

ArticuloPagPreliminar.docx

 My Files My Files Universidad Peruana Union

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::29566:418510503

Fecha de entrega

23 dic 2024, 12:08 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

23 dic 2024, 12:21 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

ArticuloPagPreliminar.docx

Tamaño de archivo

3.9 MB

25 Páginas

7,894 Palabras

40,860 Caracteres

11% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

Exclusiones

- N.º de fuentes excluidas
- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 9%  Fuentes de Internet
- 4%  Publicaciones
- 6%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 9% Fuentes de Internet
- 4% Publicaciones
- 6% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Trabajos entregados	Universidad Internacional de la Rioja on 2019-09-27	2%
2	Internet	issuu.com	1%
3	Publicación	Héctor Moreno Solaz. "Análisis y mejora del sistema integral de gestión de resídu...	1%
4	Internet	cjascience.com	1%
5	Internet	repositorio.untels.edu.pe	1%
6	Internet	www.coursehero.com	1%
7	Internet	1library.co	1%
8	Internet	repositoriodigital.uns.edu.ar	0%
9	Internet	www.researchgate.net	0%
10	Internet	www.scribd.com	0%
11	Internet	repositorio.unc.edu.pe	0%

12	Internet	www.investigacion.biblioteca.uvigo.es	0%
13	Internet	institucional.us.es	0%
14	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	0%
15	Internet	repositorio.unamba.edu.pe	0%
16	Trabajos entregados	CONACYT on 2018-11-12	0%
17	Internet	dspace.utb.edu.ec	0%
18	Trabajos entregados	unia on 2024-10-16	0%
19	Internet	www.doccity.com	0%
20	Publicación	Pompeyo Ferro, Rosa Farfan-Solis, Darwin Blanco-Shocosh, Ana Lucia Ferró-Gonzá...	0%
21	Internet	docplayer.es	0%
22	Internet	repositorio.uisek.edu.ec	0%
23	Internet	silos.tips	0%
24	Internet	studyres.com	0%
25	Trabajos entregados	University of Greenwich on 2017-04-19	0%

26	Internet	archive.org	0%
27	Internet	hdl.handle.net	0%
28	Internet	repository.unad.edu.co	0%
29	Internet	ri-ng.uaq.mx	0%
30	Internet	rodin.uca.es	0%
31	Internet	uvadoc.uva.es	0%
32	Internet	www.antibase.org	0%

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Evaluación de la capacidad de eficiencia de coagulantes naturales yuca (manihot esculenta) y moringa (moringa oleífera) en la reducción de la turbiedad del agua en el lavado de material aluvial aurífero

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autores:

Diego Raimundo Estrada Cáceres
Pedro Daniel Requena Ruiz

Asesor:

Mag. Joel Hugo Fernandez Rojas

Lima, 15/10/2024)

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Joel Hugo Fernandez Rojas, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Evaluación de la capacidad de eficiencia de coagulantes naturales yuca (manihot esculenta) y moringa (moringa oleífera) en la reducción de la turbiedad del agua en el lavado de material aluvial aurífero”** del (los) autor (autores) Diego Raimundo Estrada Cáceres y Pedro Daniel Requena Ruiz) tiene un índice de similitud de % verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima a los 15 días del mes de octubre del año 2024.



Joel Hugo Fernandez Rojas

Contenido

RESUMEN.....	5
ABSTRACT	5
1. INTRODUCCIÓN	5
2. MATERIALES Y MÉTODOS	6
3. RESULTADOS.....	8
4. DISCUSIONES.....	22
5. CONCLUSIONES	22
6. REFERENCIAS.....	23

Evaluación de la capacidad de eficiencia de coagulantes naturales yuca (manihot esculenta) y moringa (moringa oleífera) en la reducción de la turbiedad del agua en el lavado de material aluvial aurífero

Estrada Cáceres Diego Raimundo¹, Requena Ruiz Pedro Daniel¹, Hugo Fernandez¹

Escuela profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión, Lima, Perú.

RESUMEN

La turbiedad es la cantidad no adecuada de partículas en suspensión en el agua, que perjudica el desarrollo de la flora y fauna acuática, siendo esto una problemática en todos los ríos donde los relaves mineros auríferos dragan el lecho riverero. El presente estudio tiene como objetivo reducir la concentración de turbiedad en el agua después del lavado de material aluvial aurífero mediante las especies yuca (manihot esculenta) y moringa (moringa oleífera). Para ello se empleó agua de relave, cuyo contenido de turbiedad fue de 1900 NTU superando el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua. El diseño de experimento que se empleó fue factorial 3x2 con tres repeticiones, considerando los tres tratamientos y dos revoluciones por minuto (150 rpm y 300 rpm), con tiempos constantes de 300 segundos en cada experimento. El análisis estadístico realizado fue utilizando el software Rstudio. Los resultados confirmaron que se logró la reducción del 98.24% de la turbiedad a través de la coagulación natural de las partículas en suspensión, siendo el más efectivo el tratamiento con moringa, debido a los parámetros que influyeron como el pH (3.44%), Conductividad Eléctrica (9.24%), Solidos Totales Disueltos (99.91%) y Solidos Suspendidos Totales (99.96%). Se concluye que la incorporación de coagulantes naturales para el tratamiento de aguas de relave minero aurífero; disminuye la concentración de la turbiedad en el agua de relaves de material aluvial aurífero.

Palabras clave: Turbiedad, relave, coagulantes, aluvial, tratamiento de relaves.

ABSTRACT

Turbidity is the inappropriate amount of suspended particles in water, which harms the development of aquatic flora and fauna, and is a problem in all rivers where gold mining tailings dredge the river bed. The present study aims to reduce the concentration of turbidity in water after washing alluvial gold-bearing material using the species yucca (manihot esculenta) and moringa (moringa oleífera). For this purpose, tailings water was used, whose turbidity content was 1900 NTU, exceeding the Environmental Quality Standard (ECA) for water. The experimental design used was a 3x2 factorial with three repetitions, considering the three treatments and two revolutions per minute (150 rpm and 300 rpm), with constant times of 300 seconds in each experiment. The statistical analysis was performed using the Rstudio software. The results confirmed that a 98.24% reduction in turbidity was achieved through the natural coagulation of suspended particles, with the most effective treatment being moringa, due to the parameters that influenced it, such as pH (3.44%), Electrical Conductivity (9.24%), Total Dissolved Solids (99.91%) and Total Suspended Solids (99.96%). It is concluded that the incorporation of natural coagulants for the treatment of gold mining tailings water reduces the concentration of turbidity in alluvial gold-bearing material tailings water.

Keywords: Turbidity, tailings, coagulants, alluvial, tailings treatment.

1. INTRODUCCIÓN

La extracción de material aluvial por el método de ingenio, canaleta y carretilla causa impactos ambientales de baja a moderada magnitud, y por los métodos de carancheras y balsa – dragas, cuya presencia es menor (Gutiérrez, 2015) los impactos en los ríos y el paisaje son significativos y los métodos realizados en tierra firme como chupaderas y Shute-cargador frontal son los que ocasionan severos impactos en el suelo, agua, microclima, paisaje, flora y fauna (Mosquera et al., 2009).

Como resultado de las operaciones de extracción y separación del material aurífero los impactos ambientales negativos son: Alteración del paisaje, deforestación, degradación del suelo, colmatación de sedimentos en los cauces de río y fangos en el suelo, deterioro de la calidad del agua superficial (ríos y quebradas), desaparición de flora y fauna acuática, emisión de ruidos, contaminación por hidrocarburos, crecimiento de centros poblados sin planificación y con demandas de servicios

básicos, contaminación con desechos sólidos (Mosquera et al., 2009).

En los últimos años los problemas a tratar que causa colmatación de sedimentos en los cauces de río y fangos en el suelo, es la turbiedad presente en el lavado de material aluvial aurífero (Leão et al., 2018). Según (Meiburg & Kneller, 2010) las corrientes de turbidez en la naturaleza pueden transportar las partículas a largas distancias y eventualmente se asentarán, siendo responsables de los depósitos de sedimentos que generan formaciones geológicas de considerable interés. La sedimentación y la erosión promovidas por tales flujos cargados de partículas pueden moldear el lecho fluvial, produciendo diferentes estructuras geológicas como dunas, cañones y ondulaciones (Camata et al., 2018).

En la mina de oro Gold Ridge (Guadalcanal, Islas Salomón) se descubrió que, desde su desarrollo se ha producido cambios extensos en el curso del río, sedimentos en aguas debajo de la mina de oro y la calidad del agua; incrementando la escorrentía de sedimentos de las áreas expuestas asociadas al pozo de la mina, elevando la turbidez hasta 2450 NTU a diferencia de un rango normal de 80 NTU el cual presenta una amenaza para el medio ambiente (Albert et al., 2017). Algo similar se observa en la quebrada Nueva - provincia Manú, a causa de los shutes-cargador frontal, las aguas residuales crean fosas y zonas inundadas con sedimentos finos que son abandonados sin medida de rehabilitación alguna (Mosquera et al., 2009).

En las últimas décadas el acelerado desarrollo industrial, los problemas de efluentes mineros y crecimiento de las poblaciones en el Perú, han generado serios problemas de contaminación por metales pesados, provocando un incremento de su concentración en el ambiente y su migración a suelos no contaminados, que deterioran la calidad del suelo, del aire y del agua (Gunaratna et al., 2007).

Uno de los principales problemas de la localidad de Caychihue - Manu es la exposición de fluidos con gran cantidad de turbiedad emitidos por el lavado de material aluvial aurífero de las minas. La contaminación del río Caychihue, es generada por los vertimientos directos que vienen de los pozos de sedimentación que contienen gran cantidad de materia orgánica y partículas suspendidas.

Actualmente, se vienen realizando estudios y proyectos sobre el impacto favorable de la coagulación de partículas suspendidas en el agua con productos naturales. Por lo tanto, se planteó los siguientes objetivos: reducir la turbiedad del agua después del lavado de material aluvial aurífero mediante las especies yuca (manihot esculenta) y moringa (moringa oleífera); analizar los parámetros fisicoquímicos como el pH, Conductividad Eléctrica, Sólidos Totales Disueltos y Sólidos Suspendidos Totales en ambos sistemas experimentales.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Descripción del lugar de estudio

La extracción de muestras de agua para determinar la turbiedad se realizó después del proceso del lavado del material aluvial aurífero en el ingreso a los pozos de sedimentación, ubicados en la concesión Señor Cautivos II ubicado en el distrito de Barraca – Provincia Manu – Departamento Madre de Dios. Posteriormente, la experimentación se realizó en los laboratorios de la E.P. de Ingeniería Ambiental de la Universidad Peruana Unión, ubicada en Ñaña, Lurigancho-Chosica.

Gráfico 1.**Mapa de ubicación del proyecto (Arcgis 10.8)**

Gráfico izquierdo: lugar donde se obtuvo las muestras de agua a tratar – Gráfico derecho: ubicación de los laboratorios de Ingeniería Ambiental de la Universidad Peruana Unión.

2.2 Metodología

La primera etapa se inició con la recolección y caracterización de la muestra del material aluvial aurífero. Segundo, se obtuvo los coagulantes de la semilla de moringa y la yuca y se aplicó en tres tratamientos con dosis diferentes en la metodología de prueba de jarras, finalmente la tercera etapa consistió en el análisis de los parámetros fisicoquímicos del material aluvial aurífero.

En cuanto a los coagulantes naturales yuca (manihot esculenta) y moringa (moringa oleífera) se ha utilizado por la particularidad que existen en abundancia del cultivo de estas plantas en el entorno circundante a la zona aurífera por la selva, la cual la hace que sea de costo muy bajo.

2.3 Análisis de Datos

El diseño de experimento empleado fue la factorial 3x2 con tres repeticiones considerando los tres tratamientos y dos diferentes revoluciones por minuto (200 y 400), con tiempos constantes en cada experimento. Para el análisis de datos se utilizó el software Rstudio. 2024.04.2 Build 764

El modelo matemático fue:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} es la respuesta observada.

μ es la media general.

α_i es el efecto del (i)-ésimo nivel del primer factor (con $i = 1, 2, 3$).

β_j es el efecto del (j)-ésimo nivel del segundo factor (con $j = 1, 2$).

$(\alpha\beta)_{ij}$ es la interacción entre el (i)-ésimo nivel del primer factor y el (j)-ésimo nivel del segundo factor.

ϵ_{ijk} es el error aleatorio asociado con la observación (k) en el nivel (i) del primer factor y el nivel (j) del segundo factor.

Con este modelo nos permitió el análisis de los efectos principales de cada factor, así como su interacción entre ellos.

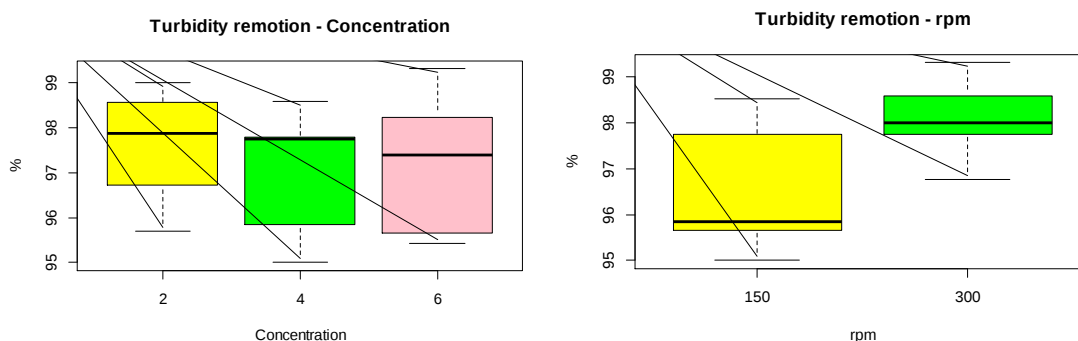
3. RESULTADOS

Remoción de turbiedad con Yuca

Luego de aplicar el análisis de varianza para la remoción de turbiedad con la coagulante yuca se observó que no evidencia diferencias significativas de los porcentajes de remoción de la turbiedad mediante la concentración de la yuca porque el p-valor fue de 0.7586 y es mayor a 0.05. Mientras que para las revoluciones por minuto del agitador evidenció un efecto significativo en el porcentaje de remoción de la turbiedad por tener un p-valor = 0.0191 y es menor a 0.05. Asimismo, las interacciones de los dos factores estudiados no ejercen efecto significativo en la remoción del porcentaje de turbiedad por tener un p-valor = 0.9245 y es mayor a 0.05. ver gráfico 2.

Gráfico 2.

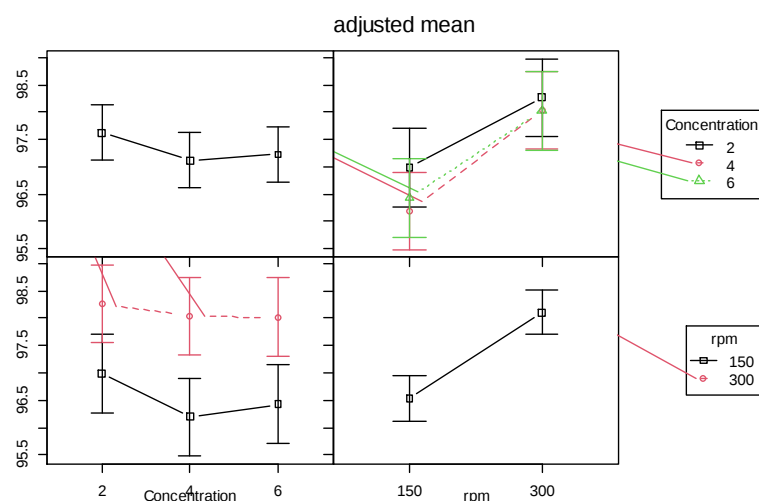
Remoción de turbiedad por cada factor



En cuanto a los efectos principales de los factores se evidenció que con una concentración de 2 mg/L de yuca, y con 300 rpm del agitador se consiguió un mejor resultado en el porcentaje de remoción de turbiedad (98.26%). Además, la interacción entre los dos factores juntos evidenció que no tiene efectos significativos en el porcentaje de remoción de turbiedad ya que en el anova se obtuvo un p-valor de 0.9245 lo cual es mayor a 0.05 y no hay intersección de los factores en la grafico 3.

Gráfico 3.

Grafica de interacción y efectos principales.



Para confirmar los requisitos de normalidad y homocedasticidad, se aplicó el test de Shapiro-Wilk obteniéndose un p-valor de 0.1027 por ser mayor a 0.05 indicó que los datos presentan una distribución normal, luego se aplicó el test de Breusch-Pagan para comprobar la homocedasticidad de los datos, obteniéndose un p-valor de 0.23272 al ser mayor a 0.05 indicó que los datos tienen homogeneidad de varianzas, con estas comprobaciones se aplicó el test de comparaciones múltiples LSD de Fisher para las concentraciones de la yuca como coagulante y las revoluciones por minuto

del agitador, obteniéndose un MSE =1.518116 con resultados en la tabla 1.

Tabla 1. Comparaciones múltiples LSD de Fisher

Concentra tion	Turbidity	Groups	RPM	Turbidity	Groups
2 mg/L	97.63 %	a	300	98.11 %	a
4 mg/L	97.22 %	a	150	96.54 %	b
6 mg/L	97.12 %	a			

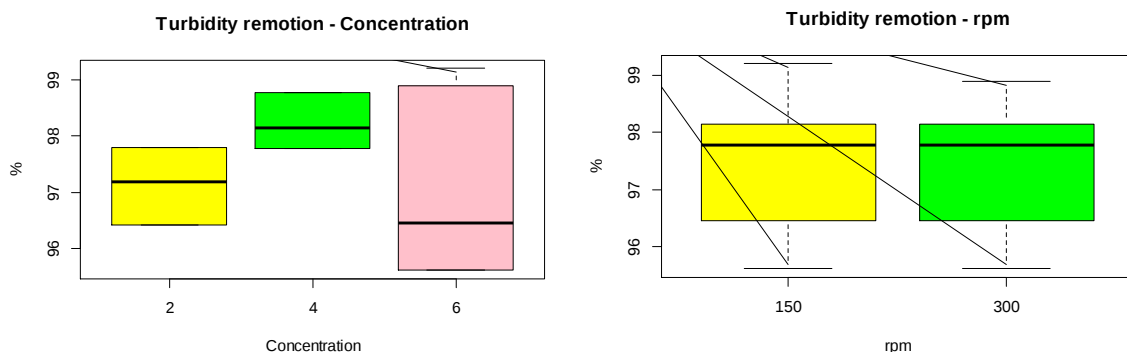
Como se puede observar en los resultados obtenido de la prueba LSD, con un nivel de confianza del 95%, se comprueba que no existen diferencias significativas entre las medias del porcentaje de la remoción de turbiedad por las concentraciones de yuca, presentado así una remoción estadísticamente igual. Sin embargo, la mayor remoción de turbiedad resultó a concentración 2 mg/L. Además, la comparación de las revoluciones por minuto si presenta dos grupos diferentes en la remoción de turbiedad, siendo el de 300 rpm con la mayor remoción, por lo tanto, si queremos optimizar el proceso de remoción de turbiedad, la mayor acción de remoción se obtuvo con la concentración 2 mg/L de yuca con 300 rpm del agitador.

Remoción de turbiedad con moringa

Luego de aplicar el análisis de varianza para la remoción de turbiedad con la coagulante moringa se observó que no evidencia diferencias significativas de los porcentajes de remoción de la turbiedad mediante la concentración de moringa porque el p-valor fue de 0.174 y es mayor a 0.05. Asimismo, para las revoluciones por minuto del agitador no evidenció efecto significativo en el porcentaje de remoción de la turbiedad por tener un p-valor = 0.950 y es mayor a 0.05. igualmente, las interacciones de los dos factores estudiados no ejercen efecto significativo en la remoción del porcentaje de turbiedad por tener un p-valor = 0.996 y es mayor a 0.05. ver gráfico 4.

Gráfico 4.

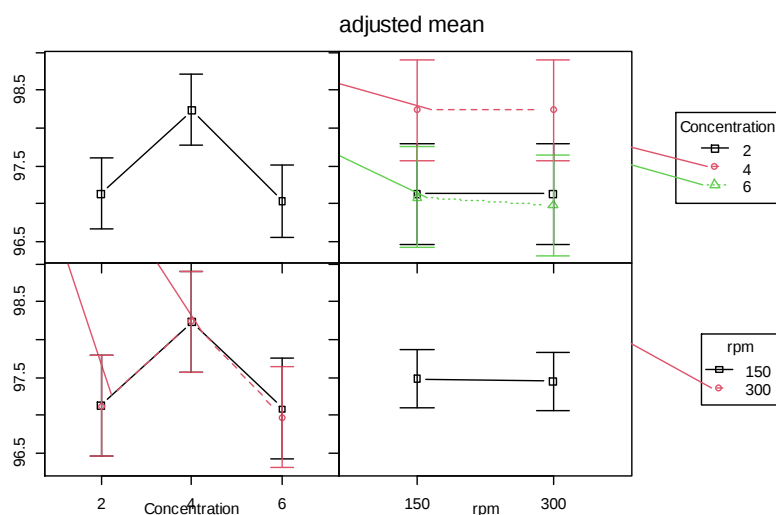
Remoción de turbiedad por cada factor.



En cuanto a los efectos principales de los factores se evidenció que con una concentración de 4 mg/L de moringa, y con 150 rpm ó 300 rpm del agitador se consiguió un mejor resultado en el porcentaje de remoción de turbiedad (98.24%). Además, la interacción entre los dos factores juntos evidenció que no tiene efectos significativos en el porcentaje de remoción de turbiedad ya que en el anova se obtuvo un p-valor de 0.996 lo cual es mayor a 0.05 y no hay intersección de los factores en el gráfico 5.

Gráfico 5.

Grafica de interacción y efectos principales.



Para confirmar los requisitos de normalidad y homocedasticidad, se aplicó el test de Shapiro–Wilk obteniéndose un p-valor de 0.2157 y por ser mayor a 0.05 indicó que los datos presentan una distribución normal, luego se aplicó el test de Breusch-Pagan para comprobar la homocedasticidad de los datos, obteniéndose un p-valor de 0.062821 al ser mayor a 0.05 indicó que los datos tienen homogeneidad de varianzas, con estas comprobaciones se aplicó el test de comparaciones múltiples LSD de Fisher para las concentraciones de la moringa como coagulante y las revoluciones por minuto del agitador, obteniéndose un MSE =1.330563 con resultados en la tabla 2.

Tabla 2. Comparaciones múltiples LSD de Fisher

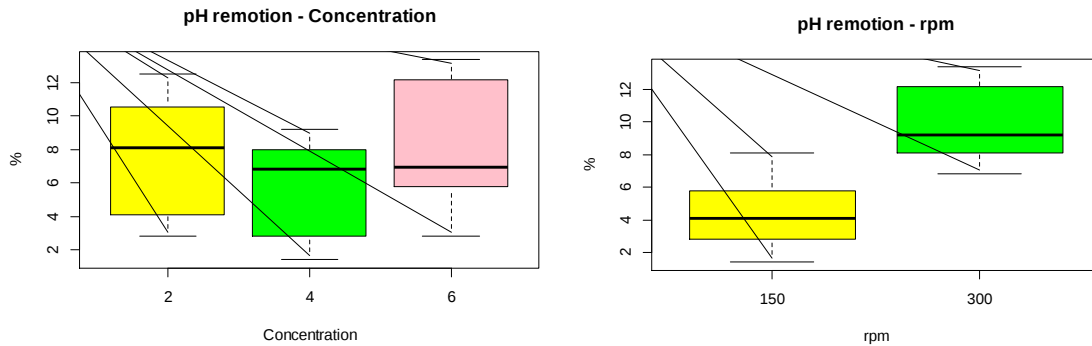
Concentra tion	Turbidity	Groups	RPM	Turbidity	Groups
4 mg/L	98.24 %	a	300	97.48 %	a
2 mg/L	97.13 %	a	150	97.45 %	a
6 mg/L	97.03 %	a			

Como se puede observar en los resultados obtenido de la prueba LSD, con un nivel de confianza del 95%, se comprueba que no existen diferencias significativas entre las medias del porcentaje de la remoción de turbiedad por las concentraciones de moringa, mostrando así una remoción estadísticamente igual ya que presentaron grupos iguales, aunque con la concentración 4 mg/L se logró una remoción ligeramente mayor. Además, la comparación de las revoluciones por minuto mostró dos grupos diferentes en la remoción de turbiedad, siendo ambas revoluciones con igual remoción, por lo tanto, si queremos optimizar el proceso de remoción de turbiedad, la mayor acción removedor se obtuvo con la concentración 4 mg/L de yuca con 300 rpm del agitador.

Disminución del pH con Yuca

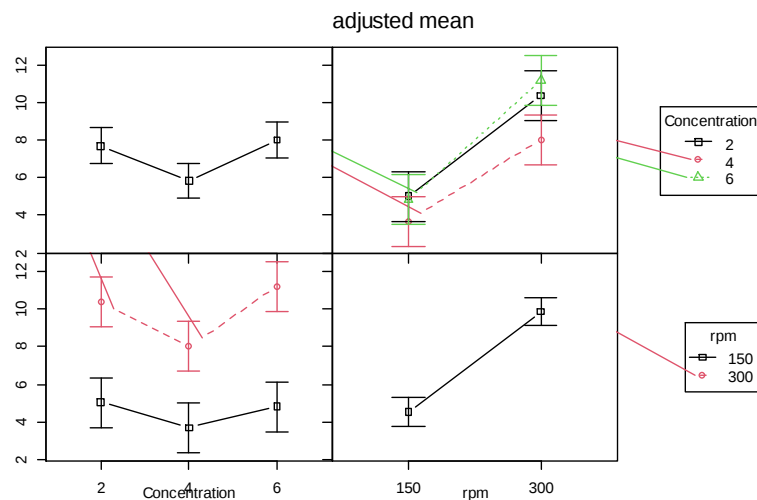
Luego de aplicar el análisis de varianza para la remoción de pH con la coagulante yuca se observó que no evidencia diferencias significativas de los porcentajes de remoción del pH mediante la concentración de la yuca porque el p-valor fue de 0.252769 y es mayor a 0.05. Mientras que para las revoluciones por minuto del agitador evidenció un efecto significativo en el porcentaje de remoción del pH por tener un p-valor = 0.000342 y es menor a 0.05. Asimismo, las interacciones de los dos factores estudiados no ejercen efecto significativo en la remoción del porcentaje del pH por tener un p-valor = 0.748874 y es mayor a 0.05. ver gráfico 6.

Gráfico 6.
Remoción de pH por cada factor.



En cuanto a los efectos principales de los factores se evidenció que con una concentración de 6 mg/L de yuca, y con 300 rpm del agitador se consiguió un mejor resultado en el porcentaje de remoción de pH (11.20%). Además, la interacción entre los dos factores juntos evidenció que no tiene efectos significativos en el porcentaje de remoción de pH ya que en el anova se obtuvo un p-valor de 0.748874 lo cual es mayor a 0.05 y no hay intersección de los factores en el gráfico 7.

Gráfico 7.
Grafica de interacción y efectos principales.



Para confirmar los requisitos de normalidad y homocedasticidad, se aplicó el test de Shapiro–Wilk obteniéndose un p-valor de 0.3684 y por ser mayor a 0.05 indicó que los datos presentan una distribución normal, luego se aplicó el test de Breusch-Pagan para comprobar la homocedasticidad de los datos, obteniéndose un p-valor de 0.92205 al ser mayor a 0.05 indicó que los datos tienen homogeneidad de varianzas, con estas comprobaciones se aplicó el test de comparaciones múltiples LSD de Fisher para las concentraciones de la moringa como coagulante y las revoluciones por minuto del agitador, obteniéndose un MSE =5.293336 con resultados en la tabla 3.

Tabla 3. Comparaciones múltiples LSD de Fisher

Concentra tion	pH	Groups	RPM	pH	Groups
6 mg/L	8.01 %	a	300	9.87 %	a
2 mg/L	7.70 %	a	150	4.51 %	b
4 mg/L	5.85 %	a			

Como se puede observar en los resultados obtenidos en la prueba LSD de Fisher, con un nivel de

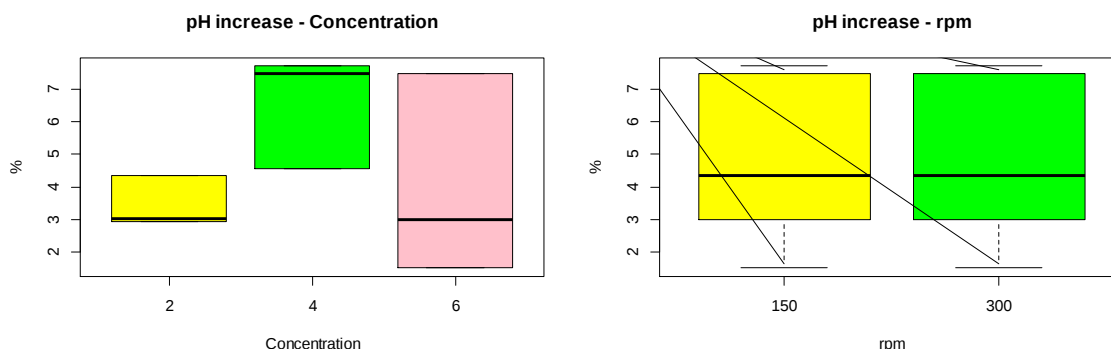
confianza del 95%, se comprueba que no existen diferencias significativas entre las medias del porcentaje de la remoción de pH por las concentraciones de yuca, mostrando así una remoción estadísticamente igual. Sin embargo, la mayor remoción de pH resultó a concentración 6 mg/L. Además, la comparación de las revoluciones por minuto si presentó dos grupos diferentes en la remoción de pH, siendo el de 300 rpm con la mayor remoción, por lo tanto, si queremos optimizar el proceso de remoción de pH, la mayor acción de remoción se obtuvo con la concentración 6 mg/L de yuca con 300 rpm del agitador.

Disminución de pH con Moringa

Luego de aplicar el análisis de varianza para la remoción de pH con la coagulante moringa se observó que no evidencia diferencias significativas de los porcentajes de remoción del pH mediante la concentración de moringa porque el p-valor fue de 0.0535 y es mayor a 0.05. Asimismo, para las revoluciones por minuto del agitador no evidenció efecto significativo en el porcentaje de remoción del pH por tener un p-valor = 1.0000 y es mayor a 0.05. igualmente, las interacciones de los dos factores estudiados no ejercen efecto significativo en la remoción del porcentaje de pH por tener un p-valor = 1.0000 y es mayor a 0.05. ver gráfico 8.

Gráfico 8.

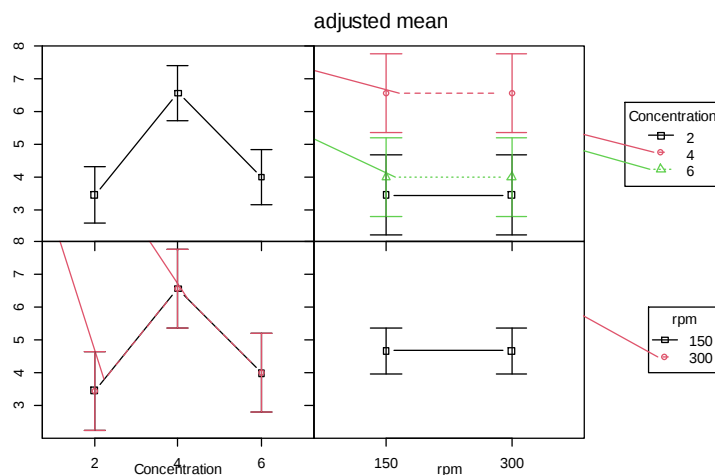
Remoción de pH por cada factor.



En cuanto a los efectos principales de los factores se evidenció que con una concentración de 4 mg/L de moringa, y con 150 rpm ó 300 rpm del agitador se consiguió un mejor resultado en el porcentaje de remoción de pH (6.57%). Además, la interacción entre los dos factores juntos evidenció que no tiene efectos significativos en el porcentaje de remoción de pH ya que en el anova se obtuvo un p-valor de 1.0000 lo cual es mayor a 0.05 y no hay intersección de los factores en el gráfico 9.

Gráfico 9.

Grafica de interacción y efectos principales.



Para confirmar los requisitos de normalidad y homocedasticidad, se aplicó el test de Shapiro–Wilk obteniéndose un p-valor de 0.1376 y por ser mayor a 0.05 indicó que los datos presentan una distribución normal, luego se aplicó el test de Breusch-Pagan para comprobar la homocedasticidad de los datos, obteniéndose un p-valor de 0.81621 al ser mayor a 0.05 indicó que los datos tienen homogeneidad de varianzas, con estas comprobaciones se aplicó el test de comparaciones múltiples LSD de Fisher para las concentraciones de la moringa como coagulante y las revoluciones por minuto del agitador, obteniéndose un MSE =4.431721 con resultados en la tabla 4.

Tabla 4. Comparaciones múltiples LSD de Fisher

Concentra tion	pH	Groups	RPM	pH	Groups
4 mg/L	6.57 %	a	300	4.66 %	a
6 mg/L	3.99 %	ab	150	4.66 %	a
2 mg/L	3.44 %	b			

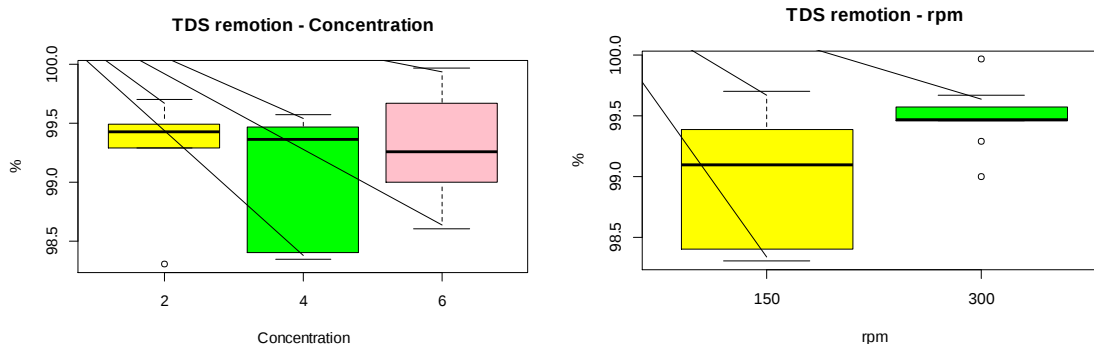
Como se puede observar en los resultados obtenidos de la prueba LSD, con un nivel de confianza del 95%, se comprueba que no existen diferencias significativas entre las medias del porcentaje de la remoción de pH por las concentraciones de moringa, mostrando así una remoción estadísticamente igual ya que presentaron grupos iguales, aunque con la concentración 4 mg/L se logró una remoción mayor. Además, la comparación de las revoluciones por minuto mostró dos grupos iguales en la remoción de pH, siendo ambas revoluciones con igual remoción, por lo tanto, si queremos optimizar el proceso de remoción de pH, la mayor acción de remoción se obtuvo con la concentración 4 mg/L de moringa con 150rpm ó 300 rpm del agitador.

Porcentaje de remoción de SOLIDOS TOTALES DISUELTOS con yuca

Luego de aplicar el análisis de varianza para la remoción de TDS con la coagulante yuca se observó que no evidencia diferencias significativas de los porcentajes de remoción del TDS mediante la concentración de yuca porque el p-valor fue de 0.6858 y es mayor a 0.05. Asimismo, para las revoluciones por minuto del agitador si evidenció efecto significativo en el porcentaje de remoción del TDS por tener un p-valor = 0.0265 y es menor a 0.05. igualmente, las interacciones de los dos factores estudiados no ejercen efecto significativo en la remoción del porcentaje de TDS por tener un p-valor = 0.5921 y es mayor a 0.05. ver gráfico 10.

Gráfico 10.

Remoción de TDS por cada factor.

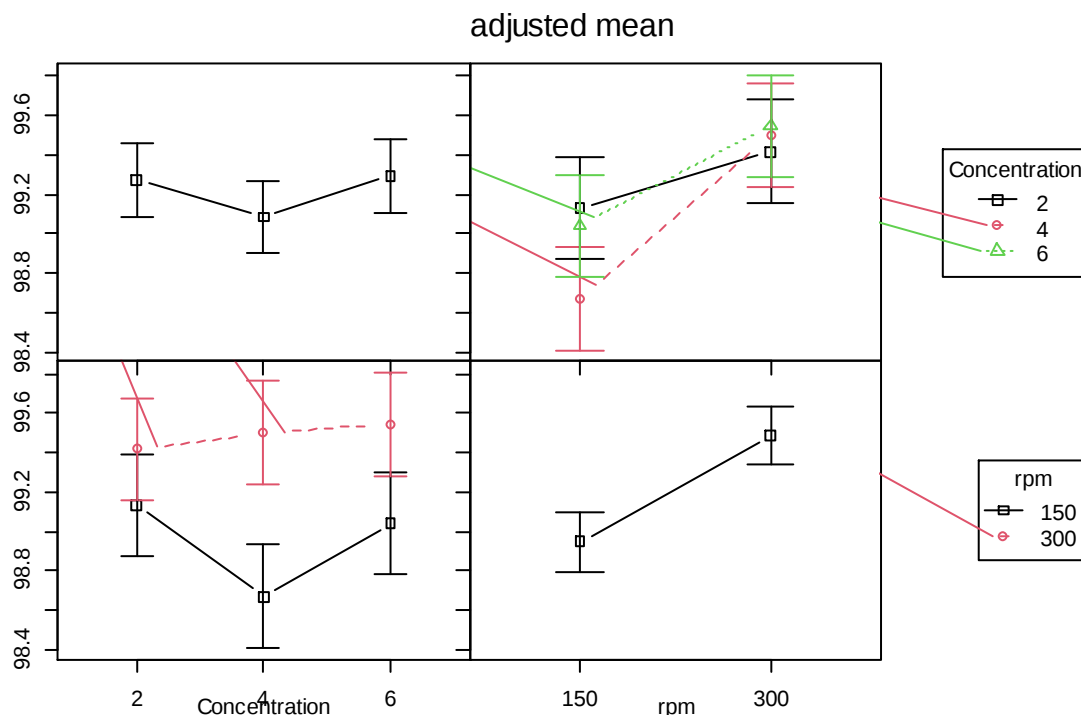


En cuanto a los efectos principales de los factores se evidenció que con una concentración de 6 mg/L

de yuca, y con 300 rpm del agitador se consiguió un mejor resultado en el porcentaje de remoción de TDS (99.55%). Además, la interacción entre los dos factores juntos evidenció que no tiene efectos significativos en el porcentaje de remoción de TDS ya que en el anova se obtuvo un p-valor de 0.5921 lo cual es mayor a 0.05 y no hay intersección de los factores en el gráfico 11.

Gráfico 11.

Grafica de interacción y efectos principales.



Para confirmar los requisitos de normalidad y homocedasticidad, se aplicó el test de Shapiro-Wilk obteniéndose un p-valor de 0.8051 y por ser mayor a 0.05 indicó que los datos presentan una distribución normal, luego se aplicó el test de Breusch-Pagan para comprobar la homocedasticidad de los datos, obteniéndose un p-valor de 0.27198 al ser mayor a 0.05 indicó que los datos tienen homogeneidad de varianzas, con estas comprobaciones se aplicó el test de comparaciones múltiples LSD de Fisher para las concentraciones de yuca como coagulante y las revoluciones por minuto del agitador, obteniéndose un MSE = 0.2054006 con resultados en la tabla 5.

Tabla 5. Comparaciones múltiples LSD de Fisher

Concentra tion	TDS	Groups	RPM	TDS	Groups
6 mg/L	99.29 %	a	300	99.49 %	a
2 mg/L	99.27 %	a	150	98.95 %	b
4 mg/L	99.08 %	a			

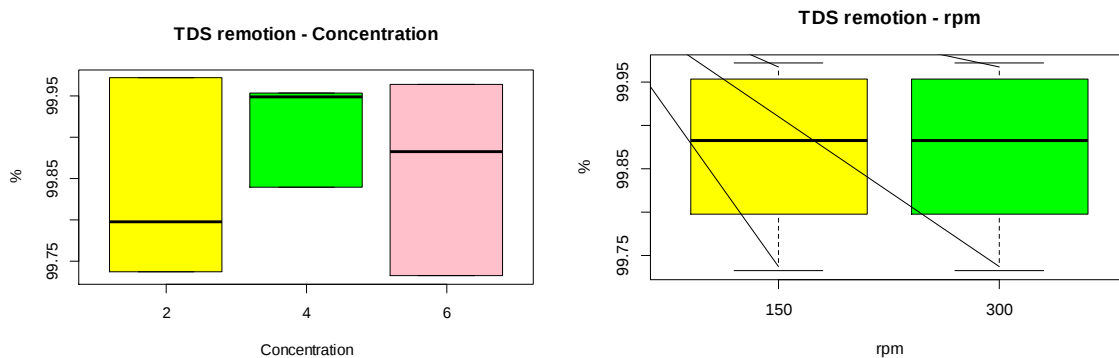
Como se puede observar en los resultados obtenidos en la prueba LSD de Fisher, con un nivel de confianza del 95%, se comprueba que no existen diferencias significativas entre las medias del porcentaje de la remoción de TDS por las concentraciones de yuca, mostrando así una remoción estadísticamente igual. Sin embargo, la mayor remoción de TDS resultó a concentración 6 mg/L. Además, la comparación de las revoluciones por minuto si presentó dos grupos diferentes en la remoción de TDS, siendo el de 300 rpm con la mayor remoción, por lo tanto, si queremos optimizar el proceso de remoción de TDS, la mayor acción de remoción se obtuvo con la concentración 6 mg/L de yuca con 300 rpm del agitador.

TDS remotion para moringa

Luego de aplicar el análisis de varianza para la remoción de TDS con la coagulante moringa se observó que no evidencia diferencias significativas de los porcentajes de remoción del TDS mediante la concentración de moringa porque el p-valor fue de 0.439 y es mayor a 0.05. Asimismo, para las revoluciones por minuto del agitador no evidenció efecto significativo en el porcentaje de remoción del TDS por tener un p-valor = 1.00 y es mayor a 0.05. igualmente, las interacciones de los dos factores estudiados no ejercen efecto significativo en la remoción del porcentaje de TDS por tener un p-valor = 1.00 y es mayor a 0.05. ver gráfico 12.

Gráfico 12.

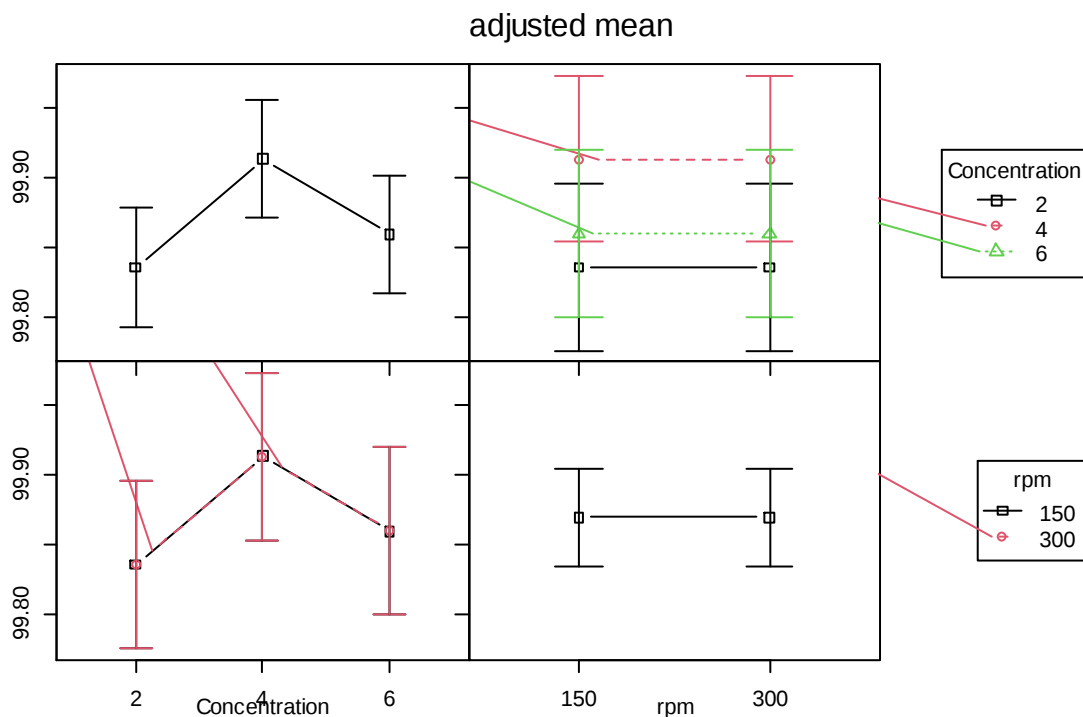
Remoción de TDS por cada factor.



En cuanto a los efectos principales de los factores se evidenció que con una concentración de 4 mg/L de yuca, y con 150 rpm ó 300 rpm del agitador se consiguió un mejor resultado en el porcentaje de remoción de TDS (99.91%). Además, la interacción entre los dos factores juntos evidenció que no tiene efectos significativos en el porcentaje de remoción de TDS ya que en el anova se obtuvo un p-valor de 1.00 lo cual es mayor a 0.05 y no hay intersección de los factores en el gráfico 13.

Gráfico 13.

Grafica de interacción y efectos principales.



Para confirmar los requisitos de normalidad y homocedasticidad, se aplicó el test de Shapiro–Wilk obteniéndose un p-valor de 0.1709 y por ser mayor a 0.05 indicó que los datos presentan una distribución normal, luego se aplicó el test de Breusch-Pagan para comprobar la homocedasticidad de los datos, obteniéndose un p-valor de 0.19642 al ser mayor a 0.05 indicó que los datos tienen homogeneidad de varianzas, con estas comprobaciones se aplicó el test de comparaciones múltiples LSD de Fisher para las concentraciones de moringa como coagulante y las revoluciones por minuto del agitador, obteniéndose un MSE =0.01087888 con resultados en la tabla 6.

Tabla 6. Comparaciones múltiples LSD de Fisher

Concentra tion	TDS	Groups	RPM	TDS	Groups
4 mg/L	99.91 %	a	150	99.87 %	a
6 mg/L	99.86 %	a	300	98.87 %	a
2 mg/L	99.84 %	a			

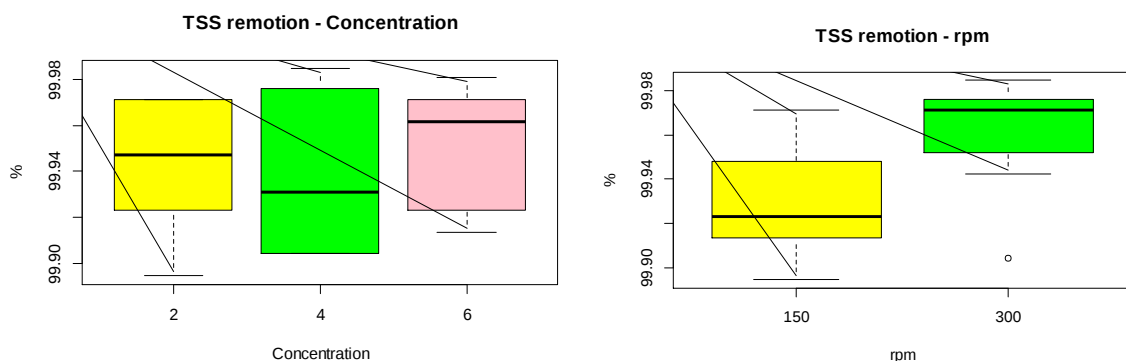
Como se puede observar en los resultados obtenidos en la prueba LSD de Fisher, con un nivel de confianza del 95%, se comprueba que no existen diferencias significativas entre las medias del porcentaje de la remoción de TDS por las concentraciones de moringa, mostrando así una remoción estadísticamente igual. Sin embargo, la mayor remoción de TDS resultó a concentración 4 mg/L. Además, la comparación de las revoluciones por minuto presentó dos grupos iguales en la remoción de TDS, siendo el de 150 rpm y 300 rpm con remoción, iguales, por lo tanto, si queremos optimizar el proceso de remoción de TDS, la mayor acción de remoción se obtuvo con la concentración 4 mg/L de moringa con 150 rpm o igualmente con 300 rpm del agitador.

Remoción de Solidos suspendidos totales con YUCA

Luego de aplicar el análisis de varianza para la remoción de TSS con el coagulante yuca se observó que no evidencia diferencias significativas de los porcentajes de remoción del TSS mediante la concentración de yuca porque el p-valor fue de 0.6994 y es mayor a 0.05. Asimismo, para las revoluciones por minuto del agitador si evidenció efecto significativo en el porcentaje de remoción del TSS por tener un p-valor = 0.0236 y es menor a 0.05. igualmente, las interacciones de los dos factores juntos no ejercen efecto significativo en la remoción del porcentaje de TSS por tener un p-valor = 0.9778 y es mayor a 0.05. ver gráfico 14.

Gráfico 14.

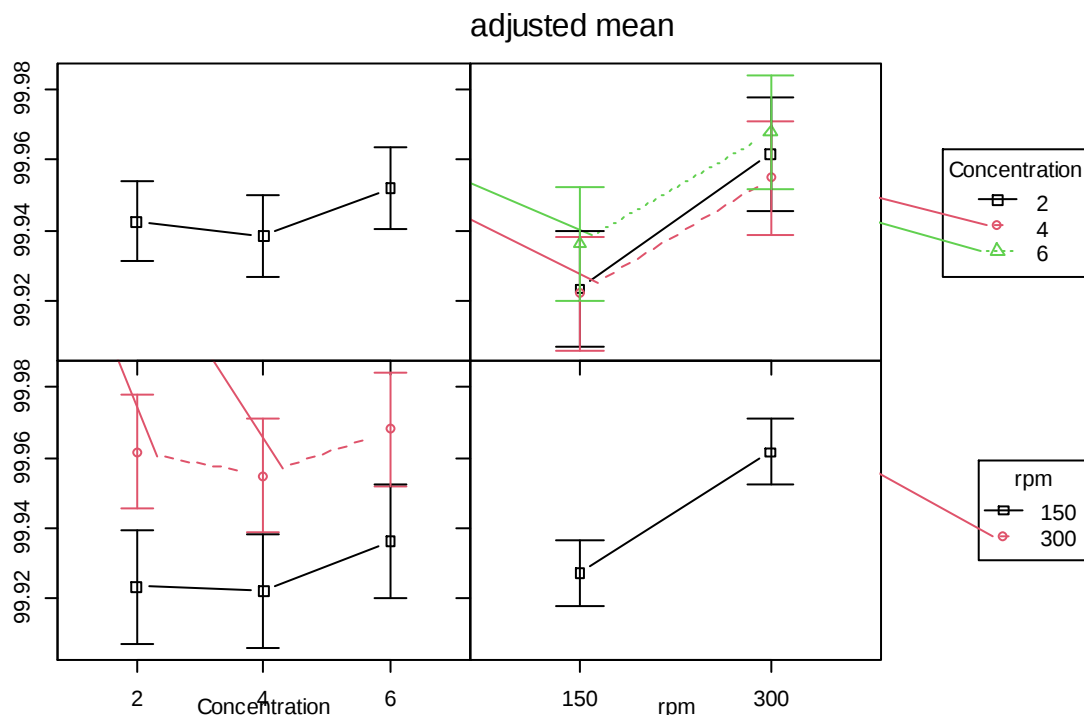
Remoción de TSS por cada factor.



En cuanto a los efectos principales de los factores se evidenció que con una concentración de 6 mg/L de yuca, y con 300 rpm del agitador se consiguió un mejor resultado en el porcentaje de remoción de TSS (99.97%). Además, la interacción entre los dos factores juntos evidenció que no tiene efectos significativos en el porcentaje de remoción de TSS ya que en el anova se obtuvo un p-valor de 0.9778 lo cual es mayor a 0.05 y no hay intersección de los factores en el gráfico 15.

Gráfico 15.

Grafica de interacción y efectos principales.



Para confirmar los requisitos de normalidad y homocedasticidad, se aplicó el test de Shapiro-Wilk obteniéndose un p-valor de 0.6462 y por ser mayor a 0.05 indicó que los datos presentan una distribución normal, luego se aplicó el test de Breusch-Pagan para comprobar la homocedasticidad de los datos, obteniéndose un p-valor de 0.81703 al ser mayor a 0.05 indicó que los datos tienen homogeneidad de varianzas, con estas comprobaciones se aplicó el test de comparaciones múltiples LSD de Fisher para las concentraciones de yuca como coagulante y las revoluciones por minuto del agitador, obteniéndose un MSE =0.0007943755 con resultados en la tabla 7.

Tabla 7. Comparaciones múltiples LSD de Fisher

Concentration	TDS	Groups	RPM	TDS	Groups
6 mg/L	99.95 %	a	300	99.96 %	a
2 mg/L	99.94 %	a	150	98.93 %	b
4 mg/L	99.94 %	a			

Como se puede observar en los resultados obtenidos en la prueba LSD de Fisher, con un nivel de confianza del 95%, se comprueba que no existen diferencias significativas entre las medias del porcentaje de la remoción de TSS por las concentraciones de yuca, mostrando así una remoción estadísticamente igual. Sin embargo, la mayor remoción de TSS resultó a concentración 6 mg/L. Además, la comparación de las revoluciones por minuto si presentó dos grupos diferentes en la remoción de TSS, siendo el de 300 rpm con la mayor remoción, por lo tanto, si queremos optimizar el proceso de remoción de TSS, la mayor acción de remoción se obtuvo con la concentración 6 mg/L de yuca con 300 rpm del agitador.

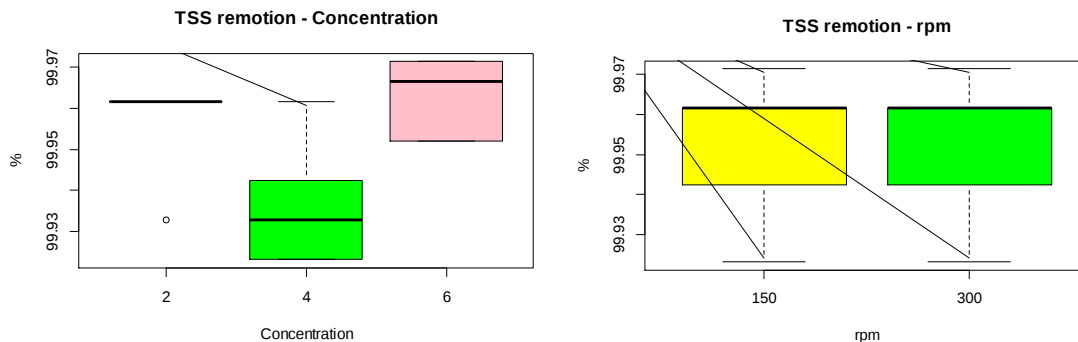
Remoción de TSS con Moringa

Luego de aplicar el análisis de varianza para la remoción de TSS con la coagulante moringa se observó que si evidencia diferencias significativas de los porcentajes de remoción del TSS mediante la concentración de moringa porque el p-valor fue de 0.00804 y es menor a 0.05. Asimismo, para las

revoluciones por minuto del agitador no evidenció efecto significativo en el porcentaje de remoción del TSS por tener un p-valor = 1.00 y es mayor a 0.05. igualmente, las interacciones de los dos factores juntos estudiados no ejercen efecto significativo en la remoción del porcentaje de TSS por tener un p-valor = 0.32971 y es mayor a 0.05. ver gráfico 16.

Gráfico 16.

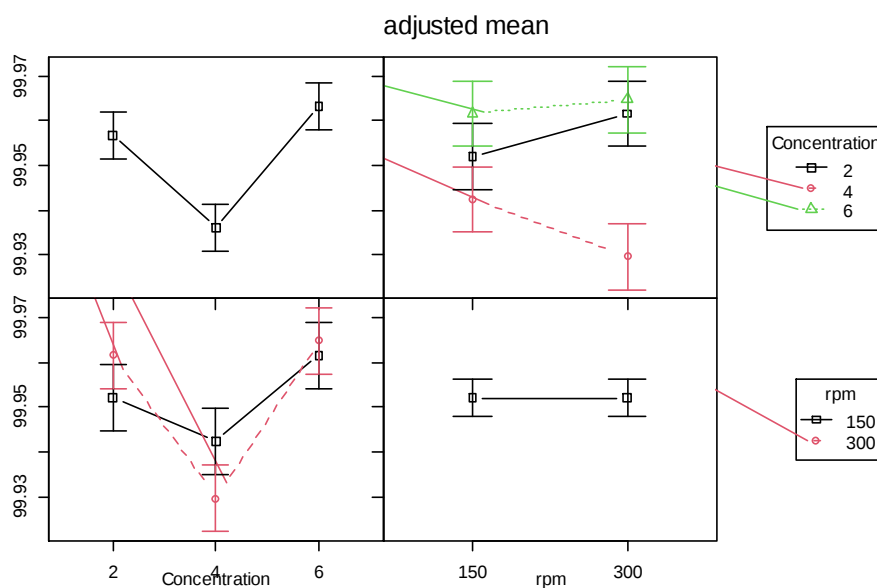
Remoción de TSS por cada factor.



En cuanto a los efectos principales de los factores se evidenció que con una concentración de 6 mg/L de yuca, y con 150 rpm ó 300 rpm del agitador se consiguió un mejor resultado en el porcentaje de remoción de TSS (99.96%). Además, la interacción entre los dos factores juntos evidenció que no tiene efectos significativos en el porcentaje de remoción de TSS ya que en el anova se obtuvo un p-valor de 0.32971 lo cual es mayor a 0.05 y no hay intersección de los factores en el gráfico 17.

Gráfico 17.

Grafica de interacción y efectos principales.



Para confirmar los requisitos de normalidad y homocedasticidad, se aplicó el test de Shapiro-Wilk obteniéndose un p-valor de 0.5549 y por ser mayor a 0.05 indicó que los datos presentan una distribución normal, luego se aplicó el test de Breusch-Pagan para comprobar la homocedasticidad de los datos, obteniéndose un p-valor de 0.35045 al ser mayor a 0.05 indicó que los datos tienen homogeneidad de varianzas, con estas comprobaciones se aplicó el test de comparaciones múltiples LSD de Fisher para las concentraciones de moringa como coagulante y las revoluciones por minuto del agitador, obteniéndose un MSE =0.0001636095 con resultados en la tabla 8.

Tabla 8. Comparaciones múltiples LSD de Fisher

Concentration	TSS	Groups	RPM	TSS	Groups
6 mg/L	99.96 %	a	150	99.95 %	a
2 mg/L	99.95 %	a	300	99.95 %	a
4 mg/L	99.94 %	b			

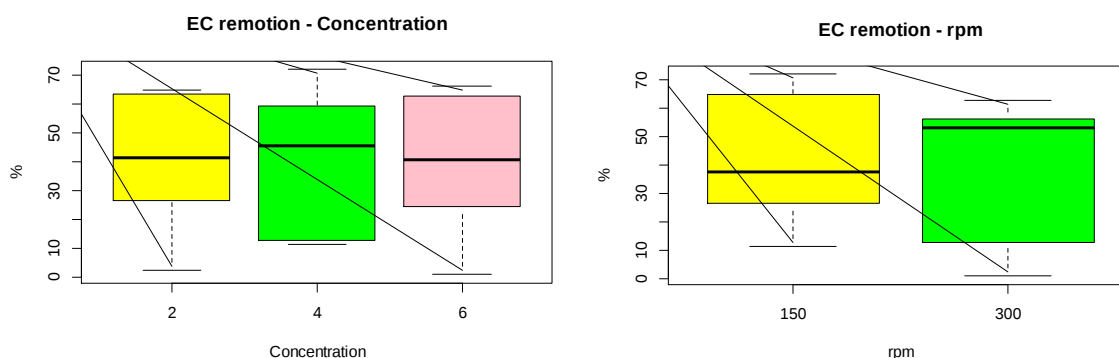
Como se puede observar en los resultados obtenidos en la prueba LSD de Fisher, con un nivel de confianza del 95%, se comprueba que si existen diferencias significativas entre las medias del porcentaje de la remoción de TSS por las concentraciones de moringa, mostrando así una remoción estadísticamente diferentes. Sin embargo, la mayor remoción de TSS resultó a concentración 6 mg/L. Además, la comparación de las revoluciones por minuto presentó dos grupos iguales en la remoción de TSS, siendo el de 150 rpm y 300 rpm con remoción, iguales, por lo tanto, si queremos optimizar el proceso de remoción de TSS, la mayor acción removedora se obtuvo con la concentración 6 mg/L de moringa con 150 rpm o igualmente con 300 rpm del agitador.

Remoción en conductividad eléctrica con YUCA

Luego de aplicar el análisis de varianza para la remoción de EC con la coagulante yuca se observó que no evidencia diferencias significativas de los porcentajes de remoción del EC mediante la concentración de yuca porque el p-valor fue de 0.994 y es mayor a 0.05. Asimismo, para las revoluciones por minuto del agitador no evidenció efecto significativo en el porcentaje de remoción del EC por tener un p-valor = 0.588 y es mayor a 0.05. igualmente, las interacciones de los dos factores juntos no ejercen efecto significativo en la remoción del porcentaje de EC por tener un p-valor = 0.686 y es mayor a 0.05. ver gráfico 18.

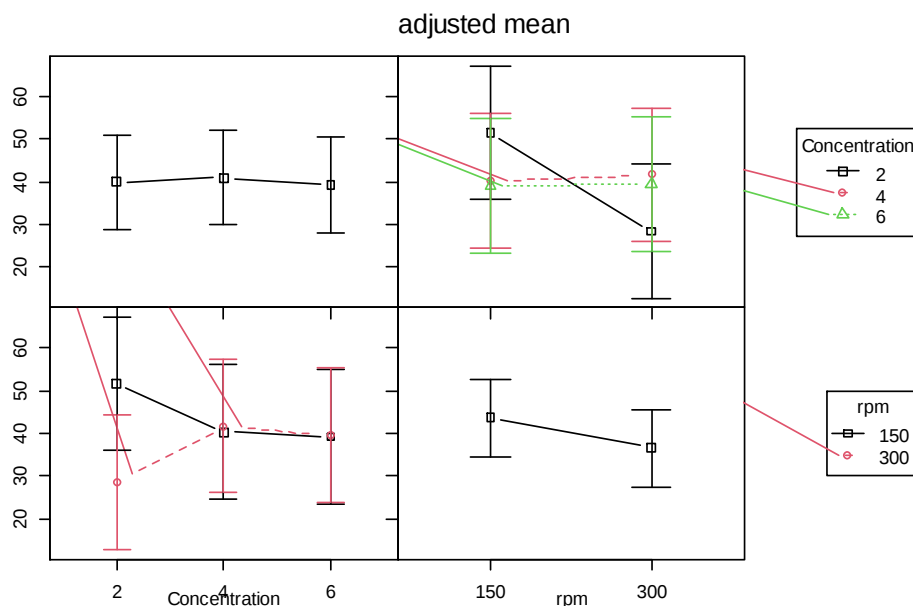
Gráfico 18.

Remoción de EC por cada factor.



En cuanto a los efectos principales de los factores se evidenció que con una concentración de 4 mg/L de yuca, y con 150 rpm del agitador se consiguió un mejor resultado en el porcentaje de remoción de EC (40.30%). Además, la interacción entre los dos factores juntos evidenció que no tiene efectos significativos en el porcentaje de remoción de EC ya que en el anova se obtuvo un p-valor de 0.686 lo cual es mayor a 0.05 y no hay intersección de los factores principales en el gráfico 19.

Gráfico 19.
Grafica de interacción y efectos principales.



Para confirmar los requisitos de normalidad y homocedasticidad, se aplicó el test de Shapiro–Wilk obteniéndose un p-valor de 0.1382 y por ser mayor a 0.05 indicó que los datos presentan una distribución normal, luego se aplicó el test de Breusch-Pagan para comprobar la homocedasticidad de los datos, obteniéndose un p-valor de 0.75938 al ser mayor a 0.05 indicó que los datos tienen homogeneidad de varianzas, con estas comprobaciones se aplicó el test de comparaciones múltiples LSD de Fisher para las concentraciones de yuca como coagulante y las revoluciones por minuto del agitador, obteniéndose un MSE =740.6455 con resultados en la tabla 9.

Tabla 9. Comparaciones múltiples LSD de Fisher

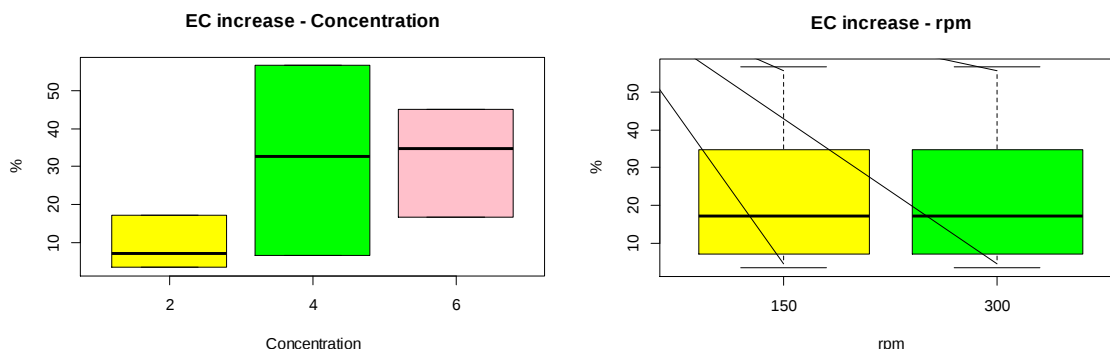
Concentration	EC	Groups	RPM	EC	Groups
4 mg/L	40.99 %	a	150	43.67 %	a
2 mg/L	39.98 %	a	300	36.54 %	a
6 mg/L	39.34 %	a			

Como se puede observar en los resultados obtenidos en la prueba LSD de Fisher, con un nivel de confianza del 95%, se comprueba que no existen diferencias significativas entre las medias del porcentaje de la remoción de EC por las concentraciones de yuca, mostrando así una remoción estadísticamente igual. Sin embargo, la mayor remoción de EC resultó a concentración 6 mg/L. Además, la comparación de las revoluciones por minuto si presentó dos grupos diferentes en la remoción de EC, siendo el de 300 rpm con la mayor remoción, por lo tanto, si queremos optimizar el proceso de remoción de EC, la mayor acción removedora se obtuvo con la concentración 6 mg/L de yuca con 300 rpm del agitador.

Remoción en EC con Moringa

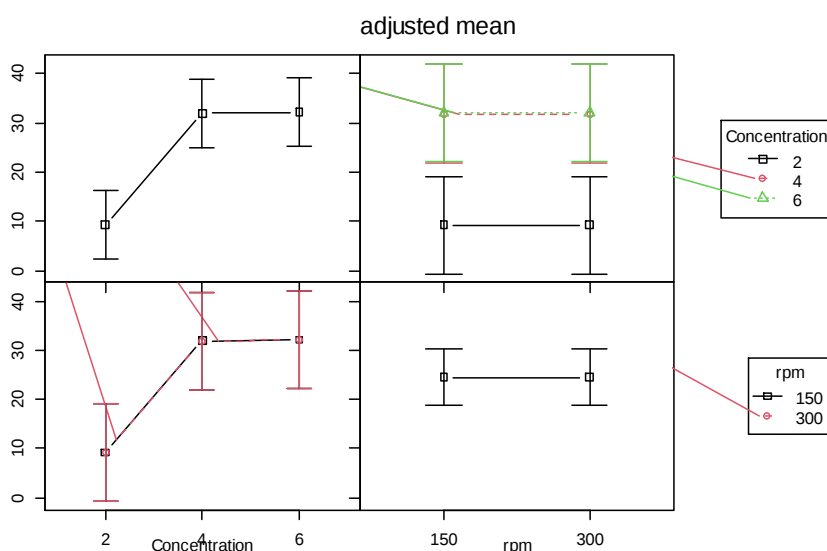
Luego de aplicar el análisis de varianza para la remoción de EC con la coagulante moringa se observó que no evidencia diferencias significativas de los porcentajes de remoción del EC mediante la concentración de moringa porque el p-valor fue de 0.0628 y es mayor a 0.05. Asimismo, para las revoluciones por minuto del agitador no evidenció efecto significativo en el porcentaje de remoción del EC por tener un p-valor = 1.00 y es mayor a 0.05. igualmente, las interacciones de los dos factores juntos estudiados no ejercen efecto significativo en la remoción del porcentaje de EC por tener un p-valor = 1.00 y es mayor a 0.05. ver gráfico 20.

Gráfico 20. Remoción de EC por cada factor.



En cuanto a los efectos principales de los factores se evidenció que con una concentración de 6 mg/L de moringa, y con 150 rpm ó 300 rpm del agitador se consiguió un mejor resultado en el porcentaje de remoción de EC (32.16%). Además, la interacción entre los dos factores juntos evidenció que no tiene efectos significativos en el porcentaje de remoción de EC ya que en el anova se obtuvo un p-valor de 0.32971 lo cual es mayor a 0.05 y no hay intersección de los factores principales en el gráfico 21.

Gráfico 21. Grafica de interacción y efectos principales.



Para confirmar los requisitos de normalidad y homocedasticidad, se aplicó el test de Shapiro-Wilk obteniéndose un p-valor de 0.5678 y por ser mayor a 0.05 indicó que los datos presentan una distribución normal, luego se aplicó el test de Breusch-Pagan para comprobar la homocedasticidad de los datos, obteniéndose un p-valor de 0.08273 al ser mayor a 0.05 indicó que los datos tienen homogeneidad de varianzas, con estas comprobaciones se aplicó el test de comparaciones múltiples LSD de Fisher para las concentraciones de moringa como coagulante y las revoluciones por minuto del agitador, obteniéndose un MSE =295.6992 con resultados en la tabla 10.

Tabla 10. Comparaciones múltiples LSD de Fisher

Concentration	EC	Groups	RPM	EC	Groups
6 mg/L	32.16 %	a	150	24.44 %	a
4 mg/L	31.92 %	a	300	24.44 %	a
2 mg/L	9.24 %	b			

Como se puede observar en los resultados obtenidos en la prueba LSD de Fisher, con un nivel de confianza del 95%, se comprueba que no existen diferencias significativas entre las medias del porcentaje de la remoción de EC por las concentraciones de moringa, mostrando así una remoción estadísticamente igual. Sin embargo, la mayor remoción de EC resultó a concentración 6 mg/L. Además, la comparación de las revoluciones por minuto presentó dos grupos iguales en la remoción de EC, siendo el de 150 rpm y 300 rpm con remoción, iguales, por lo tanto, si queremos optimizar el proceso de remoción de EC, la mayor acción removedora se obtuvo con la concentración 6 mg/L de moringa con 150 rpm ó igualmente con 300 rpm del agitador.

4. DISCUSIONES.

En cuanto a la eliminación de la turbiedad se observó que no hubo diferencias significativas en los porcentajes de eliminación de la turbidez cuando se utilizaron diferentes concentraciones de yuca y moringa como coagulantes, del mismo modo, la revolución por minuto (rpm) del agitador no tuvo un efecto significativo en los porcentajes de eliminación de la turbidez, el estudio destacó que el uso de la moringa a 4 mg/L de moringa, junto con una agitación de 150 rpm o 300 rpm, arrojaron el mejor resultado en la eliminación de la turbidez, con un alto porcentaje del 98,24% frente al uso de la yuca con una concentración de 2 mg/L con 300 rpm cuyo resultado fue del 97.63% de remoción de la turbiedad, por ello, la moringa fue particularmente eficaz para lograr tasas significativas de eliminación de la turbidez, lo que subraya la importancia de la dosis adecuada de los coagulantes para obtener resultados óptimos. la combinación de mandioca (yuca) y moringa, específicamente en concentraciones adecuadas demostraron ser muy eficaces para eliminar la turbidez, lo que demuestra la gran importancia de la aplicación de los coagulantes naturales, sostenibles y respetuosos con el medio ambiente en los procesos de tratamiento del agua ya que estos coagulantes propios de la zona selva.

Existe una investigación donde se utiliza dos tipos de yuca para el tratamiento de aguas residuales textiles la cual la reducción de turbidez en condiciones óptimas obtuvo 88,72% y 88,52%, (Ogbeh & Omini, 2022) respectivamente. Así, en nuestra investigación la yuca obtuvo 97.63% aunque el agua tratada fue del material aluvial aurífero. También, en otra investigación se obtuvo un 81% de remoción de la turbidez utilizando la harina de la cascara de la yuca (Kumar et al., 2020).

Otra investigación donde se utilizó la moringa como coagulante natural fue tratar las aguas residuales del café obteniéndose 99,43% y 99,16% de reducción de la turbidez. (Fereja et al., 2020).

Así también se utilizó la moringa para el mejoramiento de aguas tradicionales obteniéndose entre 89% y 86% de reducción de la turbidez, (Rasheed et al., 2023) con todo ello nuestra investigación supera los rangos obtenidos en las otras investigaciones.

Aunque la mayoría de las investigaciones de tratamiento de aguas con la yuca y moringa se han utilizado diferentes aguas residuales, la nuestra cobra importancia principalmente por tratarse de actividad minera cuyos efectos son altamente negativos en su impacto ambiental, máxime cuando se trata de minería donde se draga los ríos causando daños irreversibles.

5. CONCLUSIONES

En conclusión, los resultados obtenidos de la investigación demostraron que el uso de los coagulantes naturales yuca (manihot esculenta) y moringa (moringa oleífera) en la reducción de la turbiedad del agua del lavado de material aluvial aurífero han sido altamente viables y eficientes, de manera específica el uso de la moringa, en una concentración de 4 mg/L, y a unos 300 rpm demostró ser muy eficaz frente a la yuca para eliminar la turbidez con más de 98%, lo que demuestra el potencial de los coagulantes sostenibles y respetuosos con el medio ambiente en los procesos de tratamiento del agua residuales del material aluvial aurífero.

En cuanto a la disminución del pH fue más estable y mantenía en neutro la acción de la moringa ya que no hubo diferencia significativa mayor que el 6.5% que fue mas bajo que la variación que obtuvo la yuca con un máximo de 9.8%.

Para los sólidos totales disueltos la mayor remoción obtenida fue con la moringa con un

máximo de 99.9% frente al de la yuca con un máximo de 99.49%.

La remoción de los sólidos suspendidos totales fue de manera eficiente e igual para ambos coagulantes obteniéndose entre un 99.94% a 99.96%.

Para la remoción de la conductividad eléctrica la yuca fue más eficiente que obtuvo un máximo de 43.67% frente a 32.16% de la moringa.

6. REFERENCIAS

Aadland, T., Sadler, P. M., & Helland-Hansen, W. (2018). Geometric interpretation of time-scale dependent sedimentation rates. *Sedimentary Geology*, 371, 32–40. <https://doi.org/10.1016/J.SEDGEO.2018.04.003>

Aguiar, A. O., Andrade, L. H., Ricci, B. C., Pires, W. L., Miranda, G. A., & Amaral, M. C. S. (2016). Gold acid mine drainage treatment by membrane separation processes: An evaluation of the main operational conditions. *Separation and Purification Technology*, 170, 360–369. <https://doi.org/10.1016/J.SEPPUR.2016.07.003>

Albert, S., Kvennefors, C., Jacob, K., Kera, J., & Grinham, A. (2017). Environmental change in a modified catchment downstream of a gold mine, Solomon Islands. *Environmental Pollution*, 231, 942–953. <https://doi.org/10.1016/J.ENVPOL.2017.08.113>

Byrne, P., Hudson-Edwards, K. A., Bird, G., Macklin, M. G., Brewer, P. A., Williams, R. D., & Jamieson, H. E. (2018). Water quality impacts and river system recovery following the 2014 Mount Polley mine tailings dam spill, British Columbia, Canada. *Applied Geochemistry*, 91, 64–74. <https://doi.org/10.1016/J.APGEOCHEM.2018.01.012>

Camata, J. J., Silva, V., Valduriez, P., Mattoso, M., & Coutinho, A. L. G. A. (2018). In situ visualization and data analysis for turbidity currents simulation. *Computers & Geosciences*, 110, 23–31. <https://doi.org/10.1016/J.CAGEO.2017.09.013>

Capó, M. A. (2007). *Principios de ecotoxicología : diagnóstico, tratamiento y gestión del medio ambiente*. Madrid: Tébar.

Castaño, J. A., & Higueta, J. C. (2016). Using turbidity for designing water networks. *Journal of Environmental Management*, 172, 129–135. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2016.02.027>

Cristóvão, R. O., Botelho, C. M., Martins, R. J. E., Loureiro, J. M., & Boaventura, R. A. R. (2014). Primary treatment optimization of a fish canning wastewater from a Portuguese plant. *Water Resources and Industry*, 6, 51–63. <https://doi.org/10.1016/j.wri.2014.07.002>

D.S. N° 015 MINAM, P. (2015). *Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación*. Lima.

Farrell, C., Hassard, F., Jefferson, B., Leziart, T., Nocker, A., & Jarvis, P. (2018). Turbidity composition and the relationship with microbial attachment and UV inactivation efficacy. *Science of The Total Environment*, 624, 638–647.

<https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2017.12.173>

- Gutiérrez, T. A. (2015). *Impactos mineros, agropecuarios y de la conservación en la calidad del agua y los sedimentos, cuenca Tambopata, Madre de Dios*. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA.
- Ismail, I. M., Fawzy, A. S., Abdel-Monem, N. M., Mahmoud, M. H., & El-Halwany, M. A. (2012). Combined coagulation flocculation pre treatment unit for municipal wastewater. *Journal of Advanced Research*, 3(4), 331–336. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2011.10.004>
- Lancôt, C., Wilson, S. P., Fabbro, L., Leusch, F. D. L., & Melvin, S. D. (2016). Comparative sensitivity of aquatic invertebrate and vertebrate species to wastewater from an operational coal mine in central Queensland, Australia. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 129, 1–9. <https://doi.org/10.1016/J.ECOENV.2016.03.003>
- Leão, S., Roux, P., Núñez, M., Loiseau, E., Junqua, G., Sferratore, A., ... Rosenbaum, R. K. (2018). A worldwide-regionalised water supply mix (WSmix) for life cycle inventory of water use. *Journal of Cleaner Production*, 172, 302–313. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2017.10.135>
- Meiburg, E., & Kneller, B. (2010). Turbidity Currents and Their Deposits. *Annual Review of Fluid Mechanics*, 42(1), 135–156. <https://doi.org/10.1146/annurev-fluid-121108-145618>
- Montesinos, M. (2017). *Caracterización de efluentes de mina para elección de la alternativa óptima de tratamiento*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Mosquera, C., Chávez, M., Pachas, V., & Moschella, P. (2009). *Estudio diagnóstico de la actividad minera artesanal en Madre de Dios*. Lima.
- Oladoja, N. A., Saliu, T. D., Ololade, I. A., Anthony, E. T., & Bello, G. A. (2017). A new indigenous green option for turbidity removal from aqueous system. *Separation and Purification Technology*, 186, 166–174. <https://doi.org/10.1016/J.SEPPUR.2017.05.054>
- OMS. (2006). Guidelines for Drinking-water Quality. *Atención Primaria*, 23(Vdv), 7.
- Organización Internacional para la Estandarización, I. (2016). *Calidad del agua - Determinación de la turbidez - Parte 1: Métodos cuantitativos, ISO 7027-1: 2016*.
- Sears, R. R., Cronkleton, P., Polo Villanueva, F., Miranda Ruiz, M., & Pérez-Ojeda del Arco, M. (2018). Farm-forestry in the Peruvian Amazon and the feasibility of its regulation through forest policy reform. *Forest Policy and Economics*, 87(November 2017), 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2017.11.004>
- Talukdar, B., Kalita, H. K., Baishya, R. A., Basumatary, S., & Sarma, D. (2016). Evaluation of genetic toxicity caused by acid mine drainage of coal mines on fish fauna of Simsang River, Garohills, Meghalaya, India. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 131, 65–71.

<https://doi.org/10.1016/J.ECOENV.2016.05.011>

Teves, B. M. (2016). *Estudio fisicoquímico de la calidad del agua del río Cagra, región Lima. Pontificia Universidad catolica del Peru*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ. Retrieved from <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6797>

Vidal, B., Hedström, A., & Herrmann, I. (2018). Phosphorus reduction in filters for on-site wastewater treatment. *Journal of Water Process Engineering*, 22(December 2017), 210–217. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2018.02.005>