eficiencia del coagulante natural de las semillas de durazno(<i>prunus pérsica</i>) y palta (<i>persea americana</i>) en tratamiento de agua cruda.	120
4.1.6	Dosis óptima del coagulante natural a partir de las semillas de durazno (<i>prunus pérsica</i>) y palta (<i>persea americana</i>) para remoción de turbiedad y color del agua cruda	127
4.1.7	Comparación de los parámetros iniciales y finales del agua cruda en la planta de tratamiento antes y después de la aplicación del coagulante natural de semillas de durazno y palta	138
4.1.8	Comparar los resultados por coagulación entre las semillas de durazno (<i>Prunus Pérsica</i>) y palta (<i>Persea Americana</i>) en la clarificación de agua cruda.....	142
4.2	DISCUSIÓN	146
V.	CONCLUSIONES.....	150
VI.	RECOMENDACIONES	151
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	152



ANEXOS..... 158

AREA: Ciencias de la Ingeniería

TEMA: Tratamiento de Aguas Naturales

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 01 de Agosto del 2024



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Aporte nutricional de la palta.....	68
Tabla 2 Composición Nutritiva del Durazno (en 100 gramos).....	77
Tabla 3 Volumen del agente coagulante de semillas de durazno con turbiedad de 12.1 NTU	110
Tabla 4 Volumen del agente coagulante de semillas de durazno con turbiedad 3.24 NTU	111
Tabla 5 Volumen del agente coagulante de semillas de palta con turbiedad de 11.8 NTU	111
Tabla 6 Volumen del agente coagulante de semillas de palta con turbiedad de 3.67 NTU	111
Tabla 7 Parámetros físico-químicos del agua cruda antes de aplicar el coagulante- floculante de semillas de durazno(prunus pérsica)	115
Tabla 8 Parámetros físico-químicos del agua cruda antes de aplicar el coagulante - floculante de semillas de palta (persea americana).....	116
Tabla 9 Caracterización de la Semilla de Durazno (Prunus Pérsica).....	116
Tabla 10 Caracterización de las Semillas de Palta.....	117
Tabla 11 Parámetros físico-químicos de las semillas de durazno (prunus persica) y semillas de palta(persea americana).....	117
Tabla 12 Aplicación de la dosis del coagulante de semillas de durazno(prunus pérsica) para agua cruda con una turbiedad alta	118
Tabla 13 Aplicación de la dosis del coagulante de semillas de durazno (prunus pérsica) para agua cruda con una turbiedad baja	118



Tabla 14	Aplicación de la dosis del coagulante de semillas de palta(persea americana) para agua cruda con turbiedad alta.....	119
Tabla 15	Aplicación de la dosis del coagulante de semillas de palta (persea americana) para agua cruda con turbiedad baja.....	119
Tabla 16	Eficiencia del coagulante natural de semillas de durazno y palta en tratamiento de agua cruda con turbiedad alta	120
Tabla 17	Eficiencia del coagulante natural de semillas de durazno y palta en tratamiento de agua cruda con turbiedad baja.....	121
Tabla 18	Eficiencia del coagulante natural de semillas de durazno y palta en tratamiento de agua cruda con coloración alta.....	123
Tabla 19	Eficiencia del coagulante natural de semillas de durazno y palta en tratamiento de agua cruda con coloración baja.....	124
Tabla 20	Eficiencia del coagulante natural de semillas de durazno y palta en tratamiento del pH de agua cruda con turbiedad alta.....	126
Tabla 21	Dosis óptima para coagulante natural de semillas de durazno en el tratamiento de agua cruda con turbiedad alta	127
Tabla 22	Dosis óptima para coagulante natural de semillas de durazno en tratamiento de agua cruda con turbiedad baja.....	128
Tabla 23	Dosis óptima para coagulante natural de semillas de palta en tratamiento de agua cruda con turbiedad alta	130
Tabla 24	Dosis óptima para coagulante natural de semillas de palta en tratamiento de agua cruda con turbiedad baja.....	131
Tabla 25	Dosis óptima para coagulante natural de semillas de durazno en tratamiento de agua cruda con coloración alta.....	132



Tabla 26	Dosis óptima para coagulante natural de semillas de durazno en tratamiento de agua cruda con coloración baja	134
Tabla 27	Dosis óptima para coagulante natural de semillas de palta en tratamiento de agua cruda con coloración alta.....	135
Tabla 28	Dosis óptima para coagulante natural de semillas de palta en tratamiento de agua cruda con coloración baja.....	136
Tabla 29	Valores de turbidez antes y después del tratamiento con turbiedad alta ...	138
Tabla 30	Valores de turbidez antes y después del tratamiento con turbiedad baja..	139
Tabla 31	Valores de color antes y después del tratamiento con coloración alta.....	140
Tabla 32	Valores de color antes y después del tratamiento con coloración baja.....	141
Tabla 33	comparación de la eficiencia de remoción del coagulante de semillas de durazno y palta en turbiedad alta.....	142
Tabla 34	Comparación de la eficiencia de remoción de turbiedad del coagulante de semillas de durazno y palta en turbiedad baja.	143
Tabla 35	Comparación por ANOVA para coagulante natural de semillas de durazno y palta en tratamiento de turbidez alta	144
Tabla 36	Comparación por ANOVA para coagulante natural de semillas de durazno y palta en tratamiento de turbidez baja	144
Tabla 37	Prueba de rango múltiple de Tukey para coagulante natural de semillas de durazno y palta en tratamiento de turbidez baja	145



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Fruto de la palta.....	59
Figura 2 Partes del durazno	70
Figura 3 Eficiencia del coagulante natural de semillas de durazno y palta en tratamiento de agua cruda con turbiedad alta.....	120
Figura 4 Eficiencia del coagulante natural de semillas de durazno y palta en tratamiento de agua cruda con turbiedad baja.....	122
Figura 5 Eficiencia del coagulante natural de semillas de durazno y palta en tratamiento de agua cruda con coloración alta.....	123
Figura 6 Eficiencia del coagulante natural de semillas de durazno y palta en tratamiento de agua cruda con coloración baja	125
Figura 7 Dosis óptima para coagulantes natural de semillas de durazno en tratamiento de la turbidez de agua cruda con turbiedad alta.....	127
Figura 8 Dosis óptima para coagulante natural de semillas de durazno en tratamiento de agua cruda con turbiedad baja.....	129
Figura 9 Dosis óptima para coagulante natural de semillas de palta en tratamiento de agua cruda con turbiedad alta	130
Figura 10 Dosis óptima para coagulante natural de semillas de palta en tratamiento de agua cruda con turbiedad baja	131
Figura 11 Dosis óptima para coagulante natural de semillas de durazno en tratamiento de cruda con coloración alta.....	133
Figura 12 Dosis óptima para coagulante natural de semillas de durazno en tratamiento de agua cruda con coloración baja.....	134



Figura 13	Dosis óptima para coagulante natural de semillas de palta en tratamiento de agua cruda con coloración alta	135
Figura 14	Dosis óptima para coagulante natural de semillas de palta en tratamiento de agua cruda con coloración baja	137
Figura 15	Valores de turbidez antes y después del tratamiento con turbiedad alta...	138
Figura 16	Valores de turbidez antes y después del tratamiento con turbiedad baja..	139
Figura 17	Valores de color antes y después del tratamiento con coloración alta	140
Figura 18	Valores de color antes y después del tratamiento con turbiedad baja.....	141



ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1 Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos parasitológicos.....	158
ANEXO 2 Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica. ...	158
ANEXO 3 Resultados del análisis físico químico y metales del agua tratada de la planta de tratamiento.	159
ANEXO 4 Control de procesos de desinfección y parámetros físico- químicos de rutinas en la planta	160
ANEXO 5 Memorando para el permiso del uso del laboratorio de ciencias básicas en la Facultad de Ingeniería Química para el desarrollo de la tesis.	161
ANEXO 6 Solicitud de permiso para la toma de muestras de la planta de tratamiento de agua potable.	162
ANEXO 7 Fotografías del desarrollo de las tesis realizadas en el laboratorio.	163
ANEXO 8 Declaración Jurada de Autenticidad de Tesis.....	164
ANEXO 9 Autorización para el Depósito de Tesis o Trabajo De Investigación.....	164



ACRÓNIMOS

NTU:	Nephelometric Turbidity Unit, unidad de medición para la turbidez
T_0:	Valor inicial de la turbiedad
T_f:	Valor final de la turbiedad
C_0:	Valor inicial de la turbiedad
C_f:	Valor final de la turbiedad en cada ensayo
PH:	Potencial de hidrogeno
g/ml :	Gramos por mililitro
mg/l :	Miligramos por litro
ml:	Mililitros
mm :	Milímetros
g:	Gramos
°C:	Temperatura
Ppm:	Partes por millón
%R:	Porcentaje de remoción
RPM:	Revoluciones por minuto
T:	Tiempo
C1:	Concentración inicial
C2:	Concentración final
V1:	Volumen inicial
V2:	Volumen final
SST:	Solidos suspendidos totales
PTAP:	Planta de tratamiento de agua potable
EMSA:	Empresa municipal de saneamiento



RESUMEN

En el presente trabajo se determinó la remoción de turbiedad generada por las intensas lluvias en Puno , complicando la potabilización del agua . El uso de coagulantes naturales como semillas de durazno(*Prunus Persica*) y palta(*Persea Americana*), ofrece una alternativa sostenible a los coagulantes químicos, debido a su contenido de taninos, almidón y proteínas que son efectivos en la coagulación-floculación de partículas suspendidas en el agua. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la efectividad de estos coagulantes naturales en la planta de tratamiento de agua de puno. Se empleó un diseño experimental completamente al azar (DCA) y análisis de varianza (ANOVA). Las pruebas de coagulación-floculación se realizaron mediante test de jarras, variando las dosis de coagulantes, con coagulación a 120 rpm /60 segundos, seguido por floculación a 40 rpm /15 minutos y sedimentación /10 minutos, las dosis fueron de 20,40,60,80,100 y 120 mg/l para turbiedad alta y 36,38,40,42,44,46 mg/l para turbiedad baja. Los resultados mostraron una remoción de turbiedad del 62.56% con una dosis óptima de 99.996 mg/l de semillas de durazno y del 62.03% con una dosis óptima de 59.22 mg/l de semillas de palta en condiciones de turbiedad alta. En baja turbiedad, la remoción fue del 41.05% con 43.14mg/l de durazno y del 36.78 % con 43.44 mg/l de palta. No se encontraron diferencias estadísticas significativas en la remoción de alta turbiedad ($p=0.650$), ni en las dosis ($p=0.450$), pero si en baja turbiedad, siendo la dosis más eficiente de 42 mg/l. Se concluye que las semillas de durazno y palta son eficaces como coagulante natural para la remoción de turbiedad del agua.

Palabras clave: Coagulación, Coagulante natural, Clarificación, Turbidez, pH



ABSTRACT

This research determined the removal of turbidity caused by rains in Puno, complicating water purification. Using natural coagulants, such as peach (*Prunus Persica*) and avocado (*Persea Americana*) seeds, offers a sustainable alternative to chemical coagulants. Due to its tannin, starch and protein content they are effective in coagulation-flocculation of particles suspended in water. This research aimed to evaluate the effectiveness of these natural coagulants in the Puno water treatment plant. A completely randomized design and analysis of variance (ANOVA) were used. Coagulation-flocculation tests were conducted using jar tests with varying doses of coagulants, with Coagulation at 120 rpm /60 seconds, followed by flocculation at 40 rpm/15 minutes, and sedimentation /10 minutes. The doses were 20, 40, 60, 80, 100, and 120 mg/L for high turbidity, and 36, 38, 40, 42, 44, and 46 mg/L for low turbidity. Results showed 62.56% turbidity removal with an optimal dose of 99.996 mg/l of peach seeds and 62.03% with 59.22 mg/l of avocado seeds under high turbidity conditions. Under low turbidity, removal was 41.05% with 43.14 mg/l of peach and 36.78% with 43.44 mg/l of avocado. No significant statistical differences were found in high turbidity removal ($p=0.650$) or doses ($p=0.450$), but there were differences in low turbidity, with 42 mg/l being the most efficient dose. It is concluded that peach and avocado seeds are effective natural coagulants for water turbidity removal.

Keywords: Coagulation, natural coagulant, clarification, turbidity, pH.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso natural limitado y un bien público para la vida y la salud, aproximadamente un 75% de agua en el planeta está en forma líquida ,gaseosa y congelada, sin embargo, el 95 % es agua salada y solo el 0.01 % es agua dulce en ríos o lagos. (Ortega et al , 2020,p.2).El agua se está contaminando con varios agentes como virus ,bacterias ,parásitos ,fertilizantes ,pesticidas ,fármacos, nitratos ,fosfatos, plásticos ,productos químicos y microorganismos lo que la hace inadecuada para el consumo .Este recurso es esencial para la vida ,la agricultura ,industrias y uso doméstico. Por lo tanto, es fundamental potabilizar el agua, para ello se utilizan plantas de tratamiento que aplican diversas tecnologías, desde filtración gruesa y filtros de arena hasta desinfección y procesos químicos y mecánicos ,para eliminar microorganismos y contaminantes físicos y químicos presentes en los ríos. Lo primero que se debe eliminar son los sólidos suspendidos que se realiza mediante un proceso de sedimentación para separar las partículas dispersas de un líquido adicionando compuestos como el aluminio, polielectrolitos, floculantes y sales férricas que se utilizan para precipitar fosfatos disueltos en pequeños coloides.

El sulfato de aluminio y la alúmina son los coagulantes químicos más comunes utilizados para el proceso de coagulación. Se ha señalado sobre la conveniencia de introducir aluminio al medio ambiente ya que induce la enfermedad de Alzheimer, enfermedad causada debido a las propiedades cancerígenas de este elemento. (Quino, 2020,p.1840)



La coagulación es uno de los procesos más antiguos que aún se utiliza en muchas plantas de tratamiento de aguas residuales y potable. Es un proceso que remueve las impurezas (Especialmente partículas en suspensión y coloides) del agua desestabilizando y aglomerando las partículas en agregados más grandes.(Ortega,2020,p.2).

La coagulación es muy importante en el proceso de tratamiento de aguas, ya que facilita la rápida eliminación de turbiedad e impurezas suspendidas en el agua. Según (Ortega et al,2020) La gran demanda e interés en el proceso de coagulación ha fomentado a la exploración de coagulantes que contengan un gran desempeño y eficiencia incluyendo a la búsqueda de coagulantes naturales que pueden ser derivados de animales, semillas, crustáceos, de organismos microbianos como por ejemplo semillas de tamarindo, Moringa Oleífera, cascaras de plátano y cenizas volantes. Estos bioagulantes ofrecen una alternativa segura y amigable con el medio ambiente para así no optar por el uso de coagulantes químicos que son altamente tóxicos y cancerígenos para la salud.

El presente trabajo propone el uso de coagulantes naturales a partir de las semillas de durazno y palta para remover la turbidez del agua en la planta de tratamiento de puno buscando demostrar la eficiencia de estos coagulantes en la potabilización del agua.

1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Las intensas lluvias que contaminan los ríos provocando lodos y partículas en suspensión, elevando la turbidez y dificultando la potabilización del agua, siendo este muy primordial para la subsistencia del ser humano y los seres vivos.

Las plantas de tratamiento usan coagulantes químicos, como el policloruro de aluminio para reducir la materia orgánica ,color , turbidez y nivel de organismos. Sin



embargo, el uso de coagulantes puede aumentar las concentraciones de aluminio residual, esto puede ser peligroso para la salud provocando efectos graves en el sistema nervioso .

Para contrarrestar el problema actualmente se hace investigaciones acerca de los coagulantes naturales de los extractos naturales de las semillas de durazno y palta teniendo en cuenta que en su composición química contienen taninos almidón y proteínas para darle uso en el proceso de coagulación para reducir la turbiedad del agua y así evitar la contaminación y la presencia de aluminio en el agua.

1.1.1 Formulación del Problema General

- ¿Cuál será el efecto de las semillas de durazno (*Prunus Persica*) y palta (*Persea Americana*) como coagulante natural para la disminución de turbidez del agua?

1.1.2 Formulación de Problemas Específicos

- ¿Se podrá obtener un coagulante natural a partir de la extracción de las semillas de durazno (*Prunus pérsica*) y palta (*Persea americana*) para remover la turbiedad del agua?
- ¿Cuál será el porcentaje de remoción de los parámetros físico químicos al aplicar las semillas de durazno (*Prunus pérsica*) y palta (*Persea americana*) como coagulante natural en el tratamiento de aguas?
- ¿Qué concentración de coagulante natural de las semillas de durazno (*Prunus pérsica*) palta (*Persea americana*) será la óptima para la disminución de la turbidez del agua?



- ¿Cuánto reducirá la turbidez del agua utilizando coagulantes orgánicos a base de los extractos de semillas de durazno y palta o mediante el método de test de jarras?

1.2 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 Hipótesis General

- La efectividad de las semillas de durazno (*Prunus Persica*) y palta (*persea Americana*) como coagulante natural para la disminución de turbidez del agua.

1.2.2 Hipótesis Específico

- El coagulante natural será obtenido en base a la extracción de las semillas de durazno (*Prunus pérsica*) y palta (*Persea americana*) para remover la turbiedad del agua.
- La concentración de la dosis optima del coagulante natural de los extractos de semillas de durazno y palta disminuirá la turbidez del agua.
- Se verificará cual será el porcentaje de turbidez del agua utilizando coagulante natural a base de los extractos de semillas de durazno y palta
- Se reducirá la turbidez del agua utilizando coagulante natural de los extractos de las semillas de durazno y palta mediante el método de test de jarras.



1.3 JUSTIFICACIÓN

Esta investigación resalta la importancia que es el agua para los seres vivos, siendo esencial para los seres humanos, animales y plantas interviniendo fundamentalmente en la fotosíntesis. Este vital líquido representa más del 80% del cuerpo en la mayoría de los organismos.

El agua potable es muy importante para la existencia del ser humano, hidratación, riego de plantas y aseo personal, también puede ser un recurso vital para el uso de recursos económicos e industriales. Sin embargo, algunas regiones están siendo afectadas por los escasos de agua potable debido a la contaminación de los ríos por las inmensas lluvias y vientos generando el aumento de la turbidez causando una probabilidad de contaminación microbiológica siendo un impacto negativo para el consumidor, dificultando su tratamiento siendo un problema a escala mundial.

Generalmente las plantas de tratamiento para solucionar estos problemas de la turbiedad utilizan tratamientos convencionales con policloruro de aluminio o sulfato ferroso para la coagulación y floculación en el tratamiento del agua. No obstante, estos procesos producen lodos residuales con altos niveles de aluminio provocando la incrementación de aluminio en el agua tratada lo cual es perjudicial para la salud humana y el medio ambiente. Para abordar este problema, se pretende nuevas alternativas ecológicas accesibles, para lo cual se utilizó las semillas de durazno y palta, que contienen proteínas, almidón y taninos que muestran potencial como coagulantes naturales. Estas semillas podrían reducir la turbidez del agua de manera más segura y sostenible, mejorando la calidad del agua potable sin los riesgos asociados con los coagulantes químicos tradicionales.



1.3.1 Justificación Ambiental

El aluminio presente en el aire se deposita en la tierra y es arrastrado por las intensas lluvias causando efectos negativos sobre la vegetación ocasionando lluvias acidas, provocando acidificación en el agua y suelo promoviendo la movilización de los iones tóxicos de aluminio, haciendo que las plantas sufran envenenamiento ,desección de bosques y reducción de cultivos siendo este un problema para los agricultores. Los efectos del aluminio en las plantas se manifiestan principalmente en las raíces ,dañando su morfología disminuyendo su crecimiento y reduciendo las raíces secundarias, lo que eventualmente provoca la muerte de las plantas.

Por medio del desarrollo de este proyecto se mitigará la contaminación ambiental que ocasiona el aluminio en la intemperie ,que son generadas por las empresas que usan policloruro de aluminio para tratar el aguas y poder disminuir la turbiedad ,se propone el uso de las semillas de durazno y palta conociendo los beneficios que aportan ya que en su composición química contienen taninos, almidón y proteínas los cuales pueden ser empleados como coagulantes orgánicos Estos biocuagulantes pueden reemplazar los coagulantes químicos reduciendo la presencia de aluminio en el agua evitando su impacto ambiental negativo.

1.3.2 Justificación Científico-Tecnológico

Se hará uso de la aplicación de conocimientos ancestrales sobre el uso de coagulantes naturales, utilizando racionalmente los recursos como las semillas de durazno y palta para la potabilización del agua incentivando a las personas a la investigación científica y tecnológica ,destacando las propiedades y la composición química de estas semillas y así reducir los costos y beneficios para



la aplicación de nuevas tecnologías para disminuir la contaminación y la turbidez mediante el uso sostenible de extractos vegetales en la remediación industrial.

1.3.3 Justificación Social

La presente investigación tiene como finalidad evaluar una alternativa factible para el tratamiento de aguas para el consumo del ser humano dando conocimientos acerca de un proceso de coagulación y floculación haciendo uso de materia orgánica como las semillas de durazno y palta como coagulante orgánico para ser utilizados en zonas urbanas y purificar el agua para darle uso en riego o uso personal.

Así incentivaremos al empleo de coagulantes orgánicos para el tratamiento de agua potable y su uso en la ciudad de Puno lo cual beneficiará a las plantas de tratamiento existentes y futuras plantas de potabilización, promoviendo el uso de coagulantes naturales de origen orgánico y evite gastos elevados comprando insumos químicos.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo General

- Obtener coagulante natural a partir de las semillas de durazno (*Prunus Pérsica*) y palta (*Persea Americana*) para remoción de turbiedad en la planta de tratamiento de agua Emsapuno S.A.

1.4.2 Objetivos específicos

- Evaluar los parámetros Físico-Químicos de agua cruda en el ingreso de la planta de tratamiento Emsapuno S.A antes de aplicar el coagulante



natural de semillas de durazno(*Prunus Persica*) y palta (*Persea Americana*).

- Evaluar la dosis optima y comparar los resultados obtenidos por coagulación entre los coagulantes naturales a partir de semillas de durazno (*Prunus Pérsica*) y palta (*Persea Americana*) para remoción de turbidez y color en la planta de tratamiento Emsapuno S.A.
- Demostrar la eficiencia de remoción de turbiedad del coagulante natural a partir de semillas de durazno (*Prunus Pérsica*) y palta (*Persea Americana*) en la clarificación de agua en la planta de tratamiento Emsapuno S.A.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 Generalidades del Agua

El agua proviene del latín “aqua” es una molécula que está compuesta por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrogeno ,por lo que su fórmula química es H₂O. Aunque esta sustancia se presentarse en tres estados de la materia solido líquido y gaseoso ,cuando hablamos de agua usualmente nos referimos a su estado líquido .Es una de las sustancias más abundantes de nuestro planeta y es esencial para la vida .El agua está cubierta del 71% que cubre la superficie terrestre, se encuentra principalmente en océanos que representa el 96.5% del agua total que existe en la tierra . El resto se encuentra en estado sólido en glaciares y casquetes polares ,en estado líquido en lagos ,ríos, embalses, acuíferos ,humedad del suelo y organismos vivos y como vapor en la atmósfera. En el cuerpo humano ,el agua representa alrededor del 65% del peso corporal.(Badín et al 2021,p.7)

2.1.2 Importancia del Agua

El agua es de gran importancia para la subsistencia de todas las formas de vida conocidas y el acceso a agua potable asegura proteccion contra enfermedades.Asi mismo El agua es escencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida,las necesidades vitales humanas,como el suministro de alimentos dependen del agua,tambien lo hacen nuestras actividades energeticas e industriales.(Ministerio del ambiente,s,f)



2.1.3 Contaminación del agua

Las actividades humanas e industriales producen grandes cantidades de desechos que contaminan, y muchas regiones carecen de plantas de tratamiento de agua o no llevan a cabo la potabilización necesaria, Este problema se ha convertido en una cuestión importante de salud pública ,ya que muchas personas padecen problemas de salud como disentería ,infecciones y gastroenteritis Además ,afecta a los animales y al medio ambiente ,provocando cambios o daños irreversibles, especialmente en áreas cercanas a la industria minera. (Poveda,2022,p.5)

2.1.4 Tipos de contaminantes del Agua

La calidad del agua se determina mediante la evaluación de parámetros físicos, químicos y microbiológicos, Estos parámetros brindan información acerca de las propiedades y características del agua evaluadas en diversos cuerpos de agua. Los posibles contaminantes más importantes del agua se puede mencionar.(Poveda,2022,p.5)

- De origen químico: Resultado de actividades humanas, como residuos industriales, agrícolas .farmacéuticos y alimenticios.
- Microbiológicos: Las bacterias, hongos, parásitos, virus, mismo que son resultado en la mayoría de los casos de actividades desarrolladas por el ser humano.

2.1.5 Características Físicas

Se llaman así por que pueden impresionar a los sentidos (vista ,olfato,etc) dentro de los mas importantes tenemos:



2.1.5.1 Turbiedad

La turbiedad es provocada mediante partículas en suspensión o coloides, como arcilla, limo y tierra finamente dividida. Estas partículas forman sistemas coloidales debido a su tamaño permanecen suspendidas y disminuyen la claridad del agua. La turbiedad se mide con un turbidímetro o nefelómetro, y las unidades utilizadas generalmente son unidades nefelométricas de turbiedad (UNT). (Romero,2022,p.33)

2.1.5.2 Sólidos suspendidos y disueltos

Los sólidos pueden encontrarse en el agua como suspendidos o disueltos, la suma de estos dos se conoce como Sólidos Totales Disueltos (STD).

Sólidos o residuos disueltos. Son conocidos como sólidos filtrables, se obtiene después de la vaporización de una muestra previamente filtrada. Comprenden sólidos en solución verdadera y sólidos en estado coloidal, no retenidos en la filtración, ambos con partículas inferiores a un micrómetro (1 μm). (Romero,2022,p.33)

Sólidos en suspensión. Se encuentran presentes en el agua residual, excluyendo los solubles y los sólidos en estado coloidal. Se considera que los sólidos en suspensión son los que tienen partículas superiores a un micrómetro y que son retenidos mediante una filtración en el análisis de laboratorio. (Romero,2022,p.33)



2.1.5.3 Color

Las causas más comunes del color del agua son la presencia de hierro y manganeso coloidal o en disolución; el contacto del agua con desechos orgánicos, hojas, madera, raíces, etc., en diferentes estados de descomposición y presencia de taninos, ácido húmico y algunos residuos industriales.

Se pueden reconocer dos tipos de color en el agua: el color autentico, o sea el color de la muestra después de ser removida la turbiedad, y el color aparente que incluye no solo el color de las sustancias en disolución y coloidales, sino el color debido al material suspendido. El color aparente se determinó en muestras crudas sin previa filtración o centrifugación .(Romero,2022,p.33)

2.1.5.4 Temperatura

Es uno de los parámetros más importantes en el agua, por lo general influye en el retardo o la aceleración de la actividad, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de sedimentos, los procesos de desinfección y mezcla, la floculación, la sedimentación y la filtración. Múltiples factores, principalmente ambientales pueden causar cambios constantes en la temperatura del agua (Romero,2022,p.33)

2.1.5.5 Conductividad

La conductividad mide el número de iones o minerales presentes en solución en el agua, se dice que entre más iones o minerales hay en el agua menos será la calidad del agua, por lo que la conductividad se



convierte en un método eficaz de determinar la calidad del agua.
(Lopera,2019,p.15)

2.1.5.6 pH

El pH influye en ciertos fenómenos que ocurren en el agua, como la corrosión y las incrustaciones en las redes de distribución de agua, Aunque no se puede decir que tenga efectos directos en la salud puede afectar los procesos de tratamiento del agua ,como la coagulación y la desinfección. El pH del agua natural(no contaminada) suele estar entre 5 y 9. (Romero,2022,p.33)

2.1.6 Características Químicas

El análisis químico del agua permite la observación cualitativa y cuantitativa del contenido de minerales y compuestos en un cuerpo de agua. Los análisis permiten identificar diferentes áreas del agua en cuanto a calidad , estos análisis abarcan lo que es alcalinidad , acidez , cloruros , etc.

2.1.6.1 Alcalinidad

Es la capacidad del agua para neutralizar los ácidos disueltos. Las concentraciones elevadas se deben principalmente a los carbonatos disueltos (CO_3) , que se forman cuando el dióxido de carbono (CO_2) reacciona con materiales básicos como las rocas calcáreas, entre otros.

También se debe a la presencia de compuestos básicos como silicios, fosfatos y boratos ,aunque demasiados materiales pueden promover la alcalinidad en el agua. Esto se debe principalmente a la presencia de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos inmersos.



2.1.6.2 Acidez

Se debe a grandes o bajas concentraciones de dióxido de carbono no combinado, ácidos minerales provenientes de industrias o contaminantes de sales de ácidos fuertes y bases débiles que alteran la concentración de iones hidroxilo en los cuerpos de agua ,aumentando la acidez y disminuyendo el PH. (Lopera, 2019,p.15)

2.1.6.3 Dureza

Según Lopera (2019) Se define como “la suma de las concentraciones de iones calcio y magnesio”

Se estima que estas aguas necesitan grandes cantidades de jabón para formar espuma y tienden a producir incrustaciones en las tuberías de agua caliente, calentadores, calderas y otras unidades donde la temperatura del agua aumenta . (Palacios, 2018,p.12)

2.1.6.4 Cloruros

Los cloruros en forma de iones Cl^- ,son uno de los aniones inorgánicos más abundantes en aguas naturales y residuales. Los desechos humanos especialmente la orina , contienen una concentración de iones de cloruro de 6g/ml por día, lo que se aumenta cuando llega al afluyente mayor de descarga (desagüe),los océanos también contienen concentraciones altas de iones cloruro a causa de las vaporizaciones naturales de estas .(Lopera,2019,p.16)



2.1.6.5 Oxígeno Disuelto (OD)

Es una propiedad clave para evaluar las condiciones aerobias o anaerobias de un medio específico. Las fluctuaciones en el OD dependen de las concentraciones y la estabilidad de la materia orgánica presente en el ambiente. La determinación de oxígeno disuelto nos permite la cuantificación de otros factores importantes como la demanda biológica y química de oxígeno DQO y DBO. (Lopera, 2019, p.16)

2.1.6.6 Demanda química de oxígeno (DQO)

Es un parámetro metódico de contaminación utilizado para medir la cantidad de materia orgánica que está contenida en una muestra de agua que reacciona mediante una oxidación. Este análisis mide la cantidad de contaminación presente y se expresa en miligramos de oxígeno por litro de solución (mgO₂/L. (Lopera, 2019, p.16)

2.1.6.7 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

La demanda bioquímica de oxígeno es el método más importante para medir la calidad de agua, la demanda bioquímica de oxígeno se mide después de cinco días, indicando la cantidad de materia orgánica oxidada durante este periodo de tiempo. (Lopera, 2019, p.16)

La materia orgánica que se encuentra disuelta en los cuerpos de agua se divide en tres tipos de materiales:

- “Materiales orgánicos carbónicos, utilizables como fuente de alimentación por organismos aeróbicos.



- Nitrógeno oxidable, derivado de la presencia de nitritos, amoníaco, y en general compuestos orgánicos nitrogenados que sirven como alimentación para bacterias específicas.
- Compuestos químicos reductores (iones ferrosos, sulfitos sulfuros) que se oxidan por oxígeno disuelto”.

Los valores obtenidos dependen de varios factores como la temperatura, el pH del agua, las bacterias, los niveles de toxicidad de los microorganismos, etc.

2.1.6.8 Aceites y grasas

Los aceites y grasas se definen como sustancias con baja solubilidad en el agua tienden a separarse por flotación para formar natas, películas o capas nacaradas que quedan en la superficie del agua, principalmente los aceites y grasas que están formados por cadenas de poli hidrocarburos saturados o insaturados, generalmente con cadenas de ácido carboxílico. Los aceites y grasas son complicados de transportar a través de tuberías ya que provocan obstrucciones que reducen el flujo del agua .Su eliminación biológica es difícil. Por que requieren un pretratamiento previo. Las empresas que contaminan el agua deben gestionar residuos adecuadamente y evitar contaminar con desechos de agua y aceite. Suelen provenir de empresas animales ,ya sea una empresa cárnica o curtiembres. Habitualmente se recurre a la acidificación o agregación de coagulantes para lograr su eliminación.(Lopera,2019,p.17)



2.1.7 Características Biológicas

2.1.7.1 Coliformes totales

Los coliformes totales se multiplican en el ambiente y proporcionan información sobre el proceso de tratamiento y la calidad sanitaria del agua tanto en la entrada del sistema como en la red de distribución. Sin embargo, no son un indicador de contaminación fecal. (Morejon, 2017,p.20)

2.1.7.2 Escherichia col :

Es el indicador bacteriano más importante en el agua. Diversas investigaciones demostraron que la Escherichia coli está presente en las heces fecales de humanos y animales de sangre caliente de 108 a 109 gramos de heces. No se reproducen visiblemente en el medio ambiente . (Morejon,2017,p.21)

2.1.8 Coagulación

Se denomina al proceso de desestabilización y posterior agregación de partículas en suspensión coloidal presente en el agua para potenciar la etapa de sedimentación o espesado en la que estas partículas deben ser separadas del agua.

La coagulación es un proceso previo a la sedimentación cambia las propiedades de los elementos insolubles de modo que sean fácilmente propiedades de los elementos insolubles , de modo que sea fácil de separar. El proceso de coagulación tendera a agrupar partículas pequeñas en otras mayores, por tanto, más sólidas que denominaremos flóculos para que se puedan separar más fácilmente.(Pérez & Urrea, s.f,p.9)



Según Maldonado(2018). La coagulación es un paso de neutralización de carga que implica acontecimiento de solidos disueltos, coloidales y suspendidos mediante la adición de coagulantes.(p.11)

2.1.8.1 Mecanismos de la Coagulación

2.1.8.1.1 Compresión de la doble capa

Este método de desestabilización de coloides se logra añadiendo partículas con carga opuesta al coloide, lo que reduce la barrera potencial (capa difusiva que rodea los coloides). En este método no existe una relación estequiométrica entre el coloide y coagulante. Cuanto mayor sea la carga opuesta del coloide mayor será la eficiencia del coagulante. (Gracia, 2021,p.3)

2.1.8.1.2 Adsorción y neutralización de la carga

En este método los coagulantes añadidos tienen una carga contraria a la del coloide y se adhieren a la superficie, cambiando la carga superficial. El método depende de la relación estequiométrica entre el coloide y el coagulante, ya que , en exceso de iones de carga contraria, no tienen efecto coagulante. (Gracia.2021,p.3)

2.1.8.1.3 Adsorción y formación de puentes entre partículas

Basado en el principio del método anterior, los polímeros de cadena larga introducen iones de carga opuesta , que se adhieren a la superficie del coloide e interactúan para formar flóculos de gran tamaño y resistencia. Como en el caso anterior también existe una relación estequiométrica.(Gracia,2021,p.3)



2.1.8.2 Barrido

El método consiste en crear una masa sólida en la solución a coagular para que estas partículas, que se forman en todo el volumen, se precipiten y sean capaces de llevar al coloide en suspensión. Este método no depende de la relación estequiométrica, su mecanismo funciona para crear un excedente de materia dentro de la solución de sobresaturación y optimizar la dosificación a concentraciones más altas de coloides en suspensión, debido a que los coloides son los propios quienes actúan como núcleos de formación de sólidos que después precipita. De esta forma el aluminio está presente en la potabilización y puede permanecer en el agua potable. El proceso de formación de estos flóculos de barrido mediante el aluminio comienza cuando se agrega al agua una solución de sulfato de aluminio $[Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O]$, en la que las moléculas se disocian Al^{+3} y $(SO_4)^{-2}$. El Al^{+3} puede combinarse con coloides cargados negativamente, neutralizar parte de la carga en partículas coloidales y formar hidróxido de aluminio, también con los OH del agua absorber los iones positivos en la solución neutralizando cargas coloidales negativos permitiendo la coagulación y formación de las aglomeraciones. (Gracia, 2021, p.3)

2.1.8.3 Factores que influyen en la Coagulación

2.1.8.3.1 Temperatura

En el proceso de coagulación la temperatura establece dos rangos de variación notables una de $0^\circ-10^\circ C$ y otra de $10^\circ-40^\circ C$. En el primer margen, se observa que disminuye la remoción de turbiedad a medida que



la temperatura del agua se acerca a 0°C en tales condiciones no permitirá que las partículas se acerquen a ellas, desestabilizándolas, así mismo la viscosidad del agua aumenta junto a la circulación de partículas coloidales se anula, sin embargo la agitación exterior del agua no es suficiente para conseguir la aglomeración de las partículas pequeñas; además , el rango de pH óptimo también disminuye.

Por lo tanto , en el segundo rango (10°-40°C) se determinó que la eficiencia de eliminación de turbidez mejora al aumentar la temperatura debido al aumento de las colisiones de partículas.

2.1.8.3.2 Dosis Óptima

La cantidad de coagulante empleada influye directamente en la eficiencia del proceso de coagulación ,de manera que la turbidez residual varia con la dosis.

Una dosis baja de coagulante no desestabiliza las partículas y no forman micro flóculos por lo que no se produce la coagulación .

Una cantidad excesiva de coagulante interfiere en la carga de las partículas generando micro flóculos muy pequeños con bajas velocidades de sedimentación .Como resultado la turbidez residual se mantiene elevada.

Según (López P., 2018) La concentración de coloides tiene cierta relación con la cantidad de coagulante. En cuanto la turbidez es elevada, se necesita una mayor dosis de coagulante debido a la insuficiencia de partículas en suspensión para formar flóculos. Por otro lado, si el agua



tiene una alta concentración de coloides ,se requiere una menor dosis de coagulante.

2.1.8.3.3 pH Óptimo

El pH es importante en la coagulación y su valor optimo es de 4 a 6 , para aguas con color y de 6.5 y 8.5 para aguas turbias. En general ,las sales de hierro son más efectivas en un rango de pH más amplio que las sales de aluminio.

2.1.8.3.4 Concentración Óptima

Para lograr una coagulación efectiva ,es fundamental tener en cuenta la cantidad de coagulante agregada al agua a tratar , que suele ser muy pequeña en relación con el volumen .Esto es necesario para tener suficiente turbulencia para que el coagulante se disperse en el agua y entre en contacto con el máximo número de partículas coloidales más rápido y fácilmente para una mejor eliminación de la turbidez. (Gómez & Medina,2021,p.23)

2.1.8.3.5 Mezcla y Aplicación

Otros factores que afectan en el proceso de coagulación son: el tiempo de mezcla, el tipo de dispositivo de mezcla , la intensidad de agitación, el sistema de aplicación del coagulante y el sitio de aplicación del coagulante y el punto de aplicación. Para lograr una coagulación homogénea ,es necesario mezclar de manera uniforme para distribuir uniformemente el coagulante en el agua ,permitiendo que se adhiera a las partículas coloidales antes de que la reacción se complete .Además es



importante considerar que el lugar de aplicación del coagulante suele ser donde generan las mayores turbulencias ,por lo que no se recomienda aplicar el coagulante en la superficie . p.24

2.1.8.4 Agentes Coagulantes

Los coagulantes son sustancias químicas que se agregan al agua para lograr la descarga de todas las partículas coloidales, lo que da como resultado la formación de medios más grandes (flóculos) que sedimentan más rápido.(Flores, 2011,p.20)

2.1.8.4.1 Coagulantes Convencionales

Los coagulantes más utilizados en el tratamiento del agua son los compuestos inorgánicos de aluminio o hierro, como el sulfato de aluminio, el aluminato de sodio, sulfato ferroso, sulfato férrico y cloruro férrico. Cada coagulante tiene un rango específico de pH en el que presenta la menor solubilidad y se produce la máxima precipitación, dependiendo de las características químicas del agua cruda .Con excepción del aluminio de sodio, estos coagulantes son sales acidas que reducen el pH del agua. Por ello dependiendo del agua a tratar , se debe añadir un alcali como cal, soda ash o soda caustica. (Flores,2011,p.20)

2.1.8.4.2 Coagulantes alternativos PAC's

Los PAC's tienen distintas fases solidas en las reacciones hidrolíticas respecto a los coagulantes convencionales: Los flóculos de PAC's suelen ser un grupo de pequeñas esferas y/o estructuras en cadena de tamaño menor a 25 mm, mientras que los flóculos de sulfato de



aluminio suelen ser estructuras esponjosas y porosas tienen tamaño de 25 a 100 mm. Esta diferencia estructural permite que el PAC's produzca menos turbiedad en suspensión que el sulfato de aluminio. (Florez,2011,p.20)

2.1.8.5 Tipos de coagulantes:

2.1.8.5.1 Coagulantes inorgánicos

Son utilizados principalmente para el tratamiento de aguas residuales, tienen la capacidad de trabajar como coagulantes y floculantes, aporta buen rendimiento y pueden eliminar eficazmente metales pesados, grasas, aceites, etc.(Gómez & Medina, 2021,p.24)

Entre los más utilizados tenemos :

- **Sulfato de aluminio (sólido, SAS o líquido, SAL):** Es una sal con fórmula molecular $Al_2(SO_4)_3$ compuesta por aluminio, azufre y oxígeno. Es el compuesto más utilizado en el tratamiento de aguas residuales.(Murillo et al,2020,p.14)
- **Cloruro férrico:** Es un sólido altamente volátil de color verde o rojo. Se emplea como coagulante en el tratamiento de aguas residuales, principalmente proviene de la industria su fórmula química es $FeCl_3$ y reacciona con iones de hidróxido en aguas ligeramente básicas, agrupando las sustancias suspendidas que se encuentran en el agua. Su principal desventaja se debe a que es una sustancia corrosiva que altera y aporta color al agua. (Murillo et al, 2020,p.14)



- **Sulfato ferroso** : Es una sal de color verde de formula química (FeSO_4). Se utiliza en plantas de tratamiento de agua como floculante y depurador de sulfatos y ortofosfatos.
- **Sulfato férrico:** Es un compuesto formado por hierro, azufre y oxígeno, empleado en el tratamiento de aguas industriales. Se presenta como una sal sólida de color amarillo y soluble en agua a temperatura ambiente. Su fórmula química es $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$. Es un floculante de uso común debido a su capacidad para facilitar la sedimentación de partículas coloides en el agua.
- **Aluminato de sodio:** Es un sólido cristalino blanco de formula química NaAlO_2 , se utiliza como complemento en los sistemas de tratamiento de aguas residuales porque mejora el proceso de floculación y elimina la sílice y los fosfatos.
- **Polímeros de aluminio Polímeros de aluminio** (sales de aluminio que se condensan dando lugar a los polímeros que son capaces de coagular).

Según Gómez & Medina (2021)” El uso de polímeros como ayudante de la coagulación y floculación ,se ha vuelto común y se utiliza frecuentemente en plantas de tratamiento de agua en países industrializados”.

2.1.8.5.2 Coagulantes organicos

Son polímeros solubles en agua formados por unidades repetitivas de diferentes monómeros como la acrilamida y ácido acrílico. En la



mayoría de los casos, provienen de materias primas de petróleo y no de fuentes renovables.(Bravo, 2017)

- De origen natural → Derivados del almidón, celulosa. En ocasiones son considerados auxiliares de la coagulación o coadyuvantes.
- Sintéticos → Macromoléculas de cadena larga (óxido de polietileno, poliacrilamida...)

Ventajas

Se tienen las siguientes ventajas que se pueden mencionar:

- Se genera una menor cantidad de lodos residuales que son amigables con el medio ambiente.
- No alteran el pH del agua ,a diferencia de algunos compuestos químicos que pueden hacerlo .
- Son ecológicos ya que se trata de productos naturales que se descomponen con facilidad
- Se pueden emplear como coagulantes o adyuvantes en el proceso de clarificación de diversos cuerpos de agua.
- El lodo residual puede utilizarse como biosólido y aplicarse como fertilizante en la agricultura.
- Ayudan a reducir la presencia de microorganismos en el agua, así como la turbidez y color.
- Se encuentra fácilmente en la naturaleza y su obtención se puede realizar mediante métodos sencillos como maceración ,destilación y ebullición



2.1.8.5.3 Coagulantes químicos

Los principales coagulantes químicos empleados para desestabilizar partículas y formar flóculos incluyen sulfato de aluminio, aluminato de sodio, cloruro férrico, sulfato ferroso y polielectrolitos (como auxiliares de floculación). Las sales de aluminio y hierro son las más comúnmente utilizadas. (Canaza & Mamani, 2020, p.5)

2.1.8.5.4 Coagulantes naturales

Los coagulantes naturales son sustancias solubles en el agua, derivados de materiales vegetales de origen vegetal o animal, que actúan de la misma forma que los coagulantes sintéticos desestabilizando las partículas en suspensión en el agua cruda, favoreciendo su sedimentación y reduciendo su turbidez inicial. Algunos de estos coagulantes tienen propiedades antibacterianas, por lo que reducen o eliminan los microorganismos patógenos que pueden causar enfermedades. (Canaza & Mamani, 2020, p.5)

La mayoría son de origen vegetal y contienen coagulantes activos como carbohidratos, proteínas y taninos. Entre las especies vegetales estudiadas son: la moringa, frejol, cassia obtusifolia, semillas de maíz, entre otros. (Bravo, 2017, p.16)

Según Gómez & Medina (2021) Contiene una lista de coagulantes naturales de origen vegetal utilizados en India, África y América del Sur. Estos incluyen semillas de almendras, melocotones, Cactus Opuntia, albaricoque, legumbres, lentejas, guisantes, habas, nueces y carica papaya. Su origen natural garantiza la inocuidad para el ser humano permitiendo



su uso tanto en la potabilización convencional y al tratamiento de aguas residual.

De origen animal:

Las propiedades metabólicas de los animales permiten el uso de sustancias como el quitosán, que se obtiene del exoesqueleto de los cangrejos. Este compuesto ha sido empleado como un coagulante natural en el tratamiento de aguas industriales y en la potabilización. En pruebas de laboratorio, el quitosán ha demostrado ser altamente efectivo, logrando hasta un 98% de remoción de la turbiedad y reduciendo significativamente sus niveles.(Sánchez & Valencia, 2022, p.20)

De origen vegetal

Los extractos vegetales han sido ampliamente utilizados como coagulantes alternativos. Estos extractos, obtenidos de diferentes partes de las plantas, como hojas, flores, semillas y raíces , se han empleado en varias partes del mundo para el tratamiento del agua.(Sánchez & Valencia, 2022, p.21)

2.1.8.5.5 Coagulantes metálicos

Tienen la capacidad de actuar como coagulante y floculante que al ser disueltos forman compuestos complejos hidratados, se utilizan comúnmente para tratar el agua cruda. Los más utilizados son el sulfato de aluminio, sulfato ferroso, sulfato férrico , cloruro férrico y el aluminato de sodio. (Maldonado,2018,p.15)



Los coagulantes metálicos como las sales de hierro y aluminio se utilizan principalmente para la clarificación de agua y la eliminación de DBO y fosfatos en las aguas residuales, estos coagulantes -floculantes forman especies hidratadas complejas con carga positivas. Sin embargo, tiene la desventaja de ser sensibles a los cambios en el PH. SI el PH no se mantiene dentro del intervalo adecuado su eficacia puede verse afectada y el Fe o Al se solubilizarán y causarán problemas. (Cruz, 2020,p.17)

Sulfato de aluminio : Es un coagulante estándar se emplea para tratamiento de aguas, obtenido mediante la digestión de minerales de bauxita con ácido sulfúrico. La cantidad de bauxita es un poco mayor que la cantidad estequiométrica necesaria para combinar con el ácido por lo que el producto final no es libre de ácido. La evaporación del agua durante este proceso resulta un producto seco con formula $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14 H_2O$ y con contenido de aluminio en el rango de 7.4 a 9.5 % en el peso. (Murillo, 2011,p.35)

El material se empaca en forma de polvo, molido, terrones, en granos que se asemejan al arroz en forma líquida. El producto se vende en todo el mundo a un precio razonable por que es de fácil producción e incluso en fábricas sencillas.

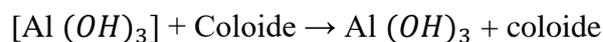
Cuando se agrega solución de sulfato de aluminio al agua, las moléculas se disocian en Al^{+3} y SO_4^{-2} Al^{+3} . El Al^{+3} se puede combinar con coloides cargados negativamente para neutralizar alguna de las cargas de las partículas coloidales.



El aluminio Al^{+3} también se puede combinar con OH^- en agua para formar hidróxido de aluminio. (Murillo, 2011, p.36)



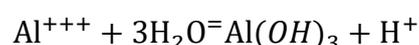
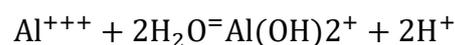
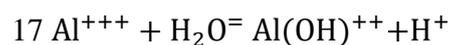
Este hidróxido de aluminio es de carácter coloidal ya que adsorbe iones positivos en solución para formar un sol con carga positiva. Este sol neutraliza la carga negativa de los coloides facilitando así su aglomeración.



Casi siempre se forma un exceso de sol de hidróxido de aluminio, y su destrucción y precipitación se logra por la presencia de iones sulfato y otros iones negativos en el agua:



Para los coagulantes de hierro y aluminio, se puede decir que los cationes metálicos reaccionan inmediatamente con el agua para formar iones metálicos acuosos e hidrógeno; los aniones permanecen libres o se combinan con otros cationes. Con el alumbre ocurren las siguientes reacciones. (Murillo, 2011, p.37)





Los iones metálicos del agua son absorbidos por el coloide negativo y neutralizan su carga superficial, permitiendo la coagulación. La coagulación por adsorción y neutralización de carga puede ser el fenómeno predominante en soluciones de alta concentración de coloides. (Murillo,2011,p.37)

Policloruro de aluminio (PAC)/ Hidroxicloruro de aluminio Derivado polimérico del aluminio

El PAC(cloruro de aluminio polimerico) es un derivado polimérico de aluminio que ofrece múltiples ventajas como coagulante. Diferencia del sulfato de aluminio, el PAC permite un pH óptimo más alto durante la coagulación puede funcionar bien en aguas con alcalinidad alta sin la necesidad de alcalinización adicional. Además, el PAC suele ser más efectivo en la remoción de las sustancias orgánicas y puede resolver problemas relacionados con el agua fría o la formación lenta de flóculos, ya que reacciona más rápidamente que el sulfato de aluminio. Es un derivado polimérico del aluminio, las ventajas de este coagulante son muchas. El pH óptimo de la coagulación puede ser más alto que cuando se usa el Alum. El pH de la coagulación puede ser el mismo de la distribución en aguas con alcalinidad alta. Muchas veces es posible usar el PAC sin alcalinización en el proceso de coagulación. La remoción de las sustancias orgánicas es mejor con el PAC en comparación con el Alum. Problemas con agua fría y con un proceso demasiado lento de la formación de flóculos pueden muchas veces ser resueltos con el PAC porque reacciona más rápido que el Alum. Varios coagulantes de PAC han sido desarrollados durante las últimas décadas. Los productos pueden tener una basicidad



diferente, pueden tener presentación líquida o sólida o parte del grupo de cloruros pueden ser sustituidos por sulfatos. Si se adiciona un floculante con el coagulante polimerizado una floculación muy rápida con una muy baja dosis de químicos. (Murillo, 2011, p.39)

2.1.8.6 Principales características de los coagulantes

Se tienen las siguientes características de los coagulantes que son:

- Los coagulantes causan la desestabilización (rápida), es decir poseen una mayor valencia.
- Los coagulantes anulan el punto isoelectrico
- Los coagulantes poseen bajo peso molecular para facilitar la distribución en el agua a tratar.
- Los coagulantes eliminan las cargas negativas en la superficie por su elevada densidad de carga.

2.1.8.7 Principales coagulantes

Los coagulantes son productos químicos que, cuando se combinan con agua, reaccionan químicamente para formar precipitados que desestabilizan las partículas y forman un floculo. Los coagulantes más utilizados para el tratamiento del agua según (Duran, 2021) son los siguientes:

- Sulfato de aluminio
- Aluminio de sodio
- Alumbre de potasio
- Alumbre de amonio



- Policloruro de aluminio
- Cloruro ferrico
- Sulfato ferrico
- Sulfato ferroso
- Polielectrolitos(ayudantes de floculacion)

2.1.9 Floculación

Los flóculos es el proceso mediante el cual las partículas desestabilizadas se agrupan primero en micro flóculos y luego en flóculos más grandes ,que tienden a asentarse en el fondo de un recipiente diseñado para este propósito, conociendo como decantador .Este proceso de floculación sigue al de la coagulación ,por lo que comúnmente se denomina proceso de coagulación -floculación (Perez & Urrea,s.f.,p.19)

Según Maldonado (2018). La floculacion es el proceso que sigue a la coagulacion , consiste en la agitacion de la masa coagulada que sirve para permitir el crecimiento y aglomeracion de los floculos recién formado. Estos floculos inicialmente pequeños crean al juntarse aglomerados mayores que son capaces de sedimentar. (p.11)

La floculación implica en la captacion mecanica de particulas neutralizadas dando lugar a un entramado de solidos de mayor volumen de esta manera se consigue el aumento de tamaño y densidad de las particulas coaguladas, aumentando la velocidad de sedimentacion de los floculos.(Romero, 2022,p.45)



2.1.9.1 Mecanismos de floculación

Generalmente, el desarrollo de la formación de flóculos implica varios pasos que ocurren secuencialmente:

- Dispersión de floculantes en la solución
- Difusión del floculante hacia la interfase solido-liquido
- Adsorción del floculante sobre la superficie de las partículas
- Colisión de partículas que llevan un floculante adsorbido con otras partículas.
- Adsorción del Floculante Sobre Otras partículas con el fin de formar micro flóculos.
- Crecimiento de los micro flóculos a flóculos mayores y más fuertes por colisión y adsorción sucesiva.

2.1.9.2 Factores que influyen en la floculación.

Para lograr un proceso de aglomeración de micro flóculos eficientes , se deben tener en cuenta varios factores, que generalmente son función de la etapa y el proceso en general.

2.1.9.2.1 Concentración y naturaleza de las partículas

La velocidad de formación de flóculos es directamente proporcional a la concentración de partículas que se encuentran en el cuerpo de agua y su tamaño inicial, obteniendo un floculo consistente que se sedimente rápido y fácilmente, asegurando que no se fragmente en etapas posteriores.(Guzman,2017,p.32)



2.1.9.2.2 Tiempo de detención

Es un factor crucial en la etapa que la velocidad de aglomeración de partículas es directamente proporcional al tiempo de detención. Este tiempo se determina mediante las pruebas de jarras mediante el cual se puede mejorar la unidad de floculación se divide en cámaras. A grandes rasgos, se puede considerar que la eficiencia de esta etapa puede darse si la eficiencia de este paso se logra en un tiempo cada vez más corto a medida que se incrementa el número de cámaras de floculación en la serie. Por razones prácticas, el número de cámaras no debe ser demasiado grande, se pueden instalar al menos tres unidades. (Guzman,2017,p.32)

2.1.9.3 Tipos de floculación

2.1.9.3.1 Floculación Peri cinética

Es producido por el movimiento natural de las moléculas del agua y esta inducida por la energía térmica, este movimiento es conocido como movimiento browniano. (Cárdena, 2000,p.33)

2.1.9.3.2 Floculación Orto cinética

Se basa en colisiones de partículas debidas al movimiento del agua, inducido por energía exterior a la masa del agua, que puede ser de origen mecánico o hidráulico. Después de que el agua es coagulada es necesario que se produzca la aglomeración de micro flóculos, para este propósito primero se produce la floculación peri cinética luego se produce la floculación. (Cardenas,2000,p.33)



2.1.9.4 Floculantes

Los floculantes son polímeros o polielectrolitos con pesos moleculares muy altos, moléculas orgánicas solubles en agua formadas por bloques llamados monómeros que se repiten en largas cadenas. Estos floculantes pueden ser de los siguientes tipos: minerales , orgánicos naturales y orgánicos de síntesis.(Cardenas,2000,p.33)

2.1.9.4.1 Floculantes Minerales

Se encuentra la sílice activada, el primer floculante empleado , que debe prepararse antes de utilizarlo, su preparación es delicada y presenta el riesgo de la gelatinización; produce la neutralización parcial de la alcalinidad del silicato de sodio en solución.(caso Atarjea en los años 70 – 80, se utilizó en el tratamiento de agua).(Cardenas,2000,p.33)

2.1.9.4.2 Floculantes Orgánicos Naturales.

Son polímeros naturales extraídos de sustancias animales y vegetales. Son polímeros naturales extraídos de sustancias animales o vegetales.

Los alginatos, tienen estructura polimérica que son:

- Los ácidos manuránicos
- Los ácidos glucónicos.

2.1.9.4.3 Floculantes Orgánicos de Síntesis

Son las más utilizadas y son macromoléculas de gran cadena que se obtienen asociando monómeros sintéticos con masa molecular elevada

de 106 a 107 Son los más utilizados y son g/mol, se clasifican según la iconicidad del polímero: (Cardenas,2000,p.34)

- Aniónicos (generalmente copolímeros de la acrilamida y del ácido acrílico).
- Neutros o no iónicos (poliacrilamidas)
- Catiónicos (copolímero de acrilamidas + un monómero catiónico)

2.1.10 Sedimentación

Es la eliminación de partículas suspendidas en el agua residual mediante la acción de la gravedad ,cuando el fluido tiene una densidad menor que las de la partícula. El objetivo del tratamiento de agua es clarificarla; este proceso es un fenómeno físico de sedimentación y forma parte del tratamiento

Este procedimiento corresponde a la caída de las partículas en el agua por que las partículas suspendidas se sedimentan, teniendo como resultado la suspensión que será más concentrada con su fluido clarificado.(Curasi & Tolentino,2021,p.26)

2.1.10.1 Tipos de sedimentacion

Sedimentación discreta: Son partículas que , durante su caída sus propiedades (densidad, tamaño y forma) permanecen sin cambios.

Sedimentación de partículas floculantes : Las partículas floculantes se forman cuando las partículas coloidales desestabilizadas se agrupan debido a la adición de productos químicos .A diferencia de las partículas discretas ,estas partículas floculantes cambian sus características como tamaño, densidad y forma, durante su caída. El proceso de



sedimentación de estas partículas floculantes es un fenómeno en el que se consideran estos cambios La clarificación de aguas se da por este tipo de sedimentación, cuyo proceso se da entre la decantación y coagulación – floculación.(Curasi & Tolentino,2021, P.26)

Sedimentación por caída libre e interrumpida: La sedimentación ocurre en diferentes formas dependiendo de la concentración de partículas en el agua. Cuando las partículas están en baja concentración, no interfieren entre sí y se desplazan sin obstáculos, lo que se denomina caída libre. Sin embargo, cuando la concentración de partículas es alta, estas colisionan entre sí y se mantienen en una posición fija, formando un depósito masivo en un lugar específico. Este proceso se conoce como sedimentación zonal, caída interferida o depósito.(Curasi & Tolentino,2021,p.27)

2.1.11 Generalidades de la Palta

El Aguacate (*Persea Americana Miller*), es una fruta de gran importancia en la alimentación del ser humano, porque contiene gran cantidad de proteínas, vitaminas y minerales; además es beneficiosa para la salud humana, ayuda a reducir los niveles de colesterol y triglicéridos totales en el organismo, entre otros.(Baiza,2003,p.5)

Tiene una gran importancia socioeconómica , debido a su creciente demanda , ya que genera empleos permanentes y temporales para los miembros de la cadena agro comercial, beneficiando a los productores, comercializadores , industrializadores y consumidores.



Nombre Común: Aguacate, derivado del vocablo náhuatl “Ahuacatl”, hablado en Mesoamérica y que significa testículo.

2.1.11.1 Origen

El aguacate es originario de un área que se extiende desde el sur de México y el Norte de centro América hasta el norte de Sudamérica por lo que posee alta variabilidad y puede adaptarse a diferentes condiciones Agroecológicas. (Baiza,2003,p.5)

Hoy en día , se produce en casi todos los países de clima cálido y templado, aunque sus mayores cultivos se encuentran en países latinoamericanos, de los cuales México se destaca como primer productor Mundial, Chile , Brasil, Perú y Republica Dominicana.(Tamayo, 2008, p. 13)

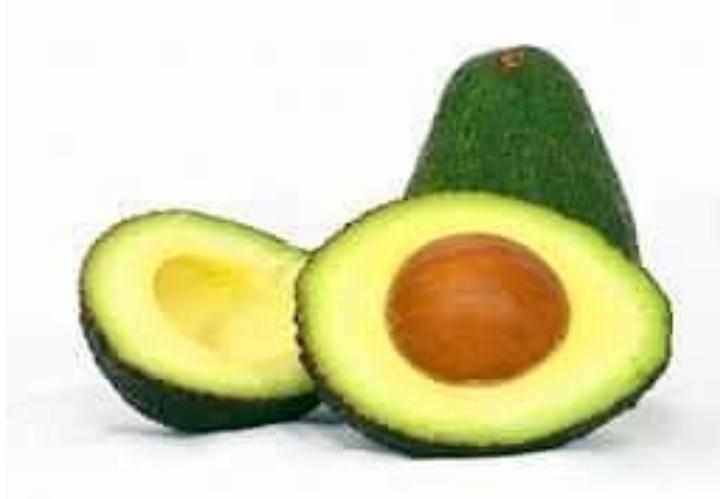
2.1.11.2 Descripción

La palta es el nombre del árbol de continente americano y su fruto. El árbol es de la familia *Laurácea* al cual se le denomina *Persea americana* y alcanza una altura de 20 metros. Posee hojas alternas y pequeñas flores amarillas, siendo su característica más destacada su fruto comestible.

Se puede decir que la palta es (conocida en algunos países como aguacate) es un fruto de color verde con una gran semilla en el medio, es de más de cinco centímetros de largo. (Porto,

Figura 1

Fruto de la palta



Fuente :Pérez ,J.& Merino ,M.(2013)

2.1.11.3 Taxonomía

- Reino: vegetal
- División: spermatophyta
- Subdivisión: Angiospermae
- Clase:Dicotyledoneae
- Subclase: dipétala
- Orden: ranales
- Familia :Laurácea
- Género: persea
- Especie :persea americana Miller, persea gratissima Gaerth,persea drymifolia Blake



El aguacate es parte de la familia de las lauráceas , que comprende 52 géneros y cerca de 3.500 especies; siendo una de las familias de dicotiledóneas más antiguas. Esta familia incluye especies de gran importancia económica, como aquellos que producen aceites esenciales Como el alcanfor (*cinnamomun zeylanicum* Ness) y de especies como la canela *cinnamomun zeylanicum* Ness) y maderas finas.

El género *persea* está compuesto por 150 especies distribuidas. En las regiones tropicales y subtropicales, especialmente en Asia , islas canarias y América donde se encuentran alrededor de 80 especies. El género está formado por arboles de hojas coriáceas y aromáticas; inflorescencias axilares subterminales, dispuestas en carimbosas y racimos; flores pediceladas o sésiles, hemafródita, con ovario globoso y subglobosa, estilo delgado, estigma triangular pelado; frutos en bayas globosas y elípticas.(Tamayo et al,2008,p.15)

2.1.11.4 Botánica

El aguacate es una especie polimórfica, por lo que se adapta a diferentes ambientes y sus características como la dimensión de las hojas, tamaño del fruto, color del epicarpio, etc. Son muy variables. (Baiza,2003,p.7)

2.1.11.5 Morfología

a. Raíz

Son superficiales dependiendo de la variedad, suelo y otras condiciones de producción. La profundidad que alcanza es de 1 a 1.5 m , siendo mayor en suelo suelto. La raíz se caracteriza por tener pocos pelos

radicales y la absorción ocurre en la punta de la raíz a través del tejido primario; determina la susceptibilidad del árbol al exceso de humedad.(Gómez et al,2017,p.40)

b. Tallo

El tallo es un tronco cilíndrico erecto , leñoso y ramificado tiene una corteza áspera a veces surcada longitudinalmente. La copa , de ramas extendidas, es de forma globosa y acampanada.(Tamayo et al,2008,p.18)

El patrón de ramificación es:

- **Extensivo:** cada rama sale abajo del ápice del vástago en cada flujo de crecimiento.
- **Intensivo:** Varias ramas salen debajo del vástago en cada flujo de crecimiento
- **Ambos:** La distribución de las ramas puede ser ascendentes ,irregular ,verticilada, axial y horizontal.

c. Hojas

Las hojas son simples , alternas , enteras , elípticas , alargadas y con nervaduras pinnadas con inserción peciolada . La epidermis es pubescente volviéndose lisas y coriáceas cuando madura , de color verde intenso y oscuro en él, haz , pubescente y glaucas en el envés. El árbol se defolia cuando existe renovación de ramas y las hojas verdes significa que han cumplido su ciclo. En algunas variedades como el Hass , tienen un periodo corto de defoliación antes de la floración , lo que indica que se ha adaptado a lugares no apropiados para su cultivo. (Baiza,2003,p.9)



d. Flores

Son perfectas trímeras, pequeñas , agrupadas en una panícula, hermafroditas , subesentes con pedicelos cortos, tienen un cáliz de tres sépalos y una corola tripéala , con 12 estambres , 9 estambres funcionales y 3 estaminoides; sus pistilos tienen un solo carpelo y un ovario con un solo ovulo. Su color es crema, amarillo , verde , café y rojo. (Tamayo et al,2008,p.20)

e. Fruto

Es una baya sin tépalos persistentes, de color verde, amarillo brillante o purpura con manchas grises (lenticelas), de varios tamaños, alargada (tipo pera) o redonda que contiene generalmente una sola semilla. Fruto que puede ser consumida por el ser humano, animales domésticos y los silvestres. La pulpa es de textura cremosa, de color verde pálido, en algunos casos fibrosa, contiene un alto contenido en calorías (500-1350 calorías por kilogramo) y proteínas (1.6%), y contiene calcio, fosforo, hierro y vitamina A, tiamina, riboflavina, niacina y acido ascórbico, por lo cual se considera un alimento valioso. (Gómez et al, 2017,p.40)

f. La semilla

Es ovalado, como la forma de un melocotón. Sus semillas son racial Antillano tienen una cubierta de mediana a gruesa y membranosa. En otros grupos raciales, es muy delgado, el endocarpio o semilla es importante en la relación fruto/semilla, siendo ideal una mayor porción de pulpa y semilla de tamaño mediano o pequeño.(Baiza,2003,p.9)



g. Fenología

El aguacate muestra un comportamiento fenológico característico, donde las fases de floración, forman madurez del fruto, brotación vegetativa y letargo, se traslapan, acortan o prolongan debido a las condiciones climáticas, el manejo y la alta variabilidad genética. (Telíz et al,2000)

2.1.11.6 Variedades

a. Hass

Es la variedad de aguacate más cultivada y consumida en el mundo. La fruta es periforme a ovoide, pesa entre 135 y 365 gramos, su piel es rugosa de color verde que se vuelve de color violeta oscura o negra cuando madura. Su principal uso es como fruta fresca con pulpa de alta calidad, firme de color crema, sin fibra tiene un contenido de aceite que varía entre 18 a 23 %, que representa aproximadamente el 70% del fruto.

b. Hass (Guatemalteca x Mexicana)

Esta variedad es obtenida en california, sus frutos son de forma oval periforme, de tamaño mediano(200 a 300 gr) de excelente calidad, tiene cascara granular de grosor mediano, fácil de pelar cambia de color verde a purpura conforme madura. La pulpa no tiene fibra y tiene un contenido de aceite que oscila entre 18% y el 22%. La semilla es de tamaño pequeño, de forma esférica y adherida a la pulpa. El fruto puede subsistir en el árbol durante un tiempo determinado sin perder sus propiedades, el árbol es muy sensible al frio y de elevada productividad. Es la variedad



más importante del mercado, muy resistente al, transporte y almacenamiento. (Maza, 2008,p.19)

c. Fuerte (guatemalteca x mexicana).

Esta especie se obtiene de las yemas sacada de los árboles nativo de Atlixo (México), tiene características intermedias entre la raza mexicana y guatemalteca. Los frutos presentan aspecto periforme, de tamaño mediano (300 a 400 gr). Tiene una longitud promedio de 10 a 12 cm y su ancho es de 6 a 7 cm de cascara ligeramente rugosa al tacto, se separa fácilmente de la pulpa, espesor medio, de color verde y textura verde. La calidad de la pulpa es buena ; los frutos tienen poca fibra y semilla de tamaño mediano, variando su contenido de aceite entre 18% y 26%. (Maza,2008,p.19)

d. Lamb Hass:

Esta fruta es bastante similar al Hass, pero tiene hombros más anchos, su piel se vuelve negro en su madurez. De tamaño más grande que el Hass, y cosechando más tarde. La producción de esta variedad es mayor y el árbol muestra una mayor tolerancia al viento. A las altas temperaturas y al acaro cristalino en comparación con el HASS. Ministerio de Agricultura y Riego, 2019)

e. Nabal (raza Guatemalteca)

El fruto es redondo de tamaño mediano y pesan entre 450 y 550gr en su madurez. La cascara es ligeramente rugosa, gruesa y de color verde oscuro. Las semillas son relativamente pequeñas. Existe un cultivar



“Naval” el tamaño y peso de este fruto es ligeramente superior , atractivos para el mercado se le denomina “Nabal Azul”. La fruta es de buena calidad y ocupan el tercer lugar en la selección de mercados nacionales.(Maza,2008,p.20)

f. Ettinger

Este fruto es de forma oval alargada de tamaño medio, de cascara fina, lisa de color verde brillante . La pulpa es libre de fibra y de buena calidad. Es una de las variedades importantes en Israel , ocupa entre 25 y 30% de la superficie plantada con paltos.(Maza,2008,p.20)

g. Edranol

Este árbol es de mediano crecimiento. Los frutos son piriformes, cascara rugosa de color verde y de tamaño mediano (260 a 300 gr). La pulpa tiene buen sabor y un contenido de aceite de 22 % . (Maza,2008,p.20)

h. Bacón

Es originario de california y muestra una buena resistencia al frio. Los frutos son de forma oval, son de tamaño mediano de 250 a 300 gr , poseen cascara fina de color verde brillante. El árbol es vigoroso, erecto, muy precoz y (Maza,2008,p.20)

i. Negra de la cruz

Conocido como Prada o Vicencio Conocida como Prada o Vicencio. Esta variedad se originó a partir de Olmué a través de una hibridación natural , posiblemente influenciada por la variedad mexicana



Laucaría ,con la cual comparte un follaje de ondulación ancha. Puede considerarse un híbrido guatemalteco-mexicano. Es un árbol que crece rápido, precoz, muy productivo de madera muy frágil, lo que provoca que sus ramas se rompan fácilmente. El fruto tiene forma de pera y cascara de color morado y negros.(Maza,2008,p.20)

2.1.12 Usos de la palta

El aguacate se consume como fruta fresca, pulpa , congelado como helado y se utiliza como ingrediente en productos de belleza y aceites.(Ministerio de agricultura y riego,2019)

El aguacate destaca por sus diversos usos: medicinales utilizando sus hojas, cascara , semillas y corteza en la extracción de aceites , comparables con el aceite de oliva , la materia prima se utiliza en la fabricación de shampoo y cosméticos como cremas , aceites que protegen y limpian la piel .Sin embargo ,la forma más común de consumir el aguacate es la fruta fresca o la pulpa procesada en forma de guacamole, lo cual es muy beneficioso para la dieta humana debido a su alto contenido de valor proteico y lo más importante está libre de colesterol. (Asociacion Nacional del café,2004,p.3)<<

2.1.13 Usos de los residuos de palta

La semilla de aguacate contiene el 12% al 16% del peso total del fruto actualmente la semilla se considera un producto desechable. Los estudios fitoquímicos han demostrado que las semillas de aguacate son ricas en metabolitos secundarios ,incluidos polifenoles , ácidos grasos y alcaloides. (Hennessey, 2017,p.32)



2.1.14 Composición química

El aguacate es una fruta muy nutritiva ya que contiene importantes nutrientes necesarios para una buena alimentación. El contenido de grasa y aceite depende de la raza y variedad , oscila entre el 5% y el 18 % . El fruto es rico en vitaminas y minerales. (Bonilla, 1993,p.1)

2.1.15 Propiedades nutricionales y composición de la palta

a. Grasas:

Está compuesto de 14-15 gramos en 100 gr. de fruto. Es el nutriente más abundante , por lo que el aguacate está prohibido en las dietas de adelgazamiento o hipocalóricas. La ingesta de calorías es inadecuada en personas que desean bajar de peso , no el tipo de grasa que contiene . Es muy importante aclarar que el 70% de estas grasas son grasas insaturadas (ácido linolénico y linoleico). Son grasas saludables (disminuyendo los niveles de LDL). Solo un 15% de la grasa total es grasa saturada y no contiene colesterol. Este fruto es adecuado para personas con colesterol elevado y diabetes. (Licata, s.f.)

b. Minerales

Es fuente de potasio contiene un tanto de este mineral como un plátano mediano , además aporta magnesio. Su consumo es aconsejable para personas que hacen deporte y situaciones de estrés . La cantidad de sodio es muy baja para personas con hipertensión. Sin embargo, debe consumirse con moderación para evitar un impacto negativo en el peso corporal ya que contiene muchas calorías . No es adecuado para todas las personas con insuficiencia renal.

c. Vitaminas:

Se destaca por su alto contenido de vitaminas Es un potente antioxidante natural que disminuye el riesgo de enfermedades cardiovasculares y otras enfermedades degenerativas, como el cáncer. También contiene vitamina C la cual combate los radicales libres y los neutraliza para que no sean dañinos para el cuerpo, Además cuenta con vitaminas del complejo B ,Vitamina A y ácido fólico.

d. Fibra

El aguacate es la fruta con mayor contenido de fibra soluble, lo que ayuda a regular el tránsito intestinal y reduce la absorción de colesterol y azúcar en el cuerpo y disminuir sus niveles en la sangre.

e. Hidratos de carbono

La presencia de hidratos de carbono es considerable, pero tiene una proteína baja (como en la mayoría de las frutas).

Tabla 1

Aporte nutricional de la palta

Nutriente	Aguacate especie mexicana	Aguacate especie antillana
Calorías	167	120
Grasa total	15 g.	10 g.
Grasa monoinsaturada	10 g.	6 g.
Carbohidratos	9 g.	8 g.
Proteínas	2 g.	2 g.
Fibra alimenticia	7 g.	6 g.
Vitamina E	2 mg.	3 mg.
Vitamina C	9 mg.	17 mg.
Vitamina A	7 µg.	7 µg.
Folatos	62 µg.	35 µg.
Potasio	507 mg.	351 mg.



Magnesio	29 mg.	24 mg.
Hierro	0.6 mg.	0.2 mg.
Calcio	13 mg.	10 mg.
Sodio	8 mg.	2 mg.

Unidades: gramos (g.), miligramos (mg), microgramos (μg)

Fuente: Licata, M.s.f.

2.1.16 Generalidades del durazno

Las preferencias de los consumidores por el color de la pulpa y el pretendido uso del fruto Las preferencias de los consumidores por el color de la carne y el pretendido uso del fruto (mercado fresco, enlatado , congelación o secado) contribuyen a la diversidad y al gran número de cultivares que se cultivan en todo el mundo. (Casaca, 2005,p.3)

2.1.16.1 Origen

El durazno (*Prunus pérsica L.*) es originario de China produciéndose desde el año 1000 a.C., se introdujeron en Europa gracias a lo largo de la antigua ruta de la seda persa, que permitía transportar los árboles. Los Romanos la llamaron “manzana persa “por su país de origen(Persia, actualmente Irán).

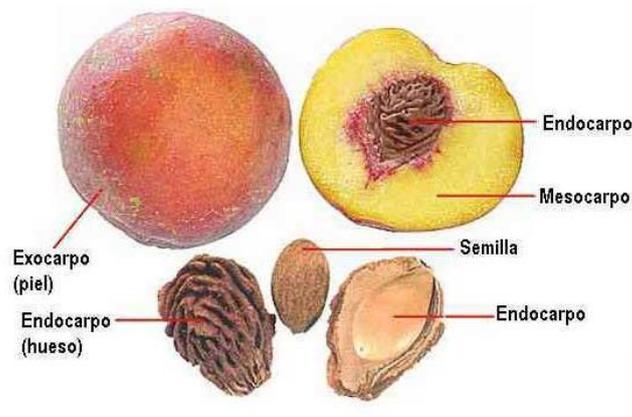
En el siglo XVI fue llevado a América por los colonos españoles. Actualmente, los principales países productores se encuentran en el hemisferio norte en Estados Unidos y Países en la frontera con Canadá. Los principales productores del hemisferio sur son Argentina , Chile , Uruguay , Sudáfrica y Nueva Zelanda.(Palmira & Perdomo,s.f)

2.1.16.2 Descripción

Es un árbol de forma arbustiva , copa amplia y de pequeño tamaño, crece hasta 4-10 metros de altura , pero rara vez alcanza los 6.5metros. Tiene un tronco delgado, con una corteza de color gris con lenticelas (protuberancias) dispuestas horizontalmente. Las hojas son de color verde oscuro, delgadas, son anchas en el centro y ligeramente curvadas hacia a la nervadura central, con los bordes un poco aserrados. Las flores crecen en péndulos cortos de 2 a 3 ramas laterales, aunque también pueden crecer solas. (García et al ,2017)

Figura 2

Partes del durazno



Fuente:(Zambrano & Perdomo, s.f.)

2.1.16.3 Taxonomía

- Reino: plantae
- Division:Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsia
- Orden: Rosales
- Familia:Rosasea



- Sub-familia: Amygdaliodeae
- Tribu: Amugdaleae
- Género: Prunus
- Especie: Prunus pérsica

2.1.16.4 Etimología

Su nombre científico se debe a que Linneo lo clasificó como una especie pérsica según el país que lo introdujo en Europa.

Es conocido por varios nombres comunes, el nombre más común en el mundo es “melocotón” pero también se puede obtener por otros nombres como durazno, pavía, fresquilla, abridor, albrichigo. (Palmira & Perdomo. s.f.)

El origen del nombre del durazno proviene del latín, que hace referencia a la piel del fruto:

- malus cotonus, “manzana algodonosa”.
- durus acinus, “que tiene la piel dura”

2.1.16.5 Botánica

Su nombre botánico *Prunus Pérsica* proviene de los persas que lo comerciaban por las rutas que solían recorrer con frecuencia montañas, fueron los primeros en aprovechar este fruto alimenticio, su origen proviene de China, pertenece a la familia rosácea, es dulce, aromático, jugoso con piel fina y pulpa muy carnosa.



2.1.16.6 Morfología

a. Porte

Es un árbol pequeño caducifolio , de hasta 6m de altura, aunque a veces el tamaño no supera al de un arbusto, de corteza liza, cenicienta, se desglosa en laminas. Sus ramas son lisas, de color verde el lado que está expuesto al sol.

b. Sistema radicular

Es altamente ramificado y superficial, que no se mezcla con el de otras plantas cuando las plantaciones son densas (el antagonismo que se establece entre los sistemas reticulares de las plantas cercanas es tan acentuado que introduce a las raíces de cada planta a no invadir el terreno de la planta adyacente). La zona explorada por las raíces ocupa una superficie mayor que la zona de proyección de la copa: Se considera que esta superficie es al menos el doble y en cualquier caso cuanto mayor cuanto menor sea el contenido hídrico en el terreno. (casaca,2005,p.3)

c. Raíz

El sistema radical es muy ramificado y superficial. En las plantaciones densas , las raíces no se entrelazan con las de otras plantas. Se establece un antagonismo entre los sistemas reticulares de plantas próximas, induciendo a no invadir el terreno de las plantas adyacentes.(Zambrano & Perdomo, s.)

Según Valentini et al (2012) “Las raíces del duraznero son especialmente sensibles a las raíces de otras especies o de la misma



especie, el antagonismo que se produce es tan fuerte que induce a las raíces de cada planta a no invadir el terreno de la planta adyacente”

d. Tallo

El árbol de duraznero es el tamaño mediano, con una altura de 4 a 8m. La copa mide de 5 a 6m de largo y forma ovalada. Las ramas gruesas cambian de color rojizo a parduzco, son divergentes, se quiebran fácilmente a una edad avanzada.

El tronco es corto, la corteza es lisa, se desprende en laminas. Puede tener ramas lisas, de color verde hacia al lado que está expuesto al sol. (Zambrano & Perdomo, s.f.)

e. Hojas

Las hojas son simples , lanceoladas , alternas con márgenes finamente aserrados. Su tamaño es de 5 a 12 cm de largo y de 3 a 5cm de ancho. Presenta un peciolo de 1 a 1.5cm de longitud y tiene de 2 a 4 glándulas cerca del limbo.

El color de las hojas en otoño son un indicador para diferenciar las variedades de pulpa amarilla de las de pulpa blanca . Para las primeras se colorean de amarillo intenso o anaranjado claro , la pulpa blanca es de color amarillo claro.(Zambrano & Perdomo .s.f.)

f. Flor y floración

Las flores pueden ser pequeñas a medianas , solitarias, a veces en pares, con 5 pétalos de diferentes tamaños y formas. El color varia de rosa a rojo y mide de 2 a 3.5cm de diámetro.(Zambrano & Perdomo .s.f.)



Cada flor se origina a partir de una yema y puede aparecer sola, en racimos o en grupos de tres o cuatro. Las flores son hermafroditas. El cáliz gamosépalo y caduco es de color anaranjado vivo en las variedades de pulpa amarilla y de amarillo claro o blanquecino en las variedades de pulpa blanca .La corola está formada por cinco pétalos que varían entre rosa intenso y rosa claro según la variedad. El pistilo al igual que el ovario es único y el número de estambres oscila entre 20 a 25. (Valentini et al,2012,p.45)

g. Fruto

El fruto es de una drupa de piel lisa o pubescente. La pulpa o mesocarpio es carnoso ,de color amarillo , verde claro o rojo purpura con un sabor dulce y ligeramente ácido. En si interior se encuentra un endocarpio que contiene las semillas conocido como carozo o hueso.

El corozo vario en tamaño , forma y color , tienen una superficie irregular y contienen semillas , incluida una semilla ,incluida una semilla en forma de almendra llamado “hueso”.

Se tiene dos tipos de frutos, que son de carne blanda , con pulpa no adherida al endocarpio. El segundo tipo es pulpa dura .con pulpa muy adherida. El primer tipo es usado para consumo fresco y el segundo además de consumo en fresco, se destina a la industria.(Zambrano & Perdomo. s.f.)



2.1.17 Variedades del durazno cultivadas en el Perú

El melocotonero es la especie más viable entre los árboles frutales, con innumerables variedades que ingresan al mercado cada año, también se encuentran entre las variedades de más rápido crecimiento. Debido a las condiciones climáticas y de producción, la distribución de las variedades varía no solo con el tiempo sino también según las áreas de cultivo.

La selección de variedades tiene grandes posibilidades y no resulta sencilla. Los criterios de selección son: requerimientos edafoclimáticos, destino de la fruta (consumo industrial o fresco), demanda del mercado, temporada de producción, vocación y área de producción, así como la calidad de la fruta. (vega, 2005, p.4-5)

Las especies más cultivadas en el Perú son: Huaycott rojo, huaycott crema, blanquillo, nectarina, fortaleza, a continuación, describiremos las variedades. (Quispe & Castro, 2017, p.20)

a. El huaycott rojo

Esta es una variedad con un ciclo vegetativo promedio de 7 meses. Se distingue por tener un fruto mediano a pequeño, de forma redondeada con piel amarilla cubierta completamente por una hoja roja que la cubren en su totalidad; su pulpa es fibrosa y consistente, muy jugosa de agradable sabor y ligera acidez; además posee un aroma suave en comparación con el Huaycott crema. Bastante aceptado en la industria. (Quispe & Castro, 2017, p.20)



b. El huaycott crema

Su duración media de ciclo vegetativo es de 7 meses. Se caracteriza por tener un fruto redondo de mediano a gran calibre; tiene corteza de color amarillo cremoso de manchas rojas jaspeado; con pulpa cremosa, textura moderadamente firme, jugosos con un sabor dulce aromático. Se consume como fruta fresca y también se utiliza en la industria alimentaria.(Quispe & Castro,2017,p.20)

c. El blanquillo:

Es la variedad más común en el Perú. Con un periodo de vegetación promedio de 8 meses. Se distingue por sus frutos de tamaño grande y mediano, de forma redonda, pulpa blanca, textura suave, jugosa y dulce, abundante pelusa en la cascara, además presenta una fisura en el centro del fruto que las diferencia de las demás, por la que recibe el nombre de “abridor”. Su consumo es principalmente como fruta de mesa.(Quispe & Castillo,2017,p.20)

d. Oro azteca

Esta fruta tiene cascara de color rojo intenso con pequeñas manchas amarillas cerca de la inserción del pedúnculo y un sabor agridulce. Su producción está enfocada a la industria. (Noreña, 2019,p.18)

e. DCokinawa

Se utiliza como patrón porta injertos por presentar rusticidad, tolerancia y resistencia a enfermedades, se adapta rápidamente y tiene frutos muy pequeños, fibrosos y con escaso jugo. (Quispe & Castro,2017,p.20)

2.1.18 Composición química del durazno

Entre la composición química del durazno se encuentra los carotenoides el cual se encarga de dar el color amarillo anaranjado brillante en frutas, siendo la criptoxantina es el pigmento principal en la pulpa de durazno pertenecientes a la familia de los carotenoides. La piel de durazno posee antocianinas en algunas variedades se encuentra en la pulpa o en las nectarinas, esta pigmentación es visible cerca del hueso(endocarpio) del durazno , según sus propiedades encontraras que los duraznos contienen una gran cantidad de potasio y vitamina C, que tiene un efecto beneficioso para la vista, crecimiento y desarrollo. Además, es rico en carotenoides que son antioxidantes que pueden retrasar el envejecimiento , la vitamina sé que contiene el durazno puede prevenir enfermedades respiratorias y ayuda a la cicatrización de la piel. (Guerrero,2022,p.13)

Tabla 2

Composición Nutritiva del Durazno (en 100 gramos)

Descripción	Cantidad	Unidad
Agua	89.10	%
Calorías	38.00	Kcal
Proteínas	0.60	Gr
Grasas	0.10	Gr
Hidratos de Carbono	9.70	Gr
Vitamina A	330.00	U.I.
Tiamina	0.02	Mg
Riboflavina	0.05	Mg
Niacina	1.00	Mg
Acido ascórbico	7.00	Mg
Calcio	9.00	Mg
Fósforo	10.00	Mg
Hierro	0.50	Mg
Sodio	1.00	Mg
Potasio	202.00	Mg

Fuente: Caballero, F. 2002



2.1.19 Propiedades del durazno

El durazno aporta vitaminas del complejo B , minerales como el potasio y fitoquímicos la luteína zeaxantina criptoxantina y el betacaroteno. Esta fruta no solo nos ayuda a comer de una manera sana , sino también protege nuestra salud visual neutralizando los radicales libres y reduce el riesgo de enfermedades cardiovasculares. Se encuentra una amplia variedad de estas frutas, se debe preferir siempre las que son de color amarillo o crema suaves al tacto y no demasiado blandas ni demasiado maduras. Se puede conservar en la nevera durante 1 a 2 días. (anonimo, 2013)

2.1.20 Valor nutricional

Muchas personas consideran que el durazno es una de las frutas más calóricas debido a su sabor dulce . A pesar de su sabor dulce el durazno no es una de las frutas más calóricas ya que en su contenido de hidratos de carbono es bajo, por lo tanto ,aporta poca energía. Es especialmente rico en fibra, lo que contribuye a mejorar el tránsito intestinal. En términos de composición mineral, resalta por su contenido de potasio en menor cantidad de magnesio y yodo.

Los duraznos contienen una amplia gama de vitaminas hidrosolubles, pero ninguna se destaca en particular. En comparación con otras frutas, tiene un mayor contenido de caroteno lo que le otorga algunas propiedades dietéticas. La provitamina A o beta caroteno se transforma en vitamina A en el organismo según sea necesario. Esta vitamina es fundamental para la visión , el buen estado de la piel , el cabello , las mucosas , los huesos y el buen funcionamiento del sistema inmunológico y tiene efecto antioxidante. (Anonimo,2013)



2.1.21 Principales usos

Se consume como fruta fresca , la fruta se puede procesar y obtener mermeladas, jaleas, almibares y concentrados de pulpa; además de obtener jugos y base para otros productos agroindustriales. (FRUTAL ES, 2002).

Se puede utilizar para preparar platos típicos como las “torrejas” con durazno, pasteles y postres horneados y licores. Los diversos órganos de la planta (hojas ,flores y frutos) tiene múltiples propiedades medicinales, y se utilizan para tratar enfermedades Hepáticas, tiña, herpes, trastornos nerviosos, perlesías, tullimientos y decaimientos , además de excelentes propiedades vermífugas La madera de poda y resepa se utiliza como leña y tiene buenas propiedades calóricas.(Baiza, 2004,p.7)

2.1.22 Plantas de tratamiento de agua o plantas potabilizadoras

Una planta de tratamiento es una serie de operaciones o procesos unitarios, adecuados para remover totalmente los contaminantes microbiológicos presentes en el agua cruda y parcialmente los físicos y químicos , hasta llevarlos a los límites aceptables especificados en las normas.(Romero,2022,p.35)

Una planta de tratamiento de agua es un conjunto es un conjunto de estructuras o una serie de procesos eficientes que purifican el agua durante un periodo de tiempo determinado, logrando que el agua este completamente limpia libre microorganismos patógenos causante de enfermedades hídricas, se puede decir que la principal finalidad de la planta potabilizadora es cumplir con los 21 requerimientos de calidad de agua potable y lo principal es mejorar la calidad de vida de las personas, por ello es primordial que la planta de tratamiento sea básicamente asequible y confiable.(Agudelo & Aguilar, 2022,p.20)



2.1.23 Potabilización del agua

Es el proceso por el cual el agua corriente se trata para convertirla en agua potable. Tiene como propiedades físicas, químicas y biológicas que cumplen con los estándares de calidad establecidos por las autoridades competentes. Cabe señalar que el agua ha sido tratada para ser apta para el consumo humano y animal sin miedo a contraer enfermedades. (Montenegro, 2021, p.10)

La potabilización del agua cruda es importante y requiere de un conjunto de estructuras, elementos y procedimientos que son parte esencial del proceso de tratamiento de esta manera brindar un buen servicio a las personas, sin representar un riesgo para la salud. Siendo un bien natural en escasez, aproximadamente el 4% del agua en la tierra es para el consumo humano. (Huertas, 2022, p.7)

2.1.24 Proceso de potabilización del agua

La potabilización es el proceso por el cual se trata cualquier agua para convertirla en agua potable, haciéndola completamente adecuada para el consumo humano.

Puesto que el agua extraída de ríos, pozos u otras fuentes a menudo presenta turbidez, malos olores y sabores, microorganismos (como bacterias, hongos, protozoos, etc.) en algunos casos, sólidos disueltos (como arsénico, nitratos, nitritos, etc.) es necesario purificarlo mediante una planta potabilizadora de agua adecuada.

El proceso de potabilización normalmente elimina las impurezas que causan color y turbidez en el agua, así como los microorganismos presentes. Es

importante recordar que la potabilización generalmente no elimina las sustancias disueltas, sean o no tóxicos para el ser humano.(Badin et al,2021,p.69)

El proceso de potabilización es importante para clarificar y purificar el agua transformándola apta para el consumo humano. Los métodos más completos incluyen los siguientes pasos: peroxidación, adsorción ,coagulación, floculación, decantación, filtración, alcalinización y desinfección.(Badin et al,2021,p.57)

a. Captación

El agua para potabilizar se extrae del río es marrón por las partículas de arcilla y tierra que llegan de los efluentes. El primer paso consiste en eliminar las partículas sólidas grandes. Se utilizan rejillas para evitar que entren peces o ramas. A continuación, se usa un desarenador para separar la arena del agua ,previniendo así posibles daños en las bombas de la planta de potabilización. Esta etapa también es habitual un pre desinfección para destruir algunas sustancias orgánicas.(Badin et al,2021,p.58)

b. Coagulación – Floculación:

Para iniciar el proceso , las bombas de baja presión envían el agua hasta una cámara de mezcla , donde se le adicionan los componentes para la potabilización del agua .En esta etapa del proceso se ajusta el pH añadiendo ácidos o álcalis y se incorporan agentes coagulantes. Este proceso se llama floculación y forma partículas grandes que luego se decantaran. (Badin et al,2021,p.58)

c. Decantación

El agua pasa a través de grandes piletas donde se convierte más clara . Las partículas en suspensión transportadas por el agua en el decantador son separadas



por la fuerza de gravedad . Los sedimentos más densos permanecen en el fondo, donde se eliminan y los menos densos continúan disueltos en el agua decantada.(Badin et al,2021,p.58)

Su finalidad es permitir que las partículas de impurezas se depositen en el fondo del estanque, donde el agua debe permanecer durante varias horas para completar el proceso. Posteriormente, las impurezas se eliminan mediante válvulas que accionan tuberías especiales de limpieza. El agua purificada que se queda en el nivel superior de los piletones , se extrae a través de caños con orificios de captación y se conduce por medio de canales y tuberías al tanque de filtro.(Badin et al,2021,p.58)

d. Filtración

En esta etapa ingresa a filtros donde se eliminan los restos de partículas. Después de la decantación, el agua se pasa a través de un medio poroso para eliminar los sedimentos menos densos y de menor tamaño. Estos filtros completan la eliminación de impurezas. Existen diferentes tipos de filtros, como de arena o carbón activado, y éstos pueden ser abiertos y por gravedad o cerrados y a presión.(Badin et al,2021,p.72)

El agua decantada por la parte superior de cada estanque , cuenta con capas de arena y piedra de distintos tamaños que funcionan como filtros. El agua fluye a través de estas capas filtrantes, donde se retienen la mayoría de las partículas que no se han de eliminar Cuando el agua llega al fondo, se encuentra cristalina, se recolecta y es llevada a la siguiente etapa.(Badin et al,2021,p.58)



e. Cloración- desinfección del agua

Finalmente, se añade cloro para eliminar cualquier tipo de microorganismos. Si se van a eliminar los agentes patógenos de las aguas subterráneas o manantiales naturales, esto también se puede lograr mediante la irradiación de rayos ultravioleta o la aplicación de ozono.(Badin et al 2021,p.72)

Esto implica inyectar cloro gaseoso que permite destruir los últimos microorganismos que aún pueden estar presentes en el agua. El cloro se inyecta a través de un dosificador automático con 0.6 -0.8 miligramos de cloro por litro de agua.(Badin et al,2021,p.)

f. Análisis del agua y distribución:

Una vez finalizado el proceso en la planta, se deben realizar varios análisis de agua para garantizar que el, proceso de potabilización ha sido exitoso. Los controles de calidad abarcan todas las fases del tratamiento del agua, desde el agua cruda hasta las etapas de tratamiento y la salida de las plantas de tratamiento o centros de distribución. El agua potable debe ser incolora ,sin olor ni sabor debe cumplir con las normativas vigentes en cada país. De esta forma el agua puede llegar a todos los hogares a través de la red de cañerías. (Badin et al ,2021,p.72)

2.1.25 Test de Jarras

Un método comúnmente utilizado para determinar la dosis optima de coagulantes utilizados en los procesos de tratamiento de agua. Esta prueba simula las etapas de: Coagulación, floculación y sedimentación a escala de laboratorio. Considere los siguientes los siguientes factores como: pH, temperatura y concentración de coagulante en las muestras de agua.(Poveda, 2022,p.12)



Los factores que influyen en el equipo son:

- Velocidad y tiempo de agitación
- Tiempo de sedimentación

2.1.25.1. Etapas de la prueba de jarras:

Las condiciones operacionales que se desarrollan en la prueba son

Mezcla Rápida

Se emplea para mezclar el coagulante con todas las partículas coloidales en el agua, disminuir su estabilidad, comenzar el proceso de coagulación formar un floculo. El tiempo calculado es de 30 a 100 revoluciones por minuto, depende directamente del tipo de coagulante utilizado y sus propiedades (Poveda,2022,p.1)

Mezcla Lenta:

El tiempo máximo no debe exceder de 1-15 minutos , ya que esto puede interferir la calidad de floc que se encuentran formando la aparición de burbujas y reducir la cantidad de partículas que sedimentaran.

Sedimentación:

Este es la etapa final del proceso y dura aproximadamente 30 minutos, el tiempo que demoran para que las partículas se sedimenten. (Poveda,2022,13)

La prueba de jarras se usa específicamente para establecer la cantidad idónea de coagulante para usar en el proceso de tratamiento del agua potable y/o aguas residuales, es decir, la clarificación del agua es más



efectiva para reducir las partículas coloidales y materia orgánica. Además, pueden medir el PH (normalmente entre 7.3 y 7.6). Por lo general, se utilizan 6 vasos para este proceso.(Huertas,2022,p.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Durazno

Es una fruta recomendable para personas con diabetes reumatismo, debilidad pulmonar, infecciones hepáticas e hipertensión arterial. El peso de la fruta varía entre 100 y 160 g, de los cuales aproximadamente entre el 88% y el 92% corresponden a la pulpa (mesocarpio).(Lozano,2022)

2.2.2 Semilla

Según cruz (2020) mediante la botánica las semillas son parte del fruto que contiene en el embrión una futura planta. Esta parte se encuentra protegida por una testa y deriva de los tegumentos del primordio seminal

2.2.3 Taninos

Generalmente se encuentra en las plantas y en mayor cantidad en células muertas o moribundas, los taninos ejercen un efecto inhibitor sobre muchas enzimas debido a la precipitación de proteínas, lo que les da la función protectora en corteza y duramen de las especies vegetales, se los usa a nivel industrial en la fabricación del cuero el cual se obtiene de árboles como el Quebracho, Acacia, Castaño y Myrobalans, en la industria farmacéutica se lo obtiene de las agallas del Roble, muchas plantas como la canela, el clavo de olor entre otras contiene taninos entre sus principales componentes terapéuticos. (Trigueo, 2018,p.17



2.2.4 Palta

Esta fruta proviene de un árbol (*Persea Americana Mill*) familia Laurácea, de la que forman parte también otras plantas productoras de esencias (Laurel , canela y alcanfor).Sus hojas son enteras y tienen bordes ondulados, se disponen alternamente a lo largo de las ramas cambiando de color de verde pálido o verde rojizo a verde oscuro a medida que maduran. Las flores ,pequeñas de color verdoso, se agrupan en panículas. Esta especie frutal se cultiva actualmente en países tropicales o subtropicales cálidos.(Ministerio de Agricultura y Riego, 2019,p.6)

2.2.5 Espectrofotometría infrarroja

Es una técnica empleada para identificar grupos funcionales en diferentes tipos de muestras. El resultado son espectros de infrarrojo, que son secuencias de picos o bandas que indican los grupos funcionales presentes en una muestra.

2.2.6 Agua

Es una sustancia muy importante para la vida con propiedades excepcionales que resultan de su composición y estructura. Es una molécula sencilla formada por tres pequeños átomos, uno de oxígeno y dos de hidrógeno, con enlaces polares que permiten establecer puentes de hidrógeno entre moléculas adyacentes. (Carbajal & Gonzales, 2012,p.63)

2.2.7 Contaminación del agua

El agua se considera contaminada ,si sus parámetros ,físicos, químicos y biológicos cambian su calidad esto puede ocasionar daños al organismo que la consume. Si es consumido por el ser humano esto puede causar problemas



irreversibles en la salud. Cuando el agua se contamina; ya no es apta para el uso previsto. Hay varias especies de contaminantes del agua. Nuestros principales contaminantes son agentes causantes de enfermedades, y encontramos que los protozoos, virus, gusanos y parásitos introducidos desde el agua son mucho más graves incluso peores que la incorporación de agua sin tratar. (Cabrera, 2021, p.34)

2.2.8 Tratamiento

Abarca a todos los procesos físicos y químicos que modifican el agua para ser adecuada para el consumo. Los tres objetivos principales de una planta de tratamiento de agua es obtener agua segura para el consumo humano y que sea estéticamente aceptable. (Jimenez, s.f, p.20)

2.2.9 Agua potable

El agua potable es agua natural o purificada que cumple con todos los estándares de calidad establecidos para tal fin, con base en estudios epidemiológicos, toxicológicos y consideraciones cualitativas, esta agua es producida a partir del tratamiento de aguas superficiales, subterráneas, atmosféricas, océanos, glaciares, lagunas entre otros. (Calle, 2021, p.24)

Según Cordero & Ullauri (s.f.) El agua tiene características físicas, químicas y microbiológicas que han sido tratadas con el fin de asegurar su idoneidad para el consumo humano.

2.2.10 Calidad del agua.

Este concepto está relacionado con las propiedades físicas, químicas y biológicas de los cuerpos de agua que pueden ser modificadas por compuestos y sustancias tóxicas en el agua. El agua puede ser utilizada para diversos fines como



en lo industrial, agropecuario, domestico o como materia prima de diversos productos, el fin principal es lograr que el producto sea apto para el consumo humano; el recurso debe contener alguno de los parámetros reglamentarios según lo contenga la norma vigente del país y así pueda tener una excelente calidad para evitar enfermedades en la población consumidora.(Guzman, 2017,p.24)

2.2.11 Contaminación por un floculante

Los floculantes químicos o naturales se utilizan para tratar residuos acuosos que contienen partículas en suspensión. Se complementan con la coagulación estos son procesos de tratamiento de agua que pueden ser inconvenientes si no se manejan adecuadamente. Por lo tanto, agregar una pequeña cantidad puede causar problemas . Esto se debe a que los floculantes se deben añadir en mínimas cantidades con gran cantidad de agua (<1%)

Si no se realiza la limpieza de manera adecuada puede causar problemas. Por lo tanto, es importante un mantenimiento y una limpieza adecuada. Tome la dosis ideal de la misma manera para evitar una sobredosis accidental . (Huertas,2022,p.9)

2.2.12 Alcalinidad

La alcalinidad del agua neutraliza los ácidos siendo la suma de las bases titulables, es una propiedad del agua se interpreta en términos de sustancias específicas si se conoce la composición química de la muestra. La alcalinidad es muy importante para el agua debido a un gran número de razones por ejemplo en altas concentraciones le da un sabor desagradable al agua por presencia de iones Ca o Mg ocasionando problemas de taponamiento en las tuberías. (Bautista, 2019,p.25)



La alcalinidad es muy importante ,controla el proceso de coagulación en el tratamiento de agua potable y la digestión anaeróbica en tratamientos de agua residual.

2.2.13 Estándares de calidad ambiental ECA

Es una herramienta de gestión ambiental diseñada para evaluar el estado de la calidad del ambiente en el territorio nacional. El ECA establece los niveles de concentración de elementos o sustancias presentes en el ambiente que no representan riesgos para la salud y el ambiente. (MINAM, 2019)

2.2.14 Límites máximos permisibles LMP

Según Cordero & Ullauri (s.f.) Representa un requisito de calidad del agua potable el que, según los conocimientos científicos y tecnológico actuales , define el límite a partir del cual el agua deja de ser apta para el consumo humano.

2.2.15 Turbidez

La turbidez se refiere a un líquido que se debe a la presencia de partículas en suspensión, se mide utilizando un equipo especializado que calcula la cantidad de luz dispersada a través de una muestra de agua. Su unidad de medida está representada por (NTU) , es decir la unidad de turbidez nefelométrica .(Gómez & Medina,2021,p.32)

Para medir la turbidez del agua ,se utiliza instrumentos como el turbidímetro o con el nefelométrico, que determinan la intensidad de la luz dispersada por 90 grados del agua. Según la organización mundial de la salud (OMS) , la turbidez del agua no puede ser mayor a 5NTU para uso de consumo humano. (Cabrera,2021,p.33)



2.2.16 Coagulante:

Es una sustancia química que se le agrega para desestabilizar , agregar y combinar coloides y emulsiones para aumentar su capacidad de sedimentación. (Salome.2019,p.43)

2.2.17 Coagulantes en el tratamiento de aguas

La utilización de semillas de durazno como coagulante en el tratamiento de aguas ha sido investigado como una forma de aprovechar los residuos agroindustriales dentro del proceso de tratamiento de aguas residuales generados en diversos procesos. Varios coagulantes químicos se usan comúnmente en el tratamiento de agua para reducir el nivel de turbidez , sin embargo, estos procesos pueden generar concentraciones significativas de metales, como aluminio y hierro que pueden perjudicar el medio ambiente y dañar la salud de los organismos vivos. Además , los coagulantes químicos aumentan el costo del tratamiento del agua.(Lozano, 2022,p.21)

2.2.18 Mezcla rápida

La coagulación se lleva a cabo mediante la agitación intensa del agua , lo que se denomina mezcla rápida, cuyo objetivo es distribuir el coagulante en toda la masa de agua de la manera más rápida y uniforme posible.

2.2.19 Floculantes

La función del floculante es conglomerar las partículas suspendidas desestabilizadas presentes en el agua, en consecuencia de la gravedad y el peso de conglomerado se sedimentan, de forma que la turbidez del agua se reduzca de forma parcial o totalmente, depende del floculante usado. Hay muchos tipos de



floculantes disponibles en el mercado , incluidos aniónicos, catiónicos , naturales, etc. Los floculantes más utilizados se derivan principalmente de cactus, arbustos, cereales y frutos secos , nueces (Huertas,2022.p.3)

2.2.20 Partículas en suspensión

En las fuentes de agua superficial, las partículas en suspensión se originan de la erosión del suelo, la disolución de minerales y la descomposición de materia orgánica. A esta contribución natural se añaden las descargas de aguas residuales domésticas industriales y agrícolas. En general, la turbidez del agua es provocada por las partículas de materia inorgánicas(arcilla, partículas de lodo orgánico e inorgánico), por lo tanto , el color está formado por partículas orgánicas e hidróxidos metálicos como el hierro y el manganeso.(Sucaticona, 2022,p.33)

2.2.21 Coloides

Son sólidos divididos finamente que se asientan por simple gravedad , sino que se eliminan del agua por coagulación, filtración o acción biológica.

Los coloides son los causantes de la turbidez del agua , no tienen límite de tamaño y se estudian en base a sus propiedades fisicoquímicas , además tiene suspensión estable , por lo que es muy importante cambiar las condiciones en las que se encuentran para que puedan sedimentarse. (Morales, 2019,p.41)

2.2.22 Aluminio

Es una sustancia que representa alrededor del 80% de la superficie terrestre y utiliza comúnmente en utensilios y artículos de cocina ,materiales de construcción y productos de consumo como antiácidos ,aditivos alimentarios y desodorantes. Este elemento es ligero ,anticorrosivo, no tóxico y un buen



conductor térmico. Se establece un límite para optimizar el tratamiento de agua ,ya que concentraciones superiores a 0.05mg/l pueden provocar la precipitación en el sistema de distribución. También se ha asociado con problemas como anorexia, enfermedades del Alzheimer e irritación del tracto intestinal. En la dieta diaria ,su consumo generalmente supera los 100 mg/d.

2.2.23 Aluminio residual

La coagulación y floculación son procesos esenciales en diversas áreas, como la bioquímica ,las producciones quesos ,la fabricación de caucho y el tratamiento de agua potable y aguas residuales. Las principales fuentes de aluminio en el agua potable incluyen el aluminio de origen natural y las sales de aluminio empleadas como coagulantes en el tratamiento del agua

Concentraciones de aluminio superiores a 0.1-0.2 mg/l frecuentemente generan entre los consumidores debido a la precipitación de flóculos de hidróxido de aluminio en los sistemas de distribución de agua ,además de incrementar la coloración del agua por la presencia de hierro.

Se reconocen los beneficiosos del uso de aluminio como coagulante en el tratamiento del agua. Pero también es importante considerar los posibles efectos adversos para la salud asociados con el aluminio (es decir , su posible neurotoxicidad),se calcula las concentraciones factibles con base en la optimización del proceso de coagulación en las plantas de tratamiento de agua potable con coagulantes que contienen aluminio para minimizar la concentración de aluminio en el agua tratada.

2.3 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

2.3.1 Antecedentes internacionales

Quino (2020) En el estudio se consideraron los vegetales como alternativas naturales de coagulantes y floculantes, comparándolos con el sulfato de aluminio ,que es el coagulante químico más utilizado y que, además ,es altamente cancerígenos evaluó el efecto de la temperatura en el proceso realizando pruebas a diferentes temperaturas iniciales 19°C, 22°C y 25° ofreció mejores resultados ,mientras que el almidón de cascar de papa a 19°C mostro resultados similares. Los parámetros químicos ,siendo un tratamiento de naturaleza química, fueron los menos afectados, sin embargo, se incluyen los resultados en el presente documento. Todos estos parámetros se compararon con los limites permisibles del reglamento de materia de contaminación hídrica de la ley medio ambiente N°1333,observándose cambios en la clarificación de agua de tipo clase C a clases A Y B después de aplicar los coagulantes vegetales y/o químicos ,así como algunos tratamientos que también resultaron en cambios inversos en la clarificación del agua .

Gómez & Medina (2021) En este estudio se determinó la capacidad de coagulante de las semillas de papaya (*Carica papaya*) para remover la turbidez del agua, y se comparó su efectividad con coagulantes químicos utilizados como el sulfato férrico al 50%. Para el estudio se preparó semillas como materia prima se obtuvo el coagulante natural en forma de polvo .Se llevo a cabo de 6 pruebas de tratamiento mediante agitación magnética ,utilizando muestras de agua del rio Daule en el Cantón Guayaquil. En cada prueba se dosificaron diferentes cantidades de polvo del coagulante natural:0.1,0.2,0.3,0.4,0.5,y 0.6g se analizaron



la turbidez los sólidos suspendidos totales ,el color y PH antes y después del proceso de coagulación. Los resultados indicaron que con una dosificación de 0.5 g de polvo de semillas de papaya ,la turbidez disminuye de 170NTU a 0NTU, los sólidos suspendidos totales (SST) pasaron de 138mg/l a 1mg/el color se redujo de 550Pt/Co y PH bajo de 9.79 a 7.17. En comparación con una dosificación de 1.58g del coagulante químico ,la turbidez se redujo a 2 NTU, los SST a 3mg/l y el color a 101Pt/Co. Se concluyó que las semillas de papaya son un coagulante natural eficiente para el tratamiento de aguas.

Racancoj (2022) Este estudio analiza la eficiencia de la molienda de semilla *Prunus pérsica* S “Salcajá” como coagulante natural para eliminar la turbidez y el color en agua potable. El diseño experimental que se utilizó fue aleatoriamente con 6 bloques con diferentes niveles de turbidez y color en 4 tratamientos: 0 mg/l, 30, 70 y 140 mg/l. En el test de jarras evaluó la eficiencia del coagulante natural midiendo los parámetros de pH, turbidez de 3 a 623 UNT y de color aparente de 40 a 2250 UPt-Co los tratamientos no son estadísticamente significativos. La prueba post hoc bajo el criterio de Tukey mostraron que el mejor resultado de eliminación se dio en tratamientos de 30 mg/l con un 64.99 % de eliminación de turbidez y 43.30% de coloración. El análisis de varianza para la turbiedad y color aparente iniciales mostró que hubo una diferencia significativa entre bloques y mediante pruebas post hoc se mostró que la mejor eliminación de turbidez fue en el bloque de 623 UNT con una eficiencia del 84.35% ,color en el bloque de 1.656 UPt-Co con 56.82% de eficiencia.

Moreira & Moreira (2022) Se enfocaron en obtener coagulantes naturales a partir de las semillas de durazno (*Prunus Persica*) y haba (vicia faba) para su aplicación en muestra de agua del ripo Portoviejo. Se evaluó el porcentaje de



remoción de turbidez y el efecto del pH de 4.74 con 16.02 mg/l de biocoagulantes en el caso del durazno(*prunus pérsica*) a una concentración de 10% a un pH de 9 con 5 mg/l de biocuagulante a una concentración de 5% de haba (*faba vicia*).Las semillas se evaluaron como coagulantes naturales utilizando el método de prueba de frascos(*prunus pérsica*) logro un remoción del 89.07 % de la turbidez, mientras que la semilla de haba(*vicia faba*) alcanzo un 93.13 %..Se concluyo que ambas semillas son eficaces para reducir la turbidez del agua, ofreciendo una alternativa viable, económica con bajos niveles de lodo y beneficiosa para el medio ambiente.

Alvarado & Venegas (2021) El objetivo de este estudio fue evaluar la actividad coagulante de la semilla de *Annona muricata* (guanábana) en aguas de la cuenca media del río Bogotá, mediante de la técnica de reducción de volúmenes adaptada por el grupo de microbiología aplicada al medio ambiente. El montaje experimental se hizo a partir de 2 muestras de agua. Para el proceso experimental ,se emplearon semillas secas y se realizaron pruebas con 8 concentraciones diferentes de solventes; 100,250,500,1000,1500,2000,2500 y 3000ppm.Se llevaron a cabo 4 réplicas para cada concentración. Las soluciones preparadas incluyeron agua, etanol y ácido acético al 10% y se trabajó con t con testa y cotiledón de la semilla. Los patrones utilizados fueron mimosa, castaño y quebracho, y el sulfato de aluminio se empleó como control. Como resultado se tuvo el porcentaje de remoción de la semilla que fue del 76% a partir del extracto preparado con agua destilada, lo cual se debe a la elevada polaridad del agua le permite disolver otras sustancias, gracias a la diferencia de electronegatividad entre el oxígeno y el hidrógeno.

Poveda (2022) El objetivo de este estudio fue obtener coagulantes orgánicos y evaluar su utilidad como coadyuvante del policloruro de aluminio en



el tratamiento de aguas. El proyecto se desarrolló a través del proceso de extracción de biomasa, evaluados mediante ensayos de sustitución parcial-total y análisis fisicoquímicos de muestras de agua tratada con esta combinación química-orgánica. Los resultados se analizan utilizando herramientas estadísticas para evaluar los requisitos necesarios para utilizar el coadyuvante, incluyendo el rendimiento porcentual de remoción y el rendimiento económico. Se considera la normativa ambiental vigente en el país, detallada en el texto unificado de legislación secundaria de medio ambiente TULSMA y normas INEN.

2.3.2 Antecedentes nacionales

Hellen et al (2017) Se investigo la reducción de turbidez en el agua del rio Santa Chimbote usando coagulante s naturales derivados de semillas de durazno y palta. Las muestras de agua fueron analizadas en laboratorio para medir PH, turbidez y solidos en suspensión antes y después de aplicar los tratamientos con diferentes concentraciones de coagulantes (5,10 y 15 g/l).Los resultados mostraron que el coagulante de durazno logro una remoción del 92.95 a una concentración de 15 g/mientras que el coagulante de semillas de palta logro una remoción de 48.92% en 5g/. Las semillas de durazno demostraron ser más eficientes que las de palta en la reducción de turbidez del agua .

Salome & Salvatierra (2019) El trabajo tuvo como objetivo la incidencia de la concentración del polvo de la semilla de Cassia fistula como coagulante natural y el tiempo de agitación, sobre la turbidez en el tratamiento de agua potable de la Unidad Minera Poderosa. Se tomaron muestras de agua durante el periodos secos y lluviosos para probar coagulantes naturales en agua cruda. Sé evaluaron concentraciones de 15mg/l ,20mg/l y 30mg/l de coagulante, y tiempos de



agitación de 20.30 y 40 minutos. Se utilizó ANOVA con un 95% de confianza para detectar diferencias significativas entre las variables. La turbidez del agua cruda se redujo hasta 97.8% en épocas secas y hasta un 98.7% en épocas de lluvia. La dosis óptima de coagulante fue de 20ppm, y el tiempo de mezcla más efectivos fue de 40 minutos. Se observaron variaciones en el pH, con una dosis de 30ppm, concluyendo que la cantidad de coagulante afecta proporcionalmente al pH.

Tarrillo & Tenorio (2019) Se evaluó la eficiencia de (*Opuntia ficus*) como coagulante-floculante en la remoción de turbidez. Para ello se realizó el análisis del agua proveniente de dicha acequia para evaluar los parámetros físicos, químicos y biológicos, se aplicó el coagulante de tuna en tres formas: cascara de tuna, gel de tuna y una combinación de ambos. El tratamiento con la combinación (T3) redujo la turbidez de 80NTU a 30.29 NTU, logrando una remoción de 63% de turbidez. Este estudio busca introducir productos ecológicos que eliminen la turbidez de manera eficiente en el proceso de coagulación-floculación para mejorar la calidad del agua en Ferreñafe. Además, el coagulante de tuna no genera residuos contaminantes, lo que hace accesible para personas de bajos ingresos y garantiza agua de calidad para uso.

Chuquicajas & Julca (2021) El objetivo fue determinar la efectividad de coagulantes naturales en la eliminación de la turbidez. Se evaluó la eficiencia de remoción de coagulantes naturales, tanto solos como combinados con otros coagulantes. Se concluyó que los coagulantes naturales son más efectivos en la remoción de turbidez cuando los niveles de turbiedad son altos. Las especies más utilizadas son la moringa y el *Opuntia ficus*. Que también pueden combinarse con sulfato de aluminio y policloruro de aluminio. Se recomienda realizar estudios



adicionales para profundizar en estos hallazgos conocimientos sobre el uso de coagulantes naturales a nivel nacional, con el fin de develar las actividades coagulantes de nuevas especies nativas.

Duran (2021) El presente informe tuvo como objetivo evaluar el efecto de la penca de tuna (*Opuntia ficus indica*) con semilla de moringa (*Moringa oleifera*) como coagulante natural para reducir la turbidez del agua en el reservorio de la JASS del Centro Poblado Vichaycoto, -Huánuco. Para el estudio se tomaron muestras de agua del reservorio JASS antes y después del tratamiento con coagulantes naturales obtenidos de la penca de tuna y las semillas de moringa. Los resultados obtenidos en la investigación demostraron que la turbidez del agua extraída del reservorio JASS se redujo al agregar la concentración de coagulantes naturales (Penca de Tuna y Moringa) reduciendo la turbidez durante el uso de las dos especies juntas. Los resultados mostraron que, en la Moringa a menor concentración la turbidez disminuyó, ocurriría lo contrario con la penca de tuna. Y al usar las dos especies juntas, turbidez máxima se puede reducir hasta en un 97%.

Cruz (2020) Se evaluó la efectividad del polvo de semillas de tamarindo en la reducción de parámetros físico-químicos (turbidez, color, DQO) en el distrito de Soritor. Se utilizó el equipo test de jarras, el estudio evaluó el efecto del coagulante de semillas de tamarindo en la remoción de propiedades físicas y químicas del agua en el efluente y las aguas superficiales de la quebrada Capellanía probaron tres concentraciones de coagulante (43%, 4% y 5%) En términos de turbidez. La máxima eficiencia alcanzada fue de 71.8% en aguas superficiales y del 70.5% en el efluente a una concentración de 5%. Para el color del agua, el coagulante mostró cierta efectividad, aunque los resultados superaron



los rangos establecidos para el riego de hortalizas. En cuanto a la demanda química (DQO). El tratamiento con una concentración del 5% logro una buena remoción, con una eficiencia de 76.0% en agua superficial y 63.3% en el efluente. En conclusión, el coagulante de semilla de tamarindo fue efectivo para reducir el contenido de DQO en el agua, mientras que para el color disminuyo levemente y para la turbidez del agua los valores disminuyeron significativamente, pero todos siguen siendo valores elevados.

Montenegro (2021) El objetivo fue determinar en qué medida el coagulante natural de cono de pino remueve la turbidez del agua en Tarapoto – San Martín. Se preparo el coagulante con 50g de polvo de cono de pino y se mezclado con 1 L de agua desionizada, agitado a 400 rpm durante 60 min a temperatura ambiente. La actividad de coagulación se probó a 200rpm durante 1 minuto (velocidad rápida) y 30 rpm durante 20 minutos (velocidad lenta) mediante una prueba de jarras con agua del rio Shilcayo de la provincia de San Martín usando extracto de cono de pino. Después de 3 h de sedimentación, se recogieron muestras clarificadas y se midió la turbidez residual con un turbidímetro. El resultado fue una eficiencia de 62 % con una dosificación de 0.5 ml/L de coagulante natural. Se concluyo que el coagulante natural de cono de pino es efectivo para remover la turbidez del agua, Tarapoto – San Martín, con una eficiencia de 62 % a un pH=7, se determinaron los niveles de parámetros de control (turbidez, pH, color, alcalinidad y dureza) antes y después del tratamiento, se encontró que valores de pH muy ácidos o básicos pueden activas las proteínas en el coagulante para lograr la máxima eficiencia. Además, los valores de pH muy ácidos o básicos pueden activar las proteínas en el coagulante para lograr la máxima actividad.



2.3.3 Antecedentes regionales

Sucso (2020) El objetivo del estudio fue recuperar plomo del agua de la cuenca del río Suches, en el distrito de Cojata, provincia de Huancané y departamento de Puno, mediante coagulación - floculación, usando sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3$ como coagulante e hidróxido de sodio como floculante. El agua contenía (0.1235 mg/L) de plomo excediendo el límite permitido por la Ley General del Ambiente, Decreto Supremo N.º 004-2017- MINAM. Se variaron las condiciones de pH de 3.5 a 11, la velocidad de agitación 15 a 150 rpm y el tiempo de mezcla 10 a 20 min., para determinar la influencia en el proceso el resultado fue una recuperación de plomo de 92.4363 %. Reduciendo la concentración a 0.009341 mg/L. Se concluye que la velocidad de agitación es la variable más significativa ,con una velocidad optima de 15 rpm, un tiempo de mezcla de 20 minutos y un pH de 11.La validez del modelo matemático se demostró por la similitud de los valores predichos con las variables de volumen ,tiempo y pH en el proceso de recuperación de plomo.

Sucaticona (2022) El estudio evaluó la remoción de turbiedad y aluminio residual en aguas naturales por coagulación-floculación utilizando sulfato de aluminio y policloruro de aluminio además de floculantes a base de almidón de papa. En la metodología ,el coagulante de almidón de papa deshidratada es malla 100, de activación acido 1:1 p/v; con ácido nítrico 0.1M, agitados a 100 rpm/30 minutos, y secado a 60°C, hasta peso constante, caracterizado por Difracción de rayos X; Las pruebas coagulación- floculación se realizaron por test de jarras, coagulación a 200 rpm/3 minutos, floculación a 20 rpm/20 minutos y sedimentación/20 minutos, se encontró que la dosis óptima para floculación era de 5mL· L⁻¹ del 1%, para la floculación con Sulfato y Policloruro de Aluminio



y la dosis óptima de $5\text{mL} \cdot \text{L}^{-1}$ del 1%, para los floculantes ayuda. Los resultados mostraron una remoción de turbidez de 95.91% y aluminio residual de 93.83% a un pH óptimo de 7.3 utilizando policloruro de aluminio con floculante de almidón de papa deshidratada de variedad Imilla Negra. Además, la remoción de turbidez fue de 93.88% y de aluminio residual del 93.83% usando el mismo coagulante y floculante de la variedad Imilla Rosada.



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

En esta presente investigación se ejecutó en los laboratorios de la facultad de ingeniería química de la UNA-Puno y seguidamente Para el desarrollo de las pruebas se realizó en la planta de tratamiento de agua potable EMSA Puno que se encuentra ubicada en el centro poblado de salcedo.

3.1.1 Ubicación Geográfica:

Está ubicado en la urbanización salcedo, al sur de la ciudad de puno

- **Coordenadas Geográficas:**

- Latitud Sur: 15°50'15”
- Latitud Oeste: 70°01'18”

- **Coordenadas UTM**

- Este: 389838.89
- Norte: 8249519.53
- Altitud: 3827 m.s.n.m.

3.1.2 Ubicación política:

- Provincia: Puno
- Distrito: Puno
- Departamento: Puno



3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 Población

- La población está constituida por el efluente del agua proveniente de la captación chimú ubicada a 200 metros de la orilla del lago Titicaca este proceso se realiza mediante tres electrobombas, las cuales tienen una capacidad de bombeo de hasta 400 litros por segundo del agua captada hasta la planta de tratamiento de Agua Potable (PTAP) EMSA Puno ubicado a 4 kilómetros en Aziruni-Salcedo

3.2.2 Muestra

La muestra de agua se recolecta en el ingreso de la planta de tratamiento de agua potable Emsapuno S.A ubicado en Aziruni- Salcedo en la región de Puno.

3.3 METODOLOGÍA

3.3.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación es experimental busca evaluar el impacto en una variable dentro de un proceso o estudio estadístico. Este método se caracteriza por su enfoque cuantitativo. Es decir, se utilizan las matemáticas para medir los cambios observados en la variable dependiente.(westreicher,2021).

Según Narváez & Villegas (s.f.) Es aplicada también conocida como práctica o empírica porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren.



Esta investigación es aplicativa por que se busca la problemática que existe en la sociedad por la excesiva turbiedad que se ocasiona en las aguas y experimental por que se realizara una serie de métodos de extracción del coagulante.

Los análisis para la remoción de turbiedad se realizarán mediante las pruebas de jarras (Jar-test) se llevó a cabo en los laboratorios de control de calidad de la empresa municipal de agua potable Emsapuno, para demostrar la eficiencia del coagulante, utilizando como coagulante-floculante las semillas de durazno y palta en las que se utilizará métodos de extracción y obtención para evaluar la remoción de turbiedad en las muestras de agua cruda.

3.3.2 Materiales , Equipos y Reactivos

3.3.2.1 Material de origen orgánico

- Semillas de durazno(*Prunus pérsica*)
- Semillas de palta (*Persea americana*)

3.3.2.2 Material

- Martillo, Cinta adhesiva, Vasos precipitados 1000 ml, Fiolas de 1000 ml y 500 ml, Erlenmeyer , Mortero, pipetas, 6 jeringas de 10 y 20 ml, Una varilla, Papel de filtro ,cronometro, Plásticos de polietileno con cierre Hermético ,Guantes de nitrilo, Mascarilla, mandil.



3.3.2.3 Equipos

- Tamices por número de mallas (NM) W.S. TYLER-USA, equipo de soxhlet, balanza electrónica digital METTLER AJ800, equipo de floculación test de jarras, pH metro OAKLON de 110 series, turbidímetro HACH MODELO 2100P, conductímetro OAKLON, espectrofotómetro HACH MODELO DR 5000.

3.3.2.4 Reactivos

- Etanol al 96% (C_2H_6O), agua destilada.

3.4 MÉTODO EXPERIMENTAL

3.4.1 Preparación de los coagulantes naturales

a. Obtención de la materia prima

Las semillas de durazno y palta para la presente investigación se obtuvieron recolectando de los residuos generados en nuestros hogares o mercados que desechan los frutos malogrados, para darle uso, mediante el método de extracción con el cual se logró producir el coagulante natural en base a estos dos frutos.

Se selecciono las semillas de durazno y palta en buen estado para utilizarlas como coagulante.

b. Extracción del coagulante por método soxhlet

Se extrajo el endocarpio de 20 semillas de durazno y 5 semillas de palta para proceder a moler parcialmente cada una de las semillas de ambos frutos utilizando un rayador.



Seguidamente se tomó una muestra de 50g de semillas de palta y 10g de semillas de durazno para luego ingresar al sistema soxhlet por separado en el cual se utilizó 200 ml de etanol al 95° como solvente por un tiempo aproximado de 6 horas para eliminar los aceites de ambas semillas.

c. Secado

Luego de pasar ambas semillas por el proceso de soxhlet, se introducirá a la estufa el extracto solido al cual fue eliminando el aceite por un tiempo aproximado de 3 a 4 horas a una cierta temperatura para eliminar la humedad, hasta observar la muestra completamente seca.

d. Molienda

Se procedió a triturar el peso de las muestras de semillas de durazno y palta utilizando un mortero para obtener un polvo fino.

e. Tamizado

Una vez molida las muestras se procedió a tamizar en tamices de marca Humboldt en malla 30 y así obtendremos un polvo uniforme de semillas de durazno y palta con una humedad resultante para la preparación del coagulante natural a diferentes concentraciones.

3.4.2 Caracterización del coagulante natural

Luego de la obtención del coagulante en polvo de ambas semillas se determinó las propiedades que estas tienen para la remoción de turbiedad y color en el agua.



3.4.3 Caracterización fisicoquímica de ambos extractos obtenidos como coagulante natural.

- Se estableció el estado físico de color , olor mediante la observación, utilizando un espectrofotómetro ,luego se determinó el grado de acidez de ambos coagulantes naturales para lo cual se preparó una solución al 1% y 2% diluida en agua destilada para luego medir el pH utilizando un pH metro digital.

3.4.4 Evaluación de los parámetros físico- químicos del agua cruda en la planta de tratamiento de agua potable (PTAP)

Toma de muestras: Se tomaron las muestras de agua cruda al ingreso de la planta de tratamiento ,recolectando 12 litros de agua aproximadamente por cada ensayo ,asegurando la homogeneidad de muestras en el recipiente. Luego se llevaron las muestras al laboratorio de control de calidad para su análisis.

Caracterización de los parámetros físico-químicos: Medir los parámetros iniciales del agua cruda al ingreso de la planta (PTAP) como Temperatura ,pH, turbiedad y color.

a. Parámetros físicos

- **Temperatura:** Medir las muestras utilizando un termómetro o sonda de temperatura.
- **Turbiedad:** Se midió la muestra con un turbidímetro
- **Color:** Se midió el color utilizando un espectrofotómetro

b. Parámetros químicos

- **pH:** Medir la muestra utilizando un PH-metro calibrado



- **Conductividad eléctrica:** Medir utilizando un conductímetro
- **Oxígeno disuelto:** Medir utilizando un multiparámetro
- **Sólidos totales:** Medir utilizando un multiparámetro

3.4.5 Ensayos de coagulación-floculación

3.4.5.1 Preparación de la solución madre

Se preparó una solución madre de 10 000 ppm al 1% para ello se disolvió 5g en 500 ml de agua destilada.

Para las semillas de palta se preparó una solución madre de 20 000 ppm al 2% para ello se disolvió 20g en 1000 ml de agua destilada.

A partir de esta solución madre de 10 000ppm y 20 000ppm se obtuvo el volumen para la concentración de 20,40,60,80,100,120 mg/l para una turbiedad alta y para una turbiedad baja las concentraciones fueron 36,38,40,42,44,46 mg/l en la muestra de agua cruda de 1000 ml mediante la siguiente ecuación:

$$C_1 * V_1 = C_2 * V_2 \quad (Ec. 1)$$

3.4.5.2 Prueba de jar-test

Para la determinar la eficiencia de cada una de las soluciones preparadas a partir de los residuos orgánicos de semillas de durazno y palta se realizó las pruebas de jar test (ensayo de jarras) para evaluar la eficiencia de cada coagulante, este procedimiento se hizo mediante las dosis establecidas del coagulante natural en 20,40,60,80,100 y 120 mg/l de las soluciones madre de 10000 y 20000 mg/l para ambos casos.



La prueba de jarras es un equipo constituido por un agitador múltiple de tres paletas y velocidad manipulable, para empezar las pruebas se utilizó seis vasos de 1000 ml con las muestras de agua .

3.4.5.2.1 Dosificación del coagulante

La dosificación del coagulante natural de semillas de durazno y palta se realizó llenando la jarra de 1000 ml con muestra de agua cruda a diferentes turbiedades iniciales, la muestra inicial fue tomada al ingreso de la planta de tratamiento (PTAP).Luego se le añadió diferentes volúmenes de coagulante natural a cada jarra a la dosis de 20,40,60,80,100 y 120 mg/l para turbiedad alta y 36,38,40,42,44,46 mg/l para turbiedad baja tal como se muestra en la tabla 3 y 4

3.4.5.2.2 Etapas del jar test

- a. Mezcla rápida:** Se realizó una agitación rápida a 120 rpm durante 60 segundos.
- b. Mezcla lenta:** Reducir la velocidad de agitación a 40 rpm por 15 minutos
- c. Sedimentación:** Dejar reposar la mezcla para permitir la sedimentación de los flóculos durante 10 minutos

3.4.5.3 Medicion de parametros

- Después de la sedimentación medir los parámetros fisicoquímicos finales de las muestras tratadas y comparar los parámetros de turbidez, color y PH.

3.4.6 Evaluación de la dosis óptima para remoción de turbiedad

- El tratamiento para la remoción de turbiedad se desarrolló mediante el proceso de coagulación – floculación para el cual se tomara la muestra de agua cruda al ingreso de la planta de tratamiento, para realizar las pruebas adicionando los coagulantes naturales de semillas de durazno y palta para lo cual se realizó 2 repeticiones en 6 vasos precipitados de test de jarras con un volumen de 1000 ml de agua con diferentes turbiedades iniciales se midió un volumen de coagulante natural para dosis de 20,40,60,80,100,120 mg/l y obtener la dosis optima del coagulante como se ve en la tabla 3 y 4.
- Añadir diferentes volúmenes de las soluciones de coagulante natural de semillas de durazno y palta a las muestras de agua para crear varias muestras con dosis crecientes de coagulantes.

Tabla 3

Volumen del agente coagulante de semillas de durazno con turbiedad de 12.1

NTU

Muestras	Dosis de coagulante en (mg/l)	Concentración de Coagulante (%)	Volumen de jeringa (ml)
1	20	1	2
2	40	1	4
3	60	1	6
4	80	1	8
5	100	1	10
6	120	1	12

Nota: concentración del coagulante de semillas de durazno para turbiedad alta

Tabla 4

Volumen del agente coagulante de semillas de durazno con turbiedad 3.24 NTU

Muestras	Dosis de coagulante en (mg/l)	Concentración de Coagulante (%)	Volumen de jeringa (ml)
1	36	1	3.6
2	38	1	3.8
3	40	1	4
4	42	1	4.2
5	44	1	4.4
6	46	1	4.6

Nota: Concentración del coagulante de semillas de durazno para turbiedad baja

Tabla 5

Volumen del agente coagulante de semillas de palta con turbiedad de 11.8 NTU

Muestras	Dosis de coagulante en (mg/l)	Concentración de Coagulante (%)	Volumen de jeringa (ml)
1	20	2	1
2	40	2	2
3	60	2	3
4	80	2	4
5	100	2	5
6	120	2	6

Nota: Concentración del coagulante de semillas de palta para una turbiedad alta

Tabla 6

Volumen del agente coagulante de semillas de palta con turbiedad de 3.67 NTU

Muestras	Dosis de coagulante en (mg/l)	Concentración de Coagulante (%)	Volumen de jeringa (ml)
1	36	2	1.8
2	38	2	1.9
3	40	2	2
4	42	2	2.1
5	44	2	2.2
6	46	2	2.3

Nota: Concentración del coagulante de semillas de palta para una turbiedad baja

3.4.7 Análisis de datos para demostrar la eficiencia del coagulante

Para demostrar la eficiencia de coagulación con los coagulantes naturales de semillas de durazno y palta se usará las siguientes formulas:

a. Ecuación para % remoción de turbiedad

$$\% \text{remocion turbiedad} = \frac{(T_0 - T_f)}{T_0} * 100 \quad (EC.2)$$

Donde:

T_0 =valor inicial de la turbiedad

T_f = valor final de la turbiedad en cada ensayo

b. Ecuación para % de remoción de color

$$\% \text{remocion color} = \frac{(C_0 - C_f)}{C_0} * 100 \quad (EC.3)$$

Donde:

C_0 =valor inicial de la turbiedad

C_f = valor final de la turbiedad en cada ensayo

3.5 DISEÑO ESTADÍSTICO

En esta investigación, se empleó el diseño estadístico experimental completamente al azar(DCA) Se fundamenta en los principios de aleatorización y repetición. Se aplica en situaciones donde no se requiere un control local debido a la uniformidad de las condiciones experimentales. En este tipo de diseño, la asignación de las unidades experimentales se lleva a cabo de forma completamente aleatoria y sin



restricciones, lo que asegura la validez de las comparaciones entre tratamientos.(Camani,2017).Aplicando el análisis de varianza ANOVA: Es una técnica estadística utilizada para determinar si hay diferencia significativa entre la media de más de dos muestras o grupo de muestras en un mismo planteamiento. El procedimiento que usa este método es comparar estos valores basado en la varianza global de las muestras a comparar.(Fernandez,2020)

Esta investigación se realizó con un total de seis tratamientos con una solución coagulante de semillas de durazno y palta con dos repeticiones para ambos casos a diferentes turbiedades, para remoción de turbiedad en la planta de tratamiento de agua potable EMSA puno.

Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + (AB_{ij}) + \varepsilon_{ij} \quad Ec. 4$$

Donde:

Y_{ij} = variable dependiente

μ = Efecto constante, media poblacional

A_i = Efecto del i-ésimo del factor A (concentración de coagulante)

B_j = Efecto del j-ésimo del factor B (velocidad de agitación)

AB_{ij} =El efecto incrementacional sobre la media causado por interacción del nivel i del factor A y el nivel j del factor B

ε_{ij} = Error experimental



3.6 VARIABLES

Para el proceso de tratamiento de aguas naturales por coagulación-floculación con coagulante natural de semillas de durazno y palta, para remoción de turbiedad en la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) se identificó las siguientes variables

3.6.1 Variables independientes

- Concentración y dosis optima del coagulante natural de semillas (durazno y palta)

3.6.2 Variables dependientes

- Remoción de turbiedad y color en el proceso de floculación

3.6.3 Variables intervinientes

- Temperatura
- pH
- velocidad de agitación

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

Mediante el siguiente capítulo se presentan los resultados obtenidos de los tratamientos realizados en la presente investigación, considerando los objetivos planteados.

4.1.1 Evaluación de los parámetros físico-químicos del agua cruda al ingreso de la planta de tratamiento de agua potable (PTAP)

Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de control de calidad de la planta de tratamiento, antes de aplicar el coagulante -floculante de semillas de durazno (*Prunus Pérsica*) y palta (*Persea Americana*) cuyos resultados se presentan 7 y 8

Tabla 7

*Parámetros físico-químicos del agua cruda antes de aplicar el coagulante-floculante de semillas de durazno (*prunus pérsica*)*

Parámetros iniciales	Unidad	Prueba de control 1	Prueba de control 2
Turbidez	NTU	12.1	3.24
Potencial de hidrogeno	PH	8.95	8.99
Temperatura	T°	19.1	18.2
Conductividad	µs	1549	1542
TDS	Ppm	788	789
Salinidad	Ppt	0.791	0.794
Color		86	20

Notas: Parámetros iniciales del agua cruda con el primer tratamiento

Tabla 8

*Parámetros físico-químicos del agua cruda antes de aplicar el coagulante -
floculante de semillas de palta (persea americana)*

Parámetros iniciales	Unidad	Prueba de control 1	Prueba de control 2
Turbidez	NTU	11.8	3.67
Potencial de hidrógeno	PH	8.84	9.04
Temperatura	T°	19.3	17.2
Conductividad	µs	1560	1557
TDS	Ppm	798	797
Salinidad	Ppt	0.803	0.801
Color		80	36

Nota : parámetros iniciales del agua cruda con el segundo tratamiento

4.1.2 Caracterización físico química de las semillas de durazno(*prunus pérsica*) y palta (*persea americana*)

Tabla 9

Caracterización de la Semilla de Durazno (Prunus Pérsica)

COMPONENTE	% CONTENIDO
Hidratos de carbono	33.51
Proteínas	53.46
Cenizas	6.56
Fibra cruda	6.47
Humedad promedio	32.20

Fuente: (Funes, 1978)

Tabla 10

Caracterización de las Semillas de Palta

COMPONENTE	% CONTENIDO
Carbohidratos	51.43
Proteínas	10.89
Cenizas	2.46
Lípidos	8.79
Humedad	20.45

Nota: Composición química de las semillas de palta (*Persea Americana*)

4.1.3 Caracterización físico-química del coagulante natural de semillas de durazno (*prunus pérsica*) y palta (*persea americana*)

Tabla 11

*Parámetros físico-químicos de las semillas de durazno (*prunus persica*) y semillas de palta(*persea americana*)*

Parámetros	Semillas de durazno (<i>Prunus Pérsica</i>)	Semillas de palta (<i>Persea Americana</i>)
pH	6.85	6.34
Color	10	20
Turbiedad	0.95	1.05

Nota: Caracterización física de los coagulantes naturales antes del tratamiento del agua cruda

4.1.4 Dosis del coagulante natural de las semillas de durazno (*prunus pérsica*) y palta (*persea americana*) aplicadas al agua cruda en la planta de tratamiento.

Tabla 12

Aplicación de la dosis del coagulante de semillas de durazno (prunus pérsica) para agua cruda con una turbiedad alta

Muestras	Volumen de muestra del agua (ml)	Dosis de coagulante (mg/l)	Volumen de jeringa (ml)
M1	1000	20	2
M2	1000	40	4
M3	1000	60	6
M4	1000	80	8
M5	1000	100	10
M6	1000	120	12

Nota: Aplicación de la dosis para la prueba test de jarras con coagulante de semillas de durazno

Tabla 13

Aplicación de la dosis del coagulante de semillas de durazno (prunus pérsica) para agua cruda con una turbiedad baja

Muestras	Volumen de muestra del agua (ml)	Dosis de coagulante (mg/l)	Volumen de jeringa (ml)
M1	1000	36	3.6
M2	1000	38	3.8
M3	1000	40	4
M4	1000	42	4.2
M5	1000	44	4.4
M6	1000	46	4.6

Nota: Aplicación de la dosis para la prueba test de jarras con coagulante de semillas de durazno

Tabla 14

*Aplicación de la dosis del coagulante de semillas de palta(persea americana)
para agua cruda con turbiedad alta*

Muestras	Volumen de muestra del agua (ml)	Dosis de coagulante (mg/l)	Volumen de jeringa (ml)
M1	1000	20	1
M2	1000	40	2
M3	1000	60	3
M4	1000	80	4
M5	1000	100	5
M6	1000	120	6

Nota: Aplicación de la dosis para la prueba de test de jarras con coagulante de semillas de palta

Tabla 15

*Aplicación de la dosis del coagulante de semillas de palta (persea americana)
para agua cruda con turbiedad baja*

Muestras	Volumen de muestra del agua (ml)	Dosis de coagulante Natural (mg/l)	Volumen de jeringa (ml)
M1	1000	36	1.8
M2	1000	38	1.9
M3	1000	40	2
M4	1000	42	2.1
M5	1000	44	2.2
M6	1000	46	2.3

Nota: Aplicación de la dosis para la prueba test de jarras con coagulante de semillas de palta

4.1.5 Eficiencia del coagulante natural de las semillas de durazno (*prunus pérsica*) y palta (*persea americana*) en tratamiento de agua cruda.

Tabla 16

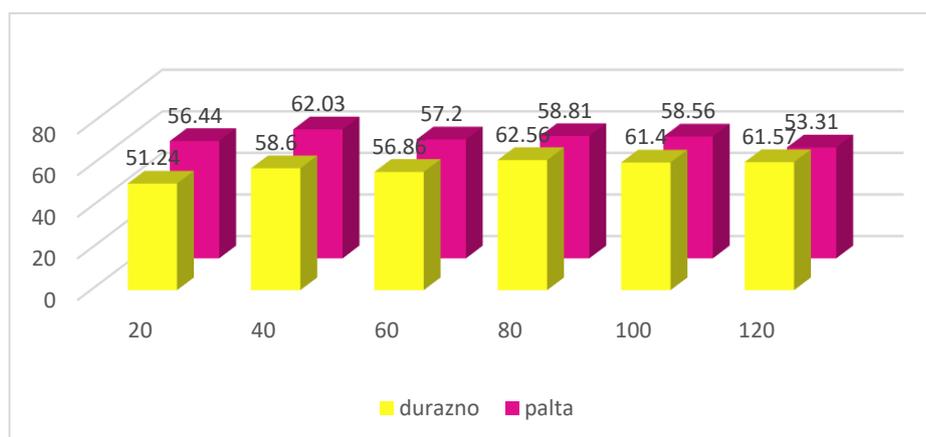
Eficiencia del coagulante natural de semillas de durazno y palta en tratamiento de agua cruda con turbiedad alta

Muestra	Dosis de Coagulante natural (mg/l)	Durazno		Palta	
		Turbidez	Eficiencia de remoción (%)	Turbidez	Eficiencia de remoción (%)
M1	20	5.9	51.24	5.14	56.44
M2	40	5.01	58.6	4.48	62.03
M3	60	5.22	56.86	5.05	57.2
M4	80	4.53	62.56	4.86	58.81
M5	100	4.67	61.4	4.89	58.56
M6	120	4.65	61.57	5.51	53.31

Nota: Resultados de ensayos de la prueba test de jarras

Figura 3

Eficiencia del coagulante natural de semillas de durazno y palta en tratamiento de agua cruda con turbiedad alta



Nota: Porcentaje de remoción de turbiedad en función de la dosis del coagulante de semillas de durazno y palta para valores de turbiedad inicial alta.

En la tabla 16 y figura 3 Se muestran los resultados de la eficiencia de dos coagulantes naturales para mejorar la turbidez del agua cruda de la planta de tratamiento ,con una elevada turbidez inicial de 12.1 NTU, se tiene que para el coagulante en base a semilla de durazno se obtuvo la mayor eficiencia con la dosis de 80 mg/l donde se obtuvo 62.56% de eficiencia de remoción de la turbidez. Mientras que para el coagulante en base a semilla de palta con una turbidez inicial de 11.8 NTU , se obtuvo la máxima remoción con la dosis de 40 mg/l con el 62.03% de eficiencia.

Tabla 17

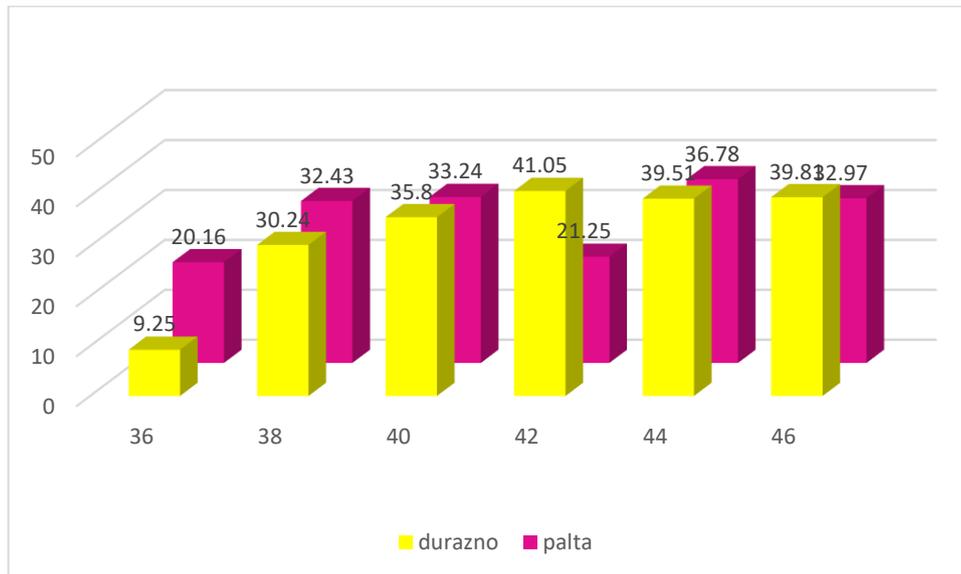
Eficiencia del coagulante natural de semillas de durazno y palta en tratamiento de agua cruda con turbiedad baja

Muestra	Dosis de Coagulante natural (mg/l)	Durazno		Palta	
		Turbidez	Eficiencia de remoción (%)	Turbidez	Eficiencia de remoción (%)
M1	36	2.94	9.25	2.93	20.16
M2	38	2.26	30.24	2.48	32.43
M3	40	2.08	35.8	2.45	33.24
M4	42	1.91	41.05	2.89	21.25
M5	44	1.96	39.51	2.32	36.78
M6	46	1.95	39.81	2.46	32.97

Nota: Resultados de ensayos de la prueba test de jarras

Figura 4

Eficiencia del coagulante natural de semillas de durazno y palta en tratamiento de agua cruda con turbiedad baja



Nota: Porcentaje de remoción de turbiedad en función de la dosis de coagulante se semillas de durazno y palta con valores de turbiedad inicial baja.

En la tabla 17 y figura 4 se muestran los resultados de la eficiencia de dos coagulantes naturales para mejorar la turbidez de agua cruda en la planta de tratamiento, con baja turbidez inicial de 3.24 NTU, se tiene que para el coagulante en base a semilla de durazno se obtuvo la mayor eficiencia con la dosis de 42 mg/l donde se obtuvo 41.05% de eficiencia de remoción de la turbidez. Mientras que para el coagulante en base de semilla de palta con una turbidez inicial de 3.67 NTU se obtuvo la máxima remoción con la dosis de 44 mg/l con el 36.78% de eficiencia.

Tabla 18

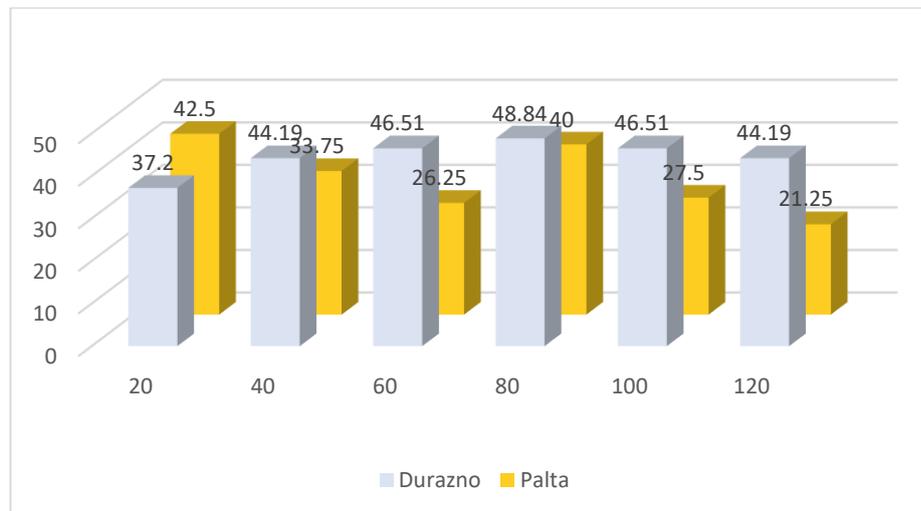
Eficiencia del coagulante natural de semillas de durazno y palta en tratamiento de agua cruda con coloración alta

Muestra	Dosis de coagulante natural (mg/l)	Durazno		Palta	
		Color	Eficiencia de remoción (%)	Color	Eficiencia de remoción (%)
M1	20	54	37.2	46	42.5
M2	40	48	44.19	53	33.75
M3	60	46	46.51	59	26.25
M4	80	44	48.84	48	40
M5	100	46	46.51	58	27.5
M6	120	48	44.19	63	21.25

Nota: Resultados de ensayos de la prueba test de jarras

Figura 5

Eficiencia del coagulante natural de semillas de durazno y palta en tratamiento de agua cruda con coloración alta



Nota: Porcentaje de remoción en función a la dosis del coagulante de semillas de durazno y palta y palta con valores de turbiedad inicial alta.

En la tabla 18 y figura 5 se muestran los resultados de la eficiencia de dos coagulantes naturales para mejorar el color del agua cruda en la planta de tratamiento con color inicial de 86 Pt/Co, se tiene que para el coagulante en base a semilla de durazno se obtuvo la mayor eficiencia con la dosis de 80 mg/l donde se obtuvo 48.84% de eficiencia de remoción de color. Mientras que para el coagulante en base a semilla de palta con color inicial de 80 Pt/Co, se obtuvo la máxima remoción con la dosis de 20 mg/l con el 42.5% de eficiencia.

Tabla 19

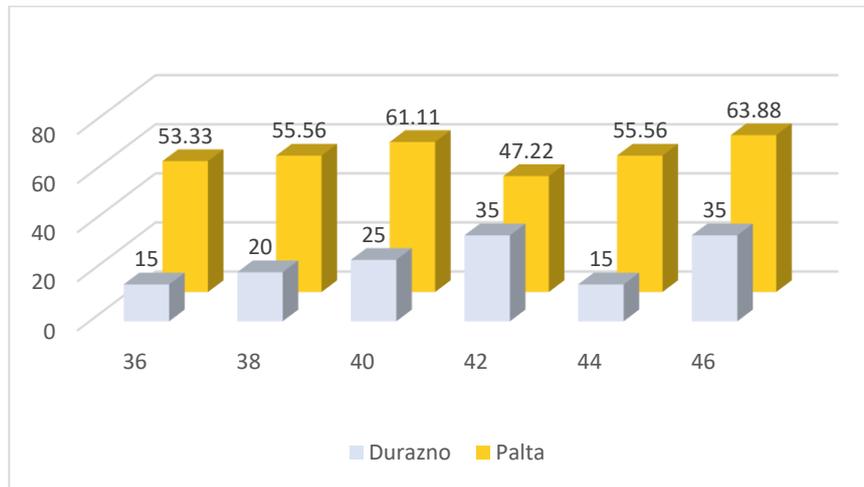
Eficiencia del coagulante natural de semillas de durazno y palta en tratamiento de agua cruda con coloración baja

Muestra	Dosis de coagulante natural (mg/l)	Durazno		Palta	
		Color	Eficiencia de remoción (%)	Color	Eficiencia de remoción (%)
M1	36	17	15	20	53.33
M2	38	16	20	16	55.56
M3	40	15	25	14	61.11
M4	42	13	35	19	47.22
M5	44	17	15	16	55.56
M6	46	13	35	13	63.88

Nota: Resultados de ensayos de la prueba test de jarras

Figura 6

Eficiencia del coagulante natural de semillas de durazno y palta en tratamiento de agua cruda con coloración baja



Nota: Porcentaje de remoción de color en función a la dosis de coagulante de semillas de durazno y palta con valores de turbiedad inicial baja.

En la tabla 19 y figura 6 se muestran los resultados de la eficiencia de dos coagulantes naturales para mejorar el color del agua cruda de la planta de tratamiento, con color inicial de 20 Pt/Co, se tiene que para el coagulante en base a semilla de durazno se obtuvo la mayor eficiencia con la dosis de 42 mg/l donde se obtuvo 35% de eficiencia de remoción del color. Mientras que para el coagulante en base a semilla de palta con color inicial de 36 Pt/Co, se obtuvo la máxima remoción con la dosis de 46 mg/l con el 63.88% de eficiencia.

Tabla 20

Eficiencia del coagulante natural de semillas de durazno y palta en tratamiento del pH de agua cruda con turbiedad alta

Muestra	Dosis de coagulante natural (mg/l)	Durazno		Palta	
		pH	Eficiencia de remoción (%)	pH	Eficiencia de remoción (%)
M1	20	9.04	101.01	9.03	102.15
M2	40	8.94	99.89	8.99	101.70
M3	60	8.9	99.44	8.95	101.24
M4	80	8.84	98.77	8.92	100.90
M5	100	8.83	98.66	8.88	100.45
M6	120	8.79	98.21	8.86	100.23

Nota: Resultados de ensayos de la prueba test de jarras

En la tabla 20 se muestran los resultados de la eficiencia de dos coagulantes naturales para mejorar el pH del agua cruda de la planta de tratamiento, se tiene que para el coagulante en base a semilla de durazno se obtuvo que los valores de pH luego de aplicar las dosis permanecieron relativamente constantes. De la misma forma para el caso del coagulante de semilla de palta dichos valores estuvieron cercanos a la inicial, de lo cual se establece que el pH no sufre variaciones por la aplicación de ambos coagulantes naturales.

4.1.6 Dosis óptima del coagulante natural a partir de las semillas de durazno (*prunus pérsica*) y palta (*persea americana*) para remoción de turbiedad y color del agua cruda

Tabla 21

Dosis óptima para coagulante natural de semillas de durazno en el tratamiento de agua cruda con turbiedad alta

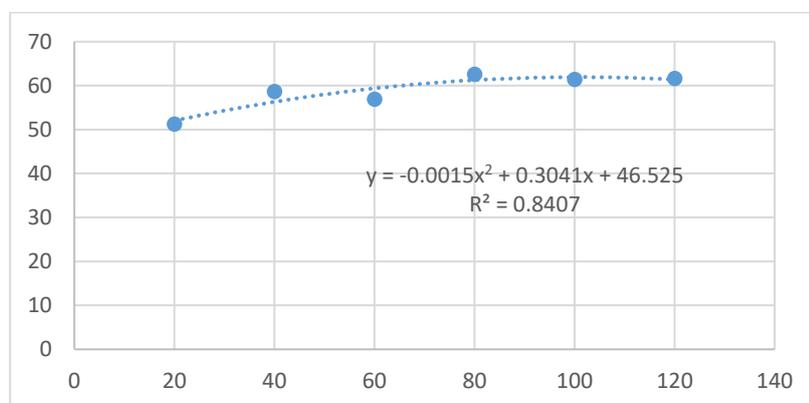
Muestra	T_0	T_f	Dosis de coagulante natural (mg/l)	Eficiencia de remoción (%)
M1	12.1	5.9	20	51.24
M2	12.1	5.01	40	58.6
M3	12.1	5.22	60	56.86
M4	12.1	4.53	80	62.56
M5	12.1	4.67	100	61.4
M6	12.1	4.65	120	61.57

Dosis óptima=99.996 mg/l

Nota: Dosis optima del coagulante de semillas de durazno con valores de turbiedad inicial alta.

Figura 7

Dosis óptima para coagulantes natural de semillas de durazno en tratamiento de la turbidez de agua cruda con turbiedad alta



Nota: Curva de regresión cuadrática para agua cruda con turbiedad inicial alta

En la tabla 21 y figura 7 respectiva, se observa el ajuste de una regresión cuadrática a los valores de eficiencia de remoción de la turbidez de agua cruda de la planta de tratamiento, el coeficiente de terminación de $r^2=0.8407$ señala que este modelo representa bien el efecto de las dosis de coagulante sobre la eficiencia porcentual, al derivar la ecuación y obtener el valor máximo se obtuvo que el mismo es de 99.996 mg/l de coagulante de semilla de durazno, esto para el caso de agua cruda con elevada turbidez inicial.

Tabla 22

Dosis óptima para coagulante natural de semillas de durazno en tratamiento de agua cruda con turbiedad baja

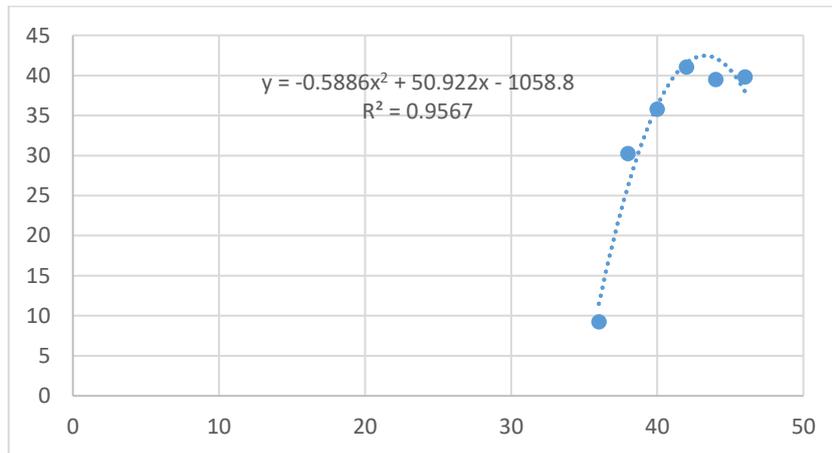
Muestra	T_0	T_f	Dosis de coagulante natural (mg/l)	Eficiencia de remoción (%)
M1	3.24	2.94	36	9.25
M2	3.24	2.26	38	30.24
M3	3.24	2.08	40	35.8
M4	3.24	1.91	42	41.05
M5	3.24	1.96	44	39.51
M6	3.24	1.95	46	39.81

Dosis óptima= 43.14 mg/l

Nota: Dosis optima del coagulante de semillas de durazno con valores de turbiedad inicial baja

Figura 8

Dosis óptima para coagulante natural de semillas de durazno en tratamiento de agua cruda con turbiedad baja



Nota: Curva de regresión cuadrática para agua cruda de turbiedad baja

En la tabla 22 y figura 8 respectiva, se observa el ajuste de una regresión cuadrática a los valores de eficiencia de remoción de la turbiedad de agua cruda en la planta de tratamiento, el coeficiente de determinación de $r^2=0.9567$ señala que este modelo representa bien el efecto de las dosis de coagulante sobre la eficiencia porcentual, al derivar la ecuación y obtener el valor máximo se obtuvo que el mismo es de 43.14 mg/l de coagulante de semilla de durazno, esto para el caso de agua cruda con baja turbiedad inicial.

Tabla 23

Dosis óptima para coagulante natural de semillas de palta en tratamiento de agua cruda con turbiedad alta

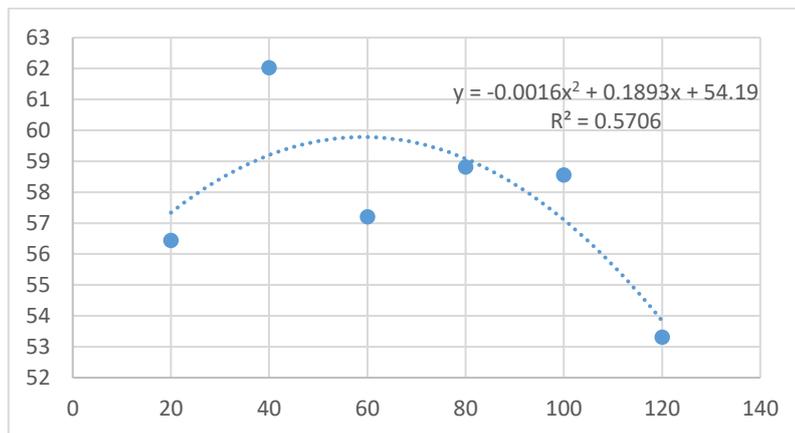
Muestra	T_o	T_f	Dosis de coagulante natural (mg/l)	Eficiencia de remoción (%)
M1	11.8	5.14	20	56.44
M2	11.8	4.48	40	62.03
M3	11.8	5.05	60	57.2
M4	11.8	4.86	80	58.81
M5	11.8	4.89	100	58.56
M6	11.8	5.51	120	53.31

Dosis óptima = 59.22 mg/l

Nota: Dosis optima de coagulante de semillas de palta con valores de turbiedad alta.

Figura 9

Dosis óptima para coagulante natural de semillas de palta en tratamiento de agua cruda con turbiedad alta



Nota: Curva de regresión cuadrática para agua cruda con turbiedad alta

En la tabla 23 y figura 9 respectiva, se observa el ajuste de una regresión cuadrática a los valores de eficiencia de remoción de la turbidez de agua cruda en la planta de tratamiento, el coeficiente de determinación de $r^2=0.5706$ señala que

este modelo representa bien el efecto de las dosis de coagulante sobre la eficiencia porcentual, al derivar la ecuación y obtener el valor máximo se obtuvo que el mismo es de 59.22 mg/l de coagulante de semilla de palta, esto para el caso de agua cruda con elevada turbidez inicial.

Tabla 24

Dosis óptima para coagulante natural de semillas de palta en tratamiento de agua cruda con turbiedad baja

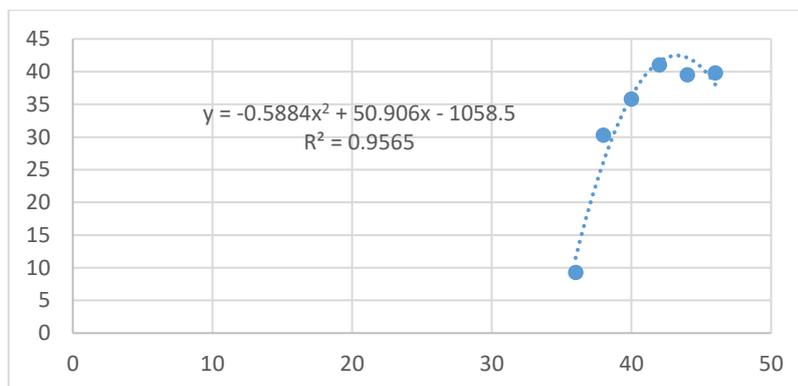
Muestra	T_0	T_f	Dosis de coagulante natural (mg/l)	Eficiencia de remoción (%)
M1	3.67	2.93	36	20.16
M2	3.67	2.48	38	32.43
M3	3.67	2.45	40	33.24
M4	3.67	2.89	42	21.25
M5	3.67	2.32	44	36.78
M6	3.67	2.46	46	32.97

Dosis optima =43.44 mg/l

Nota: obtención de la dosis optima de coagulante de semillas de palta con valores de turbiedad inicial baja.

Figura 10

Dosis óptima para coagulante natural de semillas de palta en tratamiento de agua cruda con turbiedad baja



Nota: Curva de regresión cuadrática para agua cruda con turbiedad baja

En la tabla 24 y figura 10 respectiva, se observa el ajuste de una regresión cuadrática a los valores de eficiencia de remoción de la turbidez de agua cruda en la planta de tratamiento, el coeficiente de determinación de $r^2=0.9565$ señala que este modelo representa bien el efecto de las dosis de coagulante sobre la eficiencia porcentual, al derivar la ecuación y obtener el valor máximo se obtuvo que el mismo es de 43.44 mg/l de coagulante de semilla de palta, esto para el caso de agua cruda con baja turbidez inicial.

Tabla 25

Dosis óptima para coagulante natural de semillas de durazno en tratamiento de agua cruda con coloración alta

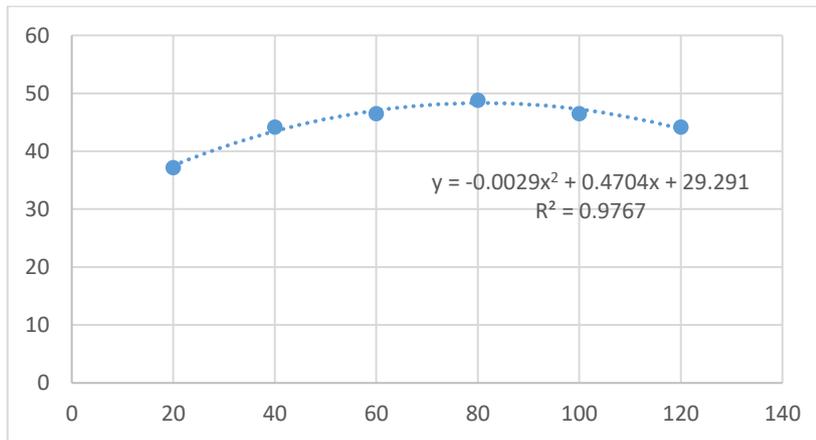
Muestra	C_0	C_f	Dosis de coagulante natural (mg/l)	Eficiencia de remoción (%)
M1	86	54	20	37.2
M2	86	48	40	44.19
M3	86	46	60	46.51
M4	86	44	80	48.84
M5	86	46	100	46.51
M6	86	48	120	44.19

Dosis optima = 80.59 mg/l

Nota: Dosis optima con coagulante de semillas de durazno con valores de turbiedad inicial alta.

Figura 11

Dosis óptima para coagulante natural de semillas de durazno en tratamiento de cruda con coloración alta



Nota: Curva de regresión cuadrática para agua cruda con turbiedad alta

En la tabla 25 y figura 11 respectiva, se observa el ajuste de una regresión cuadrática a los valores de eficiencia de remoción del color de agua cruda, el coeficiente de determinación de $r^2=0.9767$ señala que este modelo representa bien el efecto de las dosis de coagulante sobre la eficiencia porcentual, al derivar la ecuación y obtener el valor máximo se obtuvo que el mismo es de 80.59 mg/l de coagulante de semilla de durazno, esto para el caso de agua cruda con elevada coloración inicial.

Tabla 26

Dosis óptima para coagulante natural de semillas de durazno en tratamiento de agua cruda con coloración baja

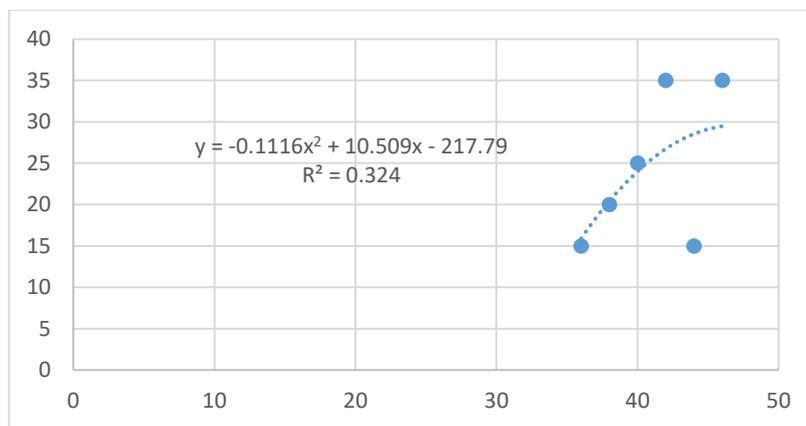
Muestra	C_o	C_f	Dosis de coagulante natural (mg/l)	Eficiencia de remoción (%)
M1	20	17	36	15
M2	20	16	38	20
M3	20	15	40	25
M4	20	13	42	35
M5	20	17	44	15
M6	20	13	46	35

Dosis óptima = 23.59 mg/l

Nota: Dosis óptima de coagulante de semillas de durazno con valores de turbiedad baja

Figura 12

Dosis óptima para coagulante natural de semillas de durazno en tratamiento de agua cruda con coloración baja



Nota: Curva de regresión cuadrática para agua cruda con coloración baja

En la tabla 26 y figura 12 respectiva, se observa el ajuste de una regresión cuadrática a los valores de eficiencia de remoción del color de agua cruda, el coeficiente de determinación de $r^2=0.324$ señala que este modelo no representa bien el efecto de las dosis de coagulante sobre la eficiencia porcentual, al derivar

la ecuación y obtener el valor máximo se obtuvo que el mismo es de 23.59 mg/l de coagulante de semilla de durazno, esto para el caso de agua cruda con baja coloración inicial. Este valor no representa bien al efecto observado para este análisis.

Tabla 27

Dosis óptima para coagulante natural de semillas de palta en tratamiento de agua cruda con coloración alta

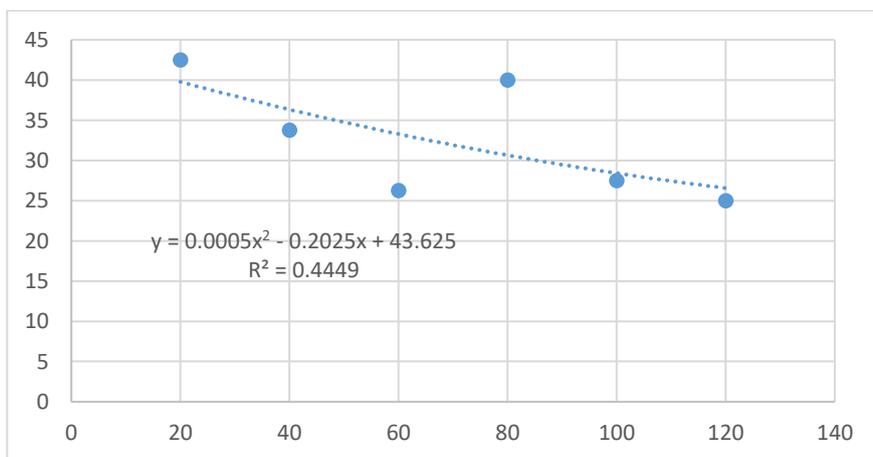
Muestra	C_o	C_f	Dosis de coagulante natural (mg/l)	Eficiencia de remoción (%)
M1	80	46	20	42.5
M2	80	53	40	33.75
M3	80	59	60	26.25
M4	80	48	80	40
M5	80	58	100	27.5
M6	80	63	120	21.25

Dosis óptima = 202.5 mg/l

Nota: Dosis optima de coagulante de semillas de palta con valores de turbiedad inicial alta.

Figura 13

Dosis óptima para coagulante natural de semillas de palta en tratamiento de agua cruda con coloración alta



Nota: Curva de regresión cuadrática para agua cruda con turbiedad alta

En la tabla 27 y figura 13 respectiva, se observa el ajuste de una regresión cuadrática a los valores de eficiencia de remoción del color de agua cruda en la planta de tratamiento, el coeficiente de determinación de $r^2=0.4449$ señala que este modelo no representa bien el efecto de las dosis de coagulante sobre la eficiencia porcentual, al derivar la ecuación y obtener el valor máximo se obtuvo que el mismo es de 202.5 mg/l de coagulante de semilla de palta, esto para el caso de agua cruda con alta coloración inicial. Este valor no representa bien al efecto observado para este análisis.

Tabla 28

Dosis óptima para coagulante natural de semillas de palta en tratamiento de agua cruda con coloración baja

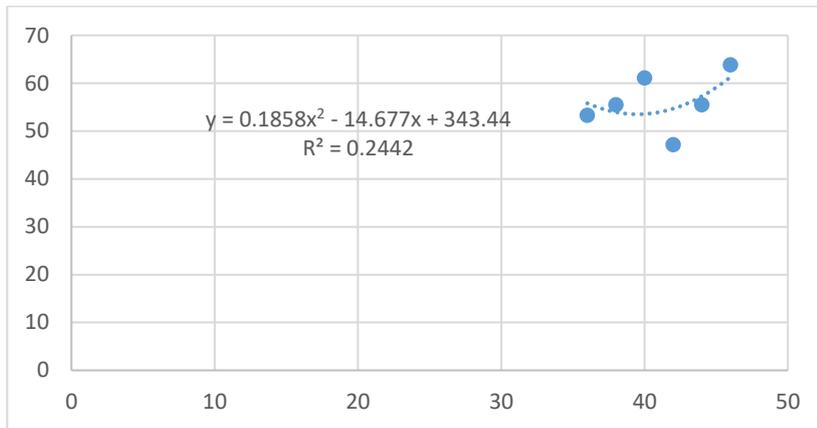
Muestra	C_0	C_f	Dosis de coagulante natural (mg/l)	Eficiencia de remoción (%)
M1	36	20	36	53.33
M2	36	16	38	55.56
M3	36	15	40	61.11
M4	36	13	42	47.22
M5	36	17	44	55.56
M6	36	13	46	63.88

Dosis optima = 202.5 mg/l

Nota: Dosis optima de coagulante de semillas de palta con valores de turbiedad baja

Figura 14

Dosis óptima para coagulante natural de semillas de palta en tratamiento de agua cruda con coloración baja



Nota: Curva de regresión cuadrática para agua cruda con turbiedad baja

En la tabla 28 y figura 14 respectiva, se observa el ajuste de una regresión cuadrática a los valores de eficiencia de remoción del color de agua cruda de la planta de tratamiento, el coeficiente de determinación de $r^2=0.2442$ señala que este modelo no representa bien el efecto de las dosis de coagulante sobre la eficiencia porcentual, al derivar la ecuación y obtener el valor máximo se obtuvo que el mismo es de 202.5 mg/l de coagulante de semilla de palta, esto para el caso de agua cruda con baja coloración inicial. Este valor no representa bien al efecto observado para este análisis.

4.1.7 Comparación de los parámetros iniciales y finales del agua cruda en la planta de tratamiento antes y después de la aplicación del coagulante natural de semillas de durazno y palta

Tabla 29

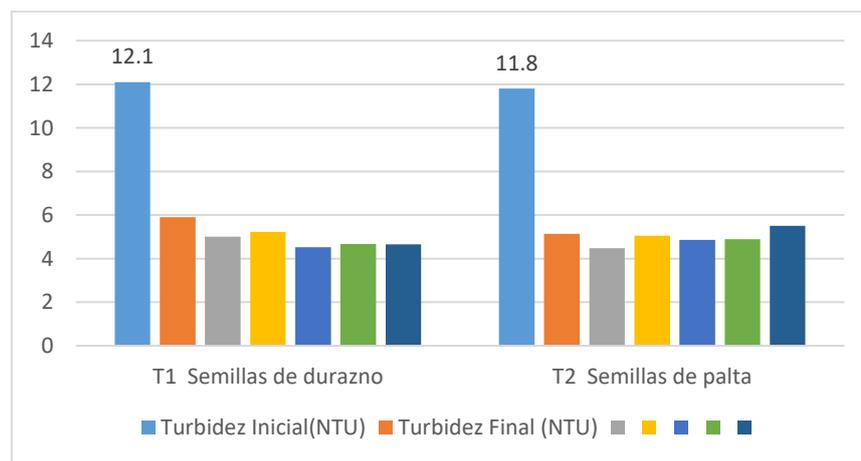
Valores de turbidez antes y después del tratamiento con turbiedad alta

Tratamientos	Muestras						
	Turbidez inicial	Turbidez final (NTU)					
T ₁ = Tratamiento con semillas de durazno	12.1	5.90	5.01	5.22	4.53	4.67	4.65
T ₂ = Tratamiento con semillas de palta	11.8	5.14	4.48	5.05	4.86	4.89	5.51

Nota: Comparación de los tratamientos antes y después de aplicar el coagulante natural de semillas de durazno y palta

Figura 15

Valores de turbidez antes y después del tratamiento con turbiedad alta



Nota: Análisis de turbidez entre el coagulante de semillas de durazno y palta

En la tabla 29 y figura 15 se muestran los resultados de los siguientes tratamientos realizados, teniendo como turbidez inicial 12.1 NTU y 11.8 NTU antes y después de aplicar el coagulante con semillas de durazno y palta en el agua

cruda de la planta de tratamiento se obtuvo una mínima turbiedad de 4.53 NTU con tratamiento de semillas de durazno (T1) en alta turbiedad inicial, en cuanto al segundo tratamiento con semillas de palta (T2) tuvo una mínima turbidez de 4.48 NTU Respectivamente.

Tabla 30

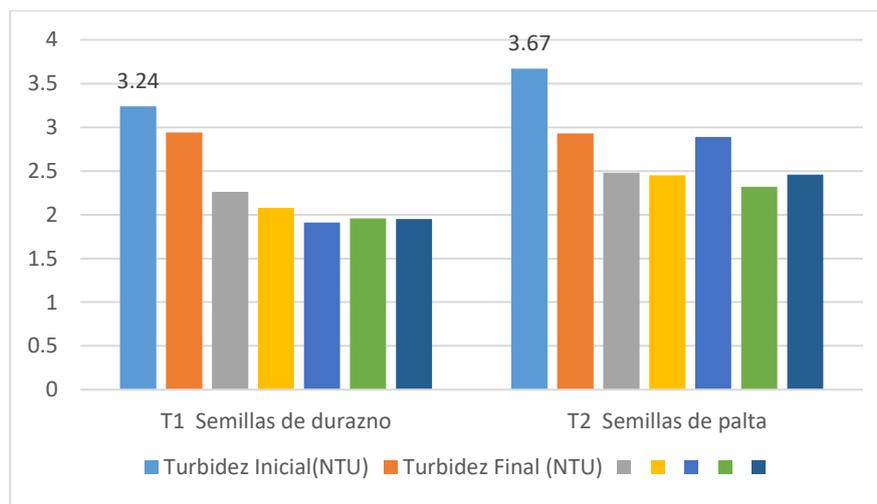
Valores de turbidez antes y después del tratamiento con turbiedad baja

Tratamientos	Muestras						
	Turbidez inicial	Turbidez final (NTU)					
T ₁ = Tratamiento con semillas de durazno	3.24	2.94	2.26	2.08	1.91	1.96	1.95
T ₂ = Tratamiento con semillas de palta	3.67	2.93	2.48	2.45	2.89	2.32	2.46

Nota: Comparación de los tratamientos antes y después de aplicar el coagulante natural de semillas de durazno y palta.

Figura 16

Valores de turbidez antes y después del tratamiento con turbiedad baja



Nota: Análisis de turbidez entre el coagulante de semillas de durazno y palta

En la tabla 30 y figura 16 se muestran los resultados de los tratamientos realizados teniendo como turbidez inicial de 3.24 NTU y 3.67 NTU antes y después de aplicar el coagulante con semillas de durazno y palta en el agua cruda de la planta de tratamiento, se obtuvo una turbiedad mínima de 1.91 NTU con tratamiento de semillas de durazno(T1) en baja turbiedad inicial, en cuanto al segundo tratamiento con semillas de palta (T2) tuvo una mínima turbidez de 2.32NTU respectivamente.

Tabla 31

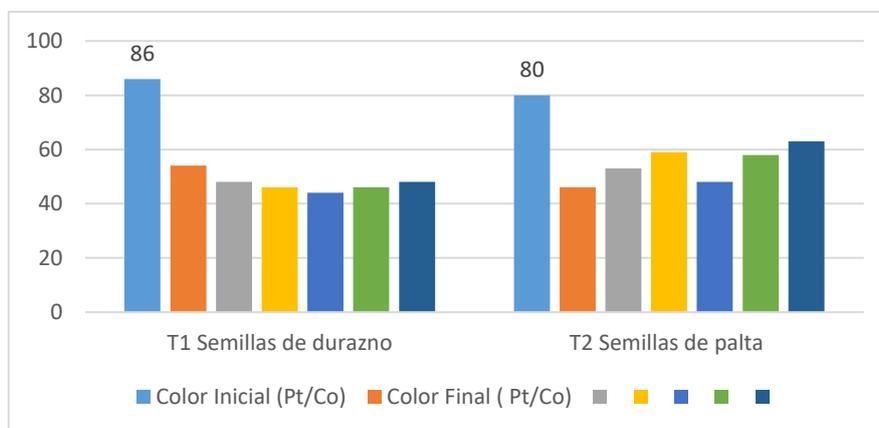
Valores de color antes y después del tratamiento con coloración alta

Tratamientos	Muestras						
	Color Inicial (Pt/Co)	Color Final (Pt/Co)					
T ₁ = Tratamiento con semillas de durazno	86	54	48	46	44	46	48
T ₂ = Tratamiento con semillas de palta	80	46	53	59	48	58	63

Nota: Comparación de tratamientos antes y después de aplicar el coagulante natural de semillas de durazno y palta.

Figura 17

Valores de color antes y después del tratamiento con coloración alta



Nota: Análisis de color entre el coagulante natural de semillas de durazno y palta

En la tabla 31 y figura 17 se muestran los resultados obtenidos de los tratamientos realizados teniendo como color inicial de 86 Pt/Co y 80 Pt/Co antes y después de aplicar el coagulante de semillas de durazno y palta en el agua cruda de la planta de tratamiento, se obtuvo una coloración mínima de 44 Pt/Co con tratamiento de semillas de durazno(T1) con color inicial alta, en cuanto al segundo tratamiento con semillas de palta (T2) tuvo una mínima coloración de 46 Pt/Co respectivamente.

Tabla 32

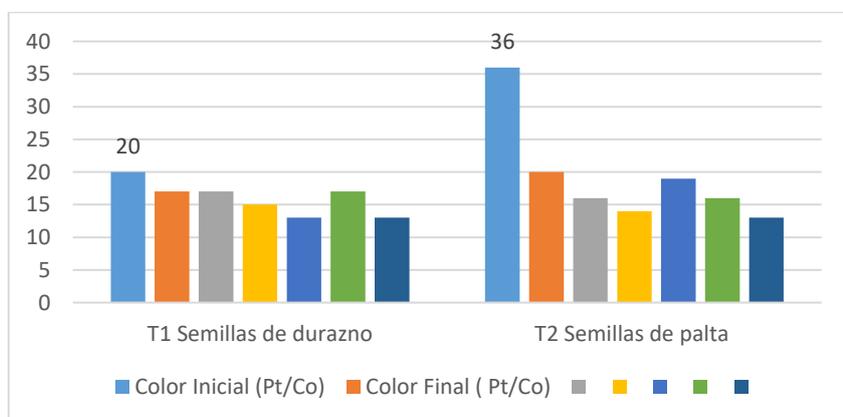
Valores de color antes y después del tratamiento con coloración baja

Tratamientos	Muestras						
	Color inicial (Pt/Co)	Color Final (Pt/Co)					
T_1 = Tratamiento con semillas de durazno	20	17	17	15	13	17	13
T_2 = Tratamiento con semillas de palta	36	20	16	14	19	16	13

Nota: comparación de tratamientos antes y después de aplicar el coagulante natural de semillas de durazno y palta

Figura 18

Valores de color antes y después del tratamiento con turbiedad baja



Nota: Análisis de color entre el coagulante natural de semillas de durazno y palta

En la tabla 32 y figura 18 se muestran los resultados obtenidos de los tratamientos realizados teniendo como color inicial de 20 Pt/Co y 36 Pt/Co antes y después de aplicar el coagulante de semillas de durazno y palta en el agua cruda de la planta de tratamiento, se obtuvo una coloración mínima de 13 Pt/Co con el tratamiento de ambos coagulantes naturales a diferentes dosis con una turbiedad baja inicial respectivamente.

4.1.8 Comparar los resultados por coagulación entre las semillas de durazno (*Prunus Pérsica*) y palta (*Persea Americana*) en la clarificación de agua cruda.

Al obtener que los análisis previos indican que el color y el pH del agua no presenta un efecto marcado, los resultados para este objetivo se realizaron únicamente para la turbidez.

Tabla 33

comparación de la eficiencia de remoción del coagulante de semillas de durazno y palta en turbiedad alta

Coagulante	Dosis del coagulante (mg/l)	Turbidez inicial (NTU)	Turbidez final (NTU)	Eficiencia de remoción %
semillas de durazno	80	12.1	4.53	62.56
semillas de palta	40	11.8	4.48	62.03

Nota: Máxima eficiencia de remoción entre las semillas de durazno y palta en turbiedad alta

En la tabla 33 se muestran los resultados de la comparación de ambos coagulantes en los tratamientos realizados con turbiedades altas obteniendo la mayor eficiencia de remoción de turbiedad de 62.56 % a una dosis de 80mg/l con

el coagulante de semillas de durazno y para el caso de semillas de palta se tuvo una mayor eficiencia de remoción de turbiedad de 62.03% a una dosis de 40 mg/l se podría decir que ambos coagulantes se pueden utilizar en el tratamiento de agua potable.

Tabla 34

Comparación de la eficiencia de remoción de turbiedad del coagulante de semillas de durazno y palta en turbiedad baja.

Coagulante	Dosis del coagulante (mg/l)	Turbidez inicial (NTU)	Turbidez final (NTU)	Eficiencia de remoción %
semillas de durazno	42	3.24	1.91	41.05
semillas de palta	44	3.27	2.32	36.78

Nota: Máxima eficiencia de remoción entre las semillas de durazno y palta en turbiedad baja

En la tabla 34 se muestran los resultados de la comparación entre ambos coagulantes en los tratamientos realizados con turbiedad baja obteniendo la mayor eficiencia de remoción de 41.05 % a una dosis de 42mg/l para las semillas de durazno y 36.78% con las semillas de palta a una dosis de 44mg/l, por tanto, ambos coagulantes se pueden utilizar para reducir la turbiedad, se obtiene mejores resultados en turbiedades altas.

Tabla 35

Comparación por ANOVA para coagulante natural de semillas de durazno y palta en tratamiento de turbidez alta

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr > F
Modelo	6	72.424	12.071	0.977	0.521
Tratamientos	1	2.881	2.881	0.233	0.650
Dosis	5	69.543	13.909	1.126	0.450
Error	5	61.757	12.351		
Total	11	134.181			

Nota: comparando ANOVA Para ambos coagulantes naturales con turbiedad inicial alta

En la tabla 35 el análisis de varianza (ANOVA), señala que, para el caso de los coagulantes obtenidos de semillas de durazno y palta, no existe significancia estadística para ambos tipos de semillas ($p=0.650$), por lo que para agua cruda de alta turbiedad la eficiencia de remoción no es diferente para dichos coagulantes naturales. Para el caso de las dosis utilizadas, se tiene que tampoco existe significancia estadística ($p=0.450$), por lo que el efecto de las mismas no es diferente para dichos coagulantes.

Tabla 36

Comparación por ANOVA para coagulante natural de semillas de durazno y palta en tratamiento de turbidez baja

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr > F
Modelo	6	1463.978	243.996	8611637.379	< 0.0001
Tratamientos	1	0.000	0.000	0.294	0.611
Dosis	5	1463.978	292.796	10333964.796	< 0.0001
Error	5	0.000	0.000		
Total	11	1463.978			

Nota: Comparando ANOVA por suma de cuadrados

En la tabla 36 el análisis de varianza (ANOVA), señala que, para el caso de los coagulantes obtenidos de semillas de durazno y palta, no existe significancia estadística para ambos tipos de semillas ($p=0.611$), por lo que para agua cruda de baja turbiedad la eficiencia de remoción no es diferente para dichos coagulantes naturales. Para el caso de las dosis utilizadas, se tiene que sí existe significancia estadística ($p=0.0001$), por lo que el efecto de las mismas es diferente para dichos coagulantes.

Tabla 37

Prueba de rango múltiple de Tukey para coagulante natural de semillas de durazno y palta en tratamiento de turbidez baja

Dosis	Media LS	Error estándar	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)	Grupos
42	41.045	0.004	41.035	41.055	A
46	39.810	0.004	39.800	39.820	B
44	39.505	0.004	39.495	39.515	C
40	35.800	0.004	35.790	35.810	D
38	30.245	0.004	30.235	30.255	E
36	9.250	0.004	9.240	9.260	F

Nota: Rango múltiple turkey

En la Tabla 37 se observa que el ordenamiento señala que la mayor eficiencia de remoción de la turbidez, se produce con la dosis de 42 mg/l de coagulante natural, seguido de la dosis de 46 mg/l, mientras que la menor eficiencia se observó para la dosis de 36 mg/l. De los resultados se desprende que la dosis optima no es la más alta sino una intermedia.



4.2 DISCUSIÓN

- Según **Racancoj (2021)** Realizó un coagulante natural con la molienda de las semillas de (*Prunus Pérsica*) analizando a diferentes turbiedades iniciales con 6 bloques teniendo como resultados para el bloque 1 con 30 mg/l llegando a reducir de 3.64 a 2.05 UNT con una eficiencia de remoción de 43%, para el bloque 2 también se dio una mejor formación de floc en 30mg/l logrando una reducción de 27 a 18.4 UNT siendo una eficiencia del 31.8%; en el bloque 3 nuevamente se da el mejor resultado en se logró reducir la turbidez de 28 a 10.06 UNT con una dosis de 30 mg/l obteniendo los mejores resultados en los seis bloques. Comparando está investigación se tiene que la remoción de turbidez con semillas de durazno y palta mostro ser igualmente efectiva en la planta de tratamiento de Emsapuno, mediante parámetros iniciales de turbiedad, color y pH, se trabajó en distintos casos de turbiedad inicial a diferentes dosis de coagulante para ambos tratamientos, los resultados mostraron que con el coagulante de semillas de durazno se tuvo la mayor eficiencia de 62.56% de remoción de turbiedad con la dosis de 80mg/l obteniendo una turbiedad de 4.53 NTU con valores iniciales de turbiedad alta. Para el segundo caso con turbiedad inicial baja se obtuvo una eficiencia de remoción de turbiedad de 41.05 % con la dosis de 42mg/l teniendo una turbidez final de 1.91 NTU . Tal como se muestra en la tabla 16 y 17. Para los tratamientos de color se tiene una eficiencia de remoción de 48.84% para el coagulante con semillas de durazno a una dosis de 80mg/l y un 42.5% para el coagulante con semillas de palta a una dosis de 20mg/l con color inicial alto, Para el segundo caso con valores de coloración baja se obtuvo 35% de remoción de color a una dosis de 42mg/l con semillas de durazno y



63.88% de remoción de color a una dosis de 46mg/l. tal como se muestran en las tablas 18 y 19. comparando con los resultados Racancof (2021) presento el mejor resultado con coagulante natural a base de la molienda de la semilla de durazno (*prunus pérsica*) en el tratamiento de color con 30mg/l obteniendo un valor de 37 UPT-Co sobre los 40 UPT-Co iniciales para el bloque 1 y una eficiencia de 31%, para el bloque 2 se redujo de 234 a 186 UPT-Co con una eficiencia de 20% y para el bloque 3 a la misma dosis de 30mg/l con 48.15%, bloque 4 una eficiencia de 54.7%, bloque 5 eficiencia de 66.18% y el bloque 6 obtuvo una eficiencia de 61% con 30mg/l para todo los bloques.

- Según Gómez y Medina (2021) En sus resultados emplearon una dosificación de 0.5g de polvo de semillas de papaya reduciendo el color a 550 Pt/Co. Comparando resultados con esta investigación aplicando los coagulantes naturales de semillas de durazno se obtuvo de 86 Pt-Co a 44 Pt-Co a una dosis de 80mg/l y para las semillas de palta se tuvo de 80Pt-Co a 46Pt-Co con una dosis de 20mg/l con valores iniciales altos. En cuanto a valores iniciales bajos se tiene para las semillas de durazno de 20 Pt-Co a 13Pt-Co con una dosis de 42mg/l y para las semillas de palta de 36Pt-Co a 13Pt-Co con una dosis de 46mg/l.
- Según Moreira & Moreira (2022). En este estudio sobre el uso de semillas de durazno
- 8*prunus persica*) como coagulante natural para la remoción de turbidez se logró una reducción máxima de turbidez del 89.07% a un pH de 4.74 con una dosis de 16.02mg/l. En comparación el coagulante a base de semillas de palta mostro una eficiencia de remoción de turbidez del 62.02% con una dosis de 40 mg/l obteniendo una turbidez de 4.48 NTU a una turbiedad inicial alta, y



para una turbiedad inicial baja se obtuvo una eficiencia de 36.78% de remoción a una dosis de 44 mg/l. Para obtener mejores resultados se podría trabajar a diferentes concentraciones tanto en agua cruda como en agua residual.

- Según Barbaran et al (2017) Reportan que las semillas de durazno lograron una remoción de 92.95% a una concentración de 15g/l. En comparación con el coagulante de semillas de palta mostro una remoción de 48.92% a una concentración de 5g/l. Aunque no se evaluó el cambio de color en el agua tratada, se sabe que las semillas de durazno contienen entre 1.7 y 2.6 g de proteína. Lo cual contribuye a sus propiedades coagulantes. Sin embargo, al estar expuestas al aire, estas semillas pueden cambiar de color a rojizo debido a los taninos que afectan en el color del agua tratada.

Por otro lado, en esta investigación A partir de los resultados obtenidos comparando los valores antes y después del tratamiento con los coagulantes naturales de semillas de palta y durazno se reduce la turbiedad del agua de la planta de tratamiento, siendo estos los resultados en turbiedad inicial alta el coagulante de semillas de durazno obtuvo una turbiedad de 4.53 NTU y con valores iniciales de turbiedad bajo fue de 1.91 NTU. Para el segundo tratamiento con coagulante de semillas de palta con una turbiedad alta se tiene como resultado 4.48 NTU y para la turbiedad baja fue de 2.32 NTU.

- Según Gutiérrez (2020) Se determinó la dosis y granulometría óptima para la reducción de turbidez en el agua del distrito de carabayllo, siendo la dosis de 40mg/l y granulometría de 0.25mm (malla 60) teniendo un 80% de reducción de turbidez, concluyendo que el coagulante natural de semillas de durazno puede reducir significativamente la turbidez del agua de regadío del distrito



de carabayllo. Por otro lado Moreira (2021) Se evaluaron las semillas de durazno (*Prunus Persica*) y las semillas de haba (*vicia faba*) como biocoagulantes. Se utilizó el método test de jarras para evaluar la eficiencia de los coagulantes obtenidos de semillas de durazno (*prunus persica*) y semillas de haba (*vicia faba*) en la reducción de turbidez del agua. Los resultados indicaron que el coagulante de semillas de durazno logró una remoción del 89.07% mientras que el de semillas de haba (*vicia faba*) alcanzó una remoción de 93.13%. Ambos coagulantes demostraron ser efectivos para reducir la turbidez del agua.

- Según Tarrillo & Tenorio (2019) Utilizaron coagulante de tuna en tres distintas formas reduciendo la turbidez de los 80 NTU a los 30.27 NTU. Finalizando la investigación hizo comparación del antes y después del tratamiento aplicando el coagulante de tuna y se logró obtener un 63% de remoción de turbiedad. Comparando esta investigación se obtuvo como resultados la turbiedad alta de 12.1 NTU a 4.53 NTU en una dosis de 80 mg/l con coagulante de semillas de durazno, mientras que con coagulante de semillas de palta con turbiedad alta 11.8 NTU a 4.48 NTU a una dosis de 40mg/l. Para el caso en turbiedades bajas de 3.24 NTU a 1.91 NTU con coagulante de semillas de durazno a una dosis de 42mg/l y de 3.67NTU a 2.32 NTU a una dosis de 44mg/l,



V. CONCLUSIONES

- Las semillas de durazno (*Prunus Pérsica*) y palta (*Persea Americana*) son capaces de remover la turbiedad del agua cruda de la planta de tratamiento de agua potable Emsapuno trabajando a distintas turbiedades iniciales, para ambos tratamientos. Obteniendo una turbiedad final entre 1.91 NTU, 2.32 NTU para turbiedad baja y 5.01 NTU, 4.48 NTU para turbiedad alta.
- La comparación de los resultados obtenidos por coagulación entre las semillas de durazno (*Prunus Pérsica*) y palta (*Persea Americana*) en la clarificación de aguas, indica que para aguas de alta turbiedad no existe diferencia estadística entre ambos coagulantes ($p=0.650$), tampoco para las dosis utilizadas ($p=0.450$), por tanto, el uso de ambos coagulantes naturales no presenta diferencias respecto a la eficiencia para disminuir la turbidez. Para aguas de baja turbidez inicial tampoco existió diferencia para los dos coagulantes ($p=0.611$), pero sí para las dosis, siendo la más eficiente la de 42 mg/l. En cuanto a la dosis óptima aplicando coagulante con semillas de durazno (*Prunus Pérsica*) para agua con turbiedad inicial alta fue de 99.996 mg/l y 43.14 mg/l para turbiedad inicial baja. Para el segundo caso con coagulante de semillas de palta (*Persea Americana*) con turbiedad alta fue de 59.22 mg/l y con turbiedad baja es de 43.44 mg/l
- Se demostró la eficiencia del coagulante natural de las semillas de durazno (*Prunus pérsica*) con 62.56% de remoción para turbiedad alta, para el caso del coagulante de semillas de palta (*Persea americana*) se obtuvo un 62.03% de remoción. Para el segundo caso con valores de turbidez baja el coagulante de semilla de durazno alcanzó un 41.05% de eficiencia y el coagulante de semilla de palta el 36.78 % de eficiencia.



VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda profundizar la investigación en base a las semillas de palta ya que tiene menor eficiencia en la remoción de turbiedad teniendo mejores resultados en turbiedades altas se puede profundizar para usar más en aguas residuales por lo que podría reducir mejor la turbiedad obteniendo mejores resultados.
- Se recomienda promover el uso de coagulantes naturales realizados de semillas de durazno y palta para el uso como coagulante en plantas de tratamientos debido a que tiene efectividad en la reducción de turbiedad y así evitar el uso de coagulantes químicos el cual contamina el medio ambiente y al ser humano.
- Se sugiere llevar a cabo análisis de las propiedades de las semillas de durazno y palta como coagulantes-floculantes para la clarificación de agua cruda ,dado que no se pudieron realizar previamente



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agudelo, K. D., & Aguilar, J. R. (2022). *Características Físicas, Químicas Y Microbiológicas Del Agua De Lluvia, Caso De Estudio Vereda Agua Fría Del Municipio De Agua De Dios Cundinamarca, Para El Diseño Y Montaje De Un Prototipo Potabilizador Del Agua*. Tesis , Universidad Piloto De Colombia Seccional Del Alto Magdalena, Girardot.
- Amma, A. T., Angel, A. N., Budde, C. O., Corbino, G. B., Constantino, A., Daorden, M. E., . . . Gordo, M. (2012). *Producción del duraznero en la región pampeana, Argentina*. (primera ed.). (G. Valentini, J. González, & M. Gordo, Edits.) Buenos Aires: Instituto Nacional de tecnología agropecuaria (INTA).
- Anonimo.(2013).blogger.<http://duraznoupsjb.blogspot.com/2013/05/propiedades-del-durazno.html>
- Azabache, Y.F., & Maldonado, A. R. (2018). *Aplicación del clarificante de origen natural (almidón de yuca) para la remoción de la turbidez y color en aguas de consumo humano quebrada Juningullo – La Mina, Moyobamba – San Martín*”. Tesis , Universidad Nacional de San Martín, San Martín, Moyobamba.
- Badin, J., Barisoni, G. L., Barón, C. M., Barroso, S., Benítez Cerrudo, M. P., Casagrande, M. V., . . . Digiuni, S. N. (2021). *El Agua Potable* (primera ed.). (M. Lupo, & A. Rigalli, Edits.)
- Baiza, V. H. (2004). *Guía técnica del cultivo de Melocotón* (primera ed.). santa tecla , el salvador .
- Bautista Lenes, G. (2019). *Estandarización de los métodos analíticos alcalinidad y dureza en una muestra de agua recreativa de la Universidad Manuela Beltrán Sede Bogotá*. Bogotá : Corporación Tecnológica de Bogotá, 2019 .
- Bonilla, L. (Agosto 1993). *cultivo de aguacate* (Pedro Pablo Peña, Paula Morales de Gómez ed.). Santo Domingo, República Dominicana.
- Bravo, M. A. (2017). *Coagulantes Y Floculantes Naturales Usados En La Reducción De Turbidez, Sólidos Suspendidos, Colorantes Y Metales Pesados En Aguas Residuales*. Tesis , Universidad Distrital Francisco José De Caldas., Bogotá .



- Cafe,A.N.(2004). *Cultivo de aguacate*. boletín.
- Canaza, G. J., & Mamani, Y. M. (2020). *Revisión del uso de coagulantes naturales para remoción de turbidez de agua*. Tesis , Universidad Peruana Unión , Puno, Juliaca
- Carbajal, Á.,& González. M. (2012). Propiedades y funciones biológicas del agua. En V. y. Toxqui, *agua para el mundo, pasado, presente y futuro* (CSIC ed., págs. 33-45). Madrid.
- Cárdenas., Y. A. (2000). *Tratamiento de agua: coagulación floculación. curso* , Sedapal, Lima, Lima.
- Casaca, Á. D. (2005). Guías tecnológicas de frutas y vegetales. En *El cultivo del durazno* (pág. 15). Costa Rica .
- Castaño, D. M. (2011). *Análisis De La Influencia De Dos Materias Primas Coagulantes*. Tesis, Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira.
- Clavijo, G. A. (2021). *Identificación de un Coagulante Orgánico para el Tratamiento del Agua en el Acueducto veredal Rancho Largo del Municipio de Samaná*. Tesis , Universidad Nacional Abierta ya distancia-UNAD.
- Cogollo, J. M. (2011). Clarificación De Aguas Usando Coagulantes Polimerizados: Caso Del. *Dyna*, 78(165), 18-27.
- Cruz, F. P., & Mallebrera, M. A. (s.f). Abastecimiento del agua. Tesis , Universidad Politécnica de Cartagena
- Curasi,J.P, & Tolentino, L. I. (2021). *Eficiencia del coagulante cactáceo Opuntia floccosa para la remoción de sílice del efluente de los residuos mineros de Pachacayo - Jauja, 2021*. Tesis , Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental, Huancayo.
- Cruz Ventura, E. J. (2020). *Evaluación de la semilla Tamarindus indica “tamarindo”, como coagulante natural, en el tratamiento fisicoquímico, en las aguas residuales domésticas, en el distrito de Soritor, 2019*. Tesis , Universidad Nacional de San Martín , San Martín, Tarapoto .
- Champi, C. (2017). Diseño completamente al azar.



- Díaz, B. J. (2017). *Utilización Del Mucílago De Tuna (Opuntia Ficus-Indica) En El Mejoramiento De La Calidad Del Agua De Consumo Humano, En La Comunidad De Pusir Grande, Provincia Del Carchi*". Tesis , Universidad Técnica Del Norte, Ibarra .
- Duran , D. E. (2021). *Efecto De Penca De Tuna (Opuntia Ficus Indica) Con Semilla De Moringa (Moringa Oleifera) Como Coagulante Natural Para Disminuir La Turbidez Del Agua En El Reservorio De La Jass Del Centro Poblado De Vichaycoto, Huánuco 2021*". Tesis, Universidad de Huánuco, Huánuco,
- Escobar, M. I. (2022). *Estudio De La Eficiencia De Los Coagulantes Naturales Con Respecto A Los Coagulantes Sintéticos Utilizados En El Tratamiento De Agua potable*. Tesis, Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Fernández, S. (2020). *Diseño de experimentos: Diseño Factorial*.
- Funes, J. A. (1978). *Estudio de la composición química de la semilla y de los aceites de semilla de frutos de especies de "Prunus" de producción nacional. Harinas de extracción y aislamiento de proteínas*. Tesis , Universidad de buenos aires, Buenos Aires.
- García, M., & Estefany Polo, V. F. (2017). *Blogger. Taxonomía En Plantas*
- Gómez Vaca , J. A., & Medina Tomalá, B. M. (2021). *Determinación De La Capacidad Coagulante De Las Semillas De Papaya (Carica Papaya) Para La Remoción De Turbidez En El Tratamiento De Aguas Superficiales*. Tesis, Universidad de Guayaquil.
- Gracia, G. (2021). *Estudio de la viabilidad técnica y económica de diferentes residuos naturales utilizados como coagulantes/floculantes para la potabilización de agua en Taigua Tarrasa*. Tesis , Universidad Politécnica de Catalunya.
- Guerrero, K.M . (2022). *Estudio En El Cambio De Coloración Del Néctar De Durazno En La Etapa De Almacenamiento*. Tesis , Facultad De Ciencias Químicas Y De La Salud, Machala.
- Guzmán, J. F. (2017). *Evaluación Técnica De La Etapa Coagulación-Floculación Para El Mejoramiento En El Proceso De Potabilización De La Planta Galán De La Eaaaz*. Tesis , Fundación Universidad De América.



- Hennessey, L. (2017). *Aprovechamiento De La Semilla De Aguacate Variedad Lorena Como Un Colorante Natural Y Del Aceite De Mesocarpios Residuales De La Variedad Hass Como Componentes Funcionales En Un Jabón Líquido*. Tesis , Universidad De Manizales, Manizales.
- Huertas, J. A. (2022). *Utilización de aloe vera y la cascara de la pitahaya amarilla como coagulante para el tratamiento de aguas para consumo humano*. Tesis , Escuela politécnica nacional .
- Licata, M. (s.f.). *Zonadiet*. Zonadiet: <https://www.zonadiet.com/comida/aguacate.php>
- Lopera , F. C. (2019). *Proceso de coagulación en el tratamiento de las aguas residuales de una heladería: eficiencia de diferentes coagulantes de origen inorgánico*.
- Lozano Plaza, D. C. (2022). *Aprovechamiento De Los Residuos De La Producción Del Durazno En Colombia*. [Tesis de grado , Fundación Universidad De América]
- Maza, S., & SILIPÚ. (2008). *Estudio de palta en el Perú y el Mundo*. Ministerio de Agricultura.
- Ministerio de Agricultura y Riego (2015-2019). *Análisis de mercado*.
- Ministerio del ambiente (2019). *Plataforma digital única del estado*.
- Montenegro, I. I. (2021). *“Remoción de turbidez del agua utilizando cono de pino como coagulante natural, Tarapoto – San Martín”*. Tesis, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque.
- Morales, J. A. (2019). *Determinación del poder coagulante de la sábila para la remoción de turbidez en el proceso de tratamiento de agua para consumo humano – Oxapampa - 2018*. Tesis , Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Cerro de pasco.
- Murillo, S. A., Gonzáles, S. I., & Galvis, G. M. (2020). *Manual Técnico Para La Elaboración De Coagulantes / Floculantes A Partir De Productos Naturales* (primera edición ed.). (S. N.-S. Bogotá, Ed.) caldas, Colombia : Fredy Antonio Herrera Troncoso; Yeison Alberto Garcés Gómez; John Jaider Medina Franco; Brandon Ayala Molina.



- Narváez ,O.M.,& Villegas , L. I. (s.f.). Introducción a la investigación: Guía interactiva. *Recursos Didácticos 1*.
- Nava Vega, A. N. (2005). *Cultivo Y Manejo Del Durazno*. Tesis, Universidad Autónoma Antonio Narro, Buenavista Saltillo, Coahuila. México.
- Noreña, M. A. (2019). *Elaboración De Un Recubrimiento Comestible A Partir De La Goma De Tara (Caesalpinia spinosa) Y Su Efecto En La Conservación Post Cosecha Del Durazno (Prunus pérsica)*. Tesis , Universidad Nacional “Hermilio Valdizán”, Huánuco.
- Ortega, A., Cáceres, L., & Castiblanco, L. (2020). Introducción Al Uso De Coagulantes naturales En Los Procesos De Potabilización Del Agua. *Revista ambiental Agua, Aire , Suelo*, 11(2).
- Palacios,O.N. (2018). *Evaluación De La Dosis Y Concentración Del Almidón De Zea Mays (Maíz) En El Proceso De Floculación, Utilizando Agua Del Río Casca-2016*. Tesis, Universidad Santiago Antúnez De Mayolo, Ancash, Huaraz.
- Quebracho, C. c. (S.F.) <https://www.tannins.org/es/que-son-los-taninos/>
- Quino, P. D. (2020). 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 *APTHAPI* 6(1),1839-1852.
- Quispe Talla, A., & Castro Vicente, N. (2017). Secado de durazno (*Prunus pérsica*) empleando la técnica de ventana refractante. *Revista De Investigaciones De La Universidad Le Cordon Bleu*, 4(2), 23-46.
- Sánchez ,J.P & Valencia ,G. P. (2022). “*Reducción de la turbidez en el agua de riego del distrito de carabaylo mediante el coagulante natural a base de la semilla de durazno (prunus pérsica) en el año 2021*”. Tesis , Universidad Privada Del Norte, Lima.
- Sucaticona Toque, Z. L. (2022). *Tratamiento De Aguas Naturales Por Floculación Con Sales De Aluminio Y Floculante Ayuda Harina De Papa Deshidratada, Para Remoción De Turbiedad, Aluminio Residual Y Reducción Del Floculante*. Tesis, Universidad Nacional Del Altiplano, Puno ,Puno.



- Terán, J. M. (S.F). *Manual Para El Diseño De Sistemas De Agua Potable Y Alcantarillado Sanitario*. Tesis, Universidad veracruzana.
- Triguero Ruiz, S. K. (2018). *Caracterización Bromatológica De La Semilla De Aguacate (Persea Americana) Y Extracción E Identificación De La Fracción Con Mayor Actividad Antimicrobiana Y Antioxidante* . Tesis , Universidad Central Del Ecuador Facultad De Ciencias Químicas Carrera De Química De Alimentos, Quito.
- Villasana, Y. T.,& Poveda, R. A. (2022). *Obtención De Coagulantes / Floculantes Orgánicos A Partir De Extractos Naturales Y Evaluación De Su Potencial Como Coadyuvante En El Proceso De Tratamiento De Agua*. Tesis, Universidad Técnica de Ambato.
- westreicher, G. (2021). *Diseño Experimental*.
- Zambrano, P.,& Perdomo. O. (s.f). *agrotendencia* . (agropedia, Ed.) agrotendencia .



ANEXOS

ANEXO 1: Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos parasitológicos.

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 / 100 ml

ANEXO 2: Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica.

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mg L ⁻¹	1 000
8. Cloruros	mg Cl ⁻ L ⁻¹	250
9. Sulfatos	mg SO ₄ ⁻ L ⁻¹	250
10. Dureza total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500
11. Amoniac	mg N L ⁻¹	1,5
12. Hierro	mg Fe L ⁻¹	0,3
13. Manganeseo	mg Mn L ⁻¹	0,4
14. Aluminio	mg Al L ⁻¹	0,2
15. Cobre	mg Cu L ⁻¹	2,0
16. Zinc	mg Zn L ⁻¹	3,0
17. Sodio	mg Na L ⁻¹	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

ANEXO 3: Resultados del análisis físico químico y metales del agua tratada de la planta de tratamiento.



**RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y METALES
AGUA TRATADA FUENTE CHIMU
MES DE SETIEMBRE AÑO 2019**

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	FUENTE CHIMU			
		S-PLANTA MOD-1	S-PLANTA MOD-2	RESERVORIO R-2500	RED DISTRIBUCION
ASPECTO		NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL
OLOR		NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO
SABOR		NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO
TURBIEDAD	(NTU)	0.71	0.59	0.84	0.69
pH		8.29	8.31	8.29	8.30
COLOR	Pt-Cv.	5	5	5	5
TEMPERATURA	°C	16.5	16.6	16.5	16.9
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	µS/cm.	1594	1596	1590	1582
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS (STD)	mg/L.	767	768	762	762
SALINIDAD	ppt	0.768	0.767	0.764	0.768
DUREZA TOTAL como CaCO ₃	mg/L.	328.24	327.45	327.06	327.06
ALCALINIDAD TOTAL como CaCO ₃	mg/L.	116.87	118.04	116.09	118.04
CLORUROS	mg/L.	282.28	284.29	284.29	284.29
SULFATOS	mg/L.	290	290	290	290
CALCIO como CaCO ₃	mg/L.	152.28	153.47	152.68	153.47
MAGNESIO como CaCO ₃	mg/L.	175.96	173.98	174.38	173.59
HIERRO TOTAL	mg/L.	0.08	0.05	0.06	0.08
NITRATOS como NO ₃ ⁻	mg/L.	4.27	4.27	3.98	3.98
NITRITOS como NO ₂ ⁻	mg/L.	0.049	0.045	0.042	0.039
COBRE	mg/L.	0.05	0.05	0.04	0.05
MANGANESO	mg/L.	0.058	0.062	0.066	0.049
ALUMINIO	mg/L.	0.006	0.017	0.014	0.009
ARSENICO*	mg/L.	**	**	**	**
CLOROFORMO*	mg/L.	**	**	**	**
BROMODICLOROMETANO*	mg/L.	**	**	**	**
DIBROMOCLOROMETANO*	mg/L.	**	**	**	**
BROMOFORMO*	mg/L.	**	**	**	**
BORO TOTAL*	mg/L.	**	**	**	**
SODIO*	mg/L.	**	**	**	**
ZINC	mg/L.	0.05	0.05	0.05	0.05
MERCURIO TOTAL*	mg/L.	**	**	**	**
CADMIO TOTAL*	mg/L.	**	**	**	**
PLOMO TOTAL*	mg/L.	**	**	**	**
BARIO TOTAL*	mg/L.	**	**	**	**
CIANURO TOTAL*	mg/L.	**	**	**	**
CLORITO*	mg/L.	**	**	**	**
CLORATO*	mg/L.	**	**	**	**
URANIO*	mg/L.	**	**	**	**
SELENIO TOTAL	mg/L.	**	**	**	**
NIQUEL TOTAL*	mg/L.	**	**	**	**
MOLIBDENO TOTAL*	mg/L.	**	**	**	**
FLUORURO (F-)*	mg/L.	**	**	**	**
CROMO TOTAL*	mg/L.	**	**	**	**
ANTIMONIO TOTAL*	mg/L.	**	**	**	**

OBSERVACIONES: Muestreo de aguas efectuado el día 30/09/2019.

DICTAMEN: Todos los parámetros de control analizados, se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles Referenciales para el Agua de Consumo Humano, con excepción de Conductividad, Cloruros y Sulfatos que sobrepasan ligeramente el Límite Máximo Permisible (LMP). Agua Tratada con Coagulantes Químicos.

Basado en los Límites Máximos Permisibles establecidos en el Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano DIGESA.

Red.- Mercado Laykakota Exterior.

Ensayo Realizado por: I.Pastor Salas.

(**) No programado.





ANEXO 4:Control de procesos de desinfección y parámetros físico- químicos de rutinas en la planta .

RFP 28-01



LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD

CONTROL PROCESOS DE DESINFECCION Y PARAMETROS FISICO QUIMICOS DE RUTINA EN PLANTA

FECHA 11/11/23 PLANTA MODULO -(02) DIA JUEVES

HORA	TIPO	TURBIEDAD (NTU)	pH	CLORO LIBRE mg/L	CONDUCT. µs/cm.	(TDS) mg/L	TEMPERATURA °C	SALINIDAD ppt.
02:00	CRUDA	2.36	8.24		1551	795	15.2	0.795
	TRATADA	0.96	7.70	1.50	1486	761	16.5	0.761
08:00	CRUDA	3.46	8.80		1550	792	16.6	0.792
	TRATADA	0.92	7.96	1.52	1490	764	17.3	0.764
13:30	CRUDA	3.24	8.86		1562	798	17.5	0.798
	TRATADA	0.66	8.16	1.60	1495	766	17.9	0.766
	CRUDA							
	TRATADA							
	CRUDA							
	TRATADA							
	CRUDA							
	TRATADA							
	CRUDA							
	TRATADA							
V-MINIMOS	CRUDA							
	TRATADA							
V-MAXIMOS	CRUDA							
	TRATADA							
VALORES PROMEDIOS	CRUDA							
	TRATADA							
TOTAL MUESTRAS	CRUDA							
	TRATADA							

OBSERVACIONES: (LMP) DIGESA.

Turbiedad 5.0
pH 6.5-8.5
Conductividad 1500
STD 1000
Cloro Libre 5.0

Controlado por : _____ Revisión:07
Fecha: 01/08/2021



ANEXO 5:Memorando para el permiso del uso del laboratorio de ciencias básicas en la Facultad de Ingeniería Química para el desarrollo de la tesis.

 **Universidad Nacional del Altiplano - Puno** 
Facultad de Ingeniería Química

MEMORANDO. N° 195-2023- FIQ-UNA-P.

PARA : **Dra. Myrian Eugenia Pacheco Tanka**
COORDINADOR (e) DEL LABORATORIO DE CIENCIAS
BASICAS

ASUNTO : Brindar facilidades

FECHA : Puno, C.U. 04 de Setiembre de 2023

Por intermedio del presente, comunico a usted, que en atención a la solicitud presentada por la estudiante: **MARISOL CUTIPA LLANOS.**

Solicito a usted, brindarle las facilidades del caso, en el uso de las instalaciones del Laboratorio de Ciencias Básicas, para realizar su trabajo de investigación titulada " **OBTENCIÓN DE COAGULANTE NATURAL A PARTIR DE LAS SEMILLAS DE DURAZNO (PRUNUS PERSICA) Y PALTA (PERSEA AMERICANA) PARA REMOCIÓN DE TURBIEDAD EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE PUNO**"

Atentamente,


WALTHER B. APARICIO ARAGON, Ph.D
DECANO FIQ
UNA-PUNO



C.c
Ing Luz Marina
Interesada
Archivo 23
WBAA/rva



ANEXO 6: Solicitud de permiso para la toma de muestras de la planta de tratamiento de agua potable.



SOLICITO : Permiso para la toma de muestras de la planta de tratamiento de agua potable Aziruni.

SEÑOR: ING. LUIS AGUILAR COAQUIRA

GERENTE GENERAL DE LA EMPRESA MUNICIPAL DE SANEAMIENTO BÁSICO DE PUNO (EMSAPUNO S.A.)

Yo ,MARISOL CUTIPA LLANOS identificado con DNI N°73901261, Domiciliado en Pasaje los cedros N° 221 barrio Orkapata, Puno, Ante Ud con el debido respeto me presento y expongo:

Que, en la actualidad estoy realizando mi tesis como aplicación del coagulante natural de semillas de durazno y palta como tratamiento en la PTAP-Puno para reducir la turbiedad del agua, y para ello necesito obtener muestras de agua para el análisis Físico-Químico del agua, para lo cual solicito el permiso para poder sacar muestras de agua y usar las instalaciones de laboratorio para el uso del equipo de test de jarras para realizar mis pruebas.

POR LO EXPUESTO: agradezco de antemano la atención a lo solicitado y me despido muy cordialmente de usted.

Puno, 18 de Setiembre del 2023

Atentamente:

Marisol Cutipa Llanos

DNI: 73901261

ANEXO 7: Fotografías del desarrollo de las tesis realizadas en el laboratorio.



Figura 8.1. semillas de durazno



Figura 8.2. Semillas de palta



Figura 8.3. Método soxhlet semillas de durazno



Figura 8.4. Método soxhlet Semillas de palta



Figura 8.5. Secado de muestras



Figura 8.6. Molido de las semillas de durazno



Figura 8.7. Molido de las semillas de palta



Figura 8.8. Coagulantes naturales de semillas de durazno y palta al 1y 2 %

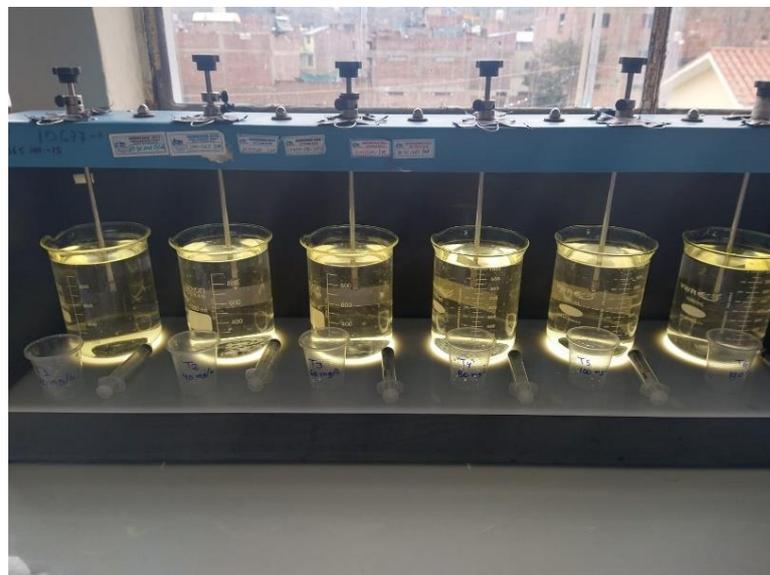


Figura 8.9. coagulación y floculación en el equipo de test de jarras de ambos
coagulantes

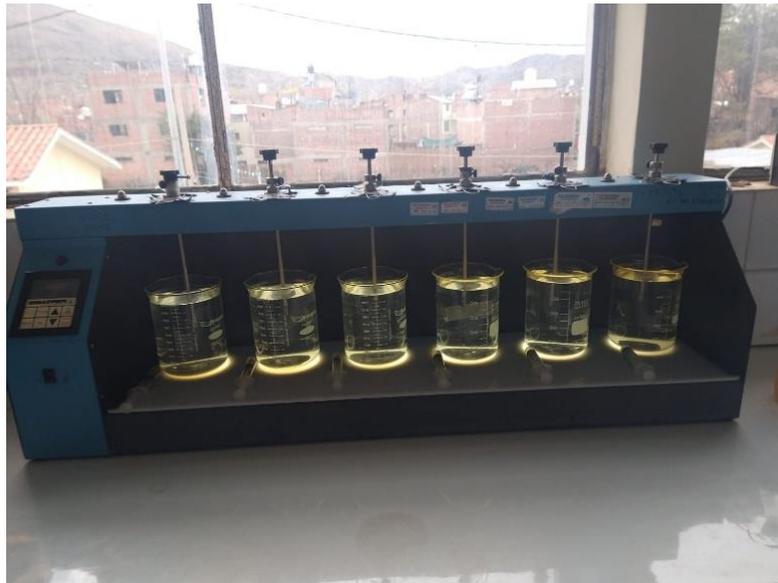


Figura 8.10. Adición del coagulante natural a diferentes dosis



Figura 8.11. medición de pH de las muestras



Figura 8.12. Medición de turbiedad de las muestras



ANEXO 8: Declaración Jurada de Autenticidad de Tesis



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Marisol Eutipa Llanos
identificado con DNI 73901261 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Química

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“Obtención de Coagulante Natural a Partir de las Semillas de Durazno (Prunus Persica) y Palta (Persea Americana) para Remoción de turbiedad en la planta de tratamiento EMSAPUNO S.A.”

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 22 de Julio del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



ANEXO 9: Autorización para el Depósito de Tesis o Trabajo De Investigación



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Marisol Cutipa Llano
identificado con DNI 73901261 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Química
informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“Obtención de Coagulante Natural a partir de las Semillas de Durazno (Prunus Persica) y Palta (Persea Americana) para Remoción de turbiedad en la planta de tratamiento EMSAPUNO S.A

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

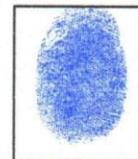
Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 22 de Julio del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella