

**USO DEL RESIDUO DE FIQUE (*Furcraea sp.*) COMO AYUDANTE DE
COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN EN AGUAS NATURALES CON BAJA
TURBIEDAD Y ALTO COLOR**

**STEPHANI ROSAS CALAMBÁS
PABLO DANIEL DIAZ MERA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL
POPAYÁN
2016**

**USO DEL RESIDUO DE FIQUE (*Furcraea sp.*) COMO AYUDANTE DE
COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN EN AGUAS NATURALES CON BAJA
TURBIEDAD Y ALTO COLOR**

**STEPHANI ROSAS CALAMBÁS
PABLO DANIEL DIAZ MERA**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
AMBIENTAL**

Director

Ph.D. JAVIER ERNESTO FERNÁNDEZ MERA

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
POPAYÁN
2016**

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Fabio Antonio Cabezas Fajardo

Julio Cesar Gil Solano

Popayán, 3 de Noviembre del 2016

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A E.S.P por el apoyo logístico y técnico brindado.

Al Doctor William Antonio Lozano Rivas, por sus valiosas, oportunas, y generosas asesorías.

Al Señor Evelio Campo, propietario de la Finca El Oasis, quien nos permitió recolectar el Jugo de Fique en sus predios, y a la vital colaboración del Señor Manuel Quilindo en esta labor.

Y a nuestro director, Doctor Javier Ernesto Fernández Mera, por su constante apoyo, guía y comprensión durante este proceso.

1. Contenido

2.	INTRODUCCIÓN	11
3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
4.	JUSTIFICACIÓN	14
5.	OBJETIVOS	16
5.1	OBJETIVO GENERAL	16
5.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS	16
6.	MARCO TEORICO	17
7.	METODOLOGÍA	19
7.1	ETAPA PRELIMINAR – EXTRACCIÓN Y FERMENTACIÓN DEL JUGO DE FIQUE.....	19
7.2	ETAPA 1: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE COAGULACIÓN.....	22
7.3	ETAPA 2: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE FLOCULACIÓN.....	23
7.4	ETAPA 3: ESTUDIOS DE SEDIMENTABILIDAD	23
7.5	PARÁMETROS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	23
7.6	ANÁLISIS DE DATOS.....	24
8.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
8.1	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA ETAPA 1: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE COAGULACIÓN.....	25
8.2	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA ETAPA 2: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE FLOCULACIÓN.....	29
8.3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA ETAPA 3: ESTUDIOS DE SEDIMENTABILIDAD.....	33
9.	CONCLUSIONES	36
10.	RECOMENDACIONES	37
11.	BIBLIOGRAFÍA.....	38

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. PARÁMETROS ÓPTIMOS DE TRATABILIDAD ENCONTRADOS EN ESTUDIO PREVIO (MUÑOZ & VALENCIA, 2013).....	22
TABLA 2. PARÁMETROS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.....	24
TABLA 3. RESUMEN DE LAS DOSIS ÓPTIMAS DETERMINADAS DE SULFATO DE ALUMINIO ($AL_2(SO_4)_3$) Y EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE COAGULACIÓN PARA CADA CALIDAD DE AGUA ESTUDIADA (ANEXO A Y B).....	25
TABLA 4. RESUMEN DE LAS DOSIS ÓPTIMAS DETERMINADAS DE SULFATO DE ALUMINIO ($AL_2(SO_4)_3$) Y EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE COAGULACIÓN PARA CADA CALIDAD DE AGUA ESTUDIADA. (ANEXO A Y E).....	29

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. OBTENCIÓN DE LA FIBRA DE FIQUE Y BAGAZO COMO RESIDUO DEL PROCESO, POR MEDIO DE UNA MAQUINA DESFIBRADORA.....	20
FIGURA 2. EXTRACCIÓN DEL JUGO DE FIQUE A PARTIR DEL BAGAZO DEL MISMO.	21
FIGURA 3. FILTRACIÓN DEL JUGO DE FIQUE UTILIZANDO OCHO (8) CAPAS DE GASA QUIRÚRGICA.....	21
FIGURA 4. FERMENTACIÓN DEL JUGO DE FIQUE FILTRADO EN EMBUDO DE SEPARACIÓN (DÍA 0).....	21
FIGURA 5. FERMENTACIÓN DEL JUGO DE FIQUE FILTRADO EN EMBUDO DE SEPARACIÓN (DÍA 2).....	21
FIGURA 6. RESULTADOS COMPARATIVOS ENTRE LOS VALORES DE TURBIEDAD OBTENIDOS HACIENDO USO DEL SULFATO DE ALUMINIO ($Al_2(SO_4)_3$) Y AL ADICIONAR EL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE COAGULACIÓN.	26
FIGURA 7. RESULTADOS COMPARATIVOS ENTRE LOS VALORES DE COLOR OBTENIDOS HACIENDO USO DEL SULFATO DE ALUMINIO ($Al_2(SO_4)_3$) Y AL ADICIONAR EL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE COAGULACIÓN.	27
FIGURA 8. RESULTADOS COMPARATIVOS ENTRE LOS VALORES DE ABSORBANCIA A 254 NM OBTENIDOS HACIENDO USO DEL SULFATO DE ALUMINIO ($Al_2(SO_4)_3$) Y AL ADICIONAR EL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE COAGULACIÓN.....	28
FIGURA 9. RESULTADOS COMPARATIVOS ENTRE LOS VALORES DE TURBIEDAD OBTENIDOS HACIENDO USO DEL SULFATO DE ALUMINIO ($Al_2(SO_4)_3$) Y AL ADICIONAR EL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE FLOCULACIÓN.	30
FIGURA 10. RESULTADOS COMPARATIVOS ENTRE LOS VALORES DE COLOR OBTENIDOS HACIENDO USO DEL SULFATO DE ALUMINIO ($Al_2(SO_4)_3$) Y AL ADICIONAR EL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE FLOCULACIÓN.	31
FIGURA 11 . RESULTADOS COMPARATIVOS ENTRE LOS VALORES DE ABSORBANCIA A 254 NM OBTENIDOS HACIENDO USO DEL SULFATO DE ALUMINIO ($Al_2(SO_4)_3$) Y AL ADICIONAR EL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE FLOCULACIÓN.....	32
FIGURA 12. COMPARACIÓN ENTRE CURVAS DE SEDIMENTABILIDAD OBTENIDAS AL USAR EL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN, Y CURVA CONTROL SIN EL EXTRACTO. PRIMERA SERIE.....	33

FIGURA 13. COMPARACIÓN ENTRE CURVAS DE SEDIMENTABILIDAD OBTENIDAS AL USAR EL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN, Y CURVA CONTROL SIN EL EXTRACTO. SEGUNDA SERIE.....	33
FIGURA 14. COMPARACIÓN ENTRE CURVAS DE SEDIMENTABILIDAD OBTENIDAS AL USAR EL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN, Y CURVA CONTROL SIN EL EXTRACTO. TERCERA SERIE.	34
FIGURA 15. COMPARACIÓN ENTRE CURVAS DE SEDIMENTABILIDAD OBTENIDAS AL USAR EL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN, Y CURVA CONTROL SIN EL EXTRACTO. CUARTA SERIE.....	34
FIGURA 16. COMPARACIÓN ENTRE CURVAS DE SEDIMENTABILIDAD OBTENIDAS AL USAR EL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN, Y CURVA CONTROL SIN EL EXTRACTO. QUINTA SERIE.....	34
FIGURA 17. COMPARACIÓN ENTRE CURVAS DE SEDIMENTABILIDAD OBTENIDAS AL USAR EL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN, Y CURVA CONTROL SIN EL EXTRACTO. SEXTA SERIE.	34
FIGURA 18. COMPARACIÓN ENTRE CURVAS DE SEDIMENTABILIDAD OBTENIDAS AL USAR EL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN, Y CURVA CONTROL SIN EL EXTRACTO. SÉPTIMA SERIE.....	34
FIGURA 19. COMPARACIÓN ENTRE CURVAS DE SEDIMENTABILIDAD OBTENIDAS AL USAR EL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN, Y CURVA CONTROL SIN EL EXTRACTO. OCTAVA SERIE.....	34
FIGURA 20. COMPARACIÓN ENTRE CURVAS DE SEDIMENTABILIDAD OBTENIDAS AL USAR EL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN, Y CURVA CONTROL SIN EL EXTRACTO. NOVENA SERIE.	35
FIGURA 21. COMPARACIÓN ENTRE CURVAS DE SEDIMENTABILIDAD OBTENIDAS AL USAR EL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN, Y CURVA CONTROL SIN EL EXTRACTO. DECIMA SERIE.	35

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO PARA CADA SERIE	41
ANEXO B. RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA DEL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE COAGULACIÓN.....	46
ANEXO C. RESULTADOS DE LA COMPARACIÓN DEL EFECTO DEL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE COAGULACIÓN.....	50
ANEXO D. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL USO DEL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE COAGULACIÓN.....	54
ANEXO E. RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA DEL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE FLOCULACIÓN.....	57
ANEXO F. RESULTADOS DE LA COMPARACIÓN DEL EFECTO DEL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE FLOCULACIÓN.....	61
ANEXO G. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL USO DEL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE FLOCULACIÓN.....	65
ANEXO H. <i>RESULTADOS DE LAS CURVAS DE SEDIMENTABILIDAD PARA CADA SERIE.....</i>	69
ANEXO I. COMPARACIÓN ESTADÍSTICA ENTRE CURVAS DE SEDIMENTABILIDAD.....	84

LISTA DE SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

mg/L	Miligramo por litro
nm	Nanómetro
p/v	Porcentaje peso/volumen
UNT	Unidades Nefelométricas de Turbiedad
UPC	Unidades Platino-Cobalto
v/v	Porcentaje volumen/volumen

2. INTRODUCCIÓN

Durante el proceso de potabilización de aguas con alto contenido de color y baja turbiedad, los flóculos producidos en las plantas de tratamiento no tienen el suficiente peso como para producir una sedimentación eficiente. Se ha demostrado como aguas con estas características resultan más difíciles y costosas de tratar. Para solventar el problema, se puede hacer uso de ayudantes de coagulación o floculación que mejoren las eficiencias del coagulante primario utilizado.

El extracto de Fique (*Furcraea sp.*) ha sido evaluado como ayudante de coagulación en el tratamiento de aguas residuales, como efluentes de pastelerías, industria textil y lixiviados, obteniendo en todos los casos una remoción de turbiedad mayor a la presentada usando solo el coagulante químico. Además, el extracto de Fique fue evaluado como ayudante de coagulación en el proceso de potabilización, utilizando aguas sintéticas, es decir preparadas en laboratorio, con bajo contenido de turbiedad y alto color, encontrando una disminución significativa en los valores de turbiedad.

Este documento presenta la evaluación del extracto de fique como ayudante de coagulación y floculación en el tratamiento de agua potable, en aguas naturales con altos niveles de color y baja turbiedad, provenientes del Rio Palacé, que abastece la planta de tratamiento de agua potable Palacé, localizada en el Departamento del Cauca, Colombia.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El acceso al agua limpia y segura es un derecho esencial para gozar plenamente de la vida, por ello, debe realizarse el máximo esfuerzo para lograr que la inocuidad del agua de consumo sea la mayor posible (United Nations, 2010; Organización Mundial de la Salud, 2006). Sin embargo, en el mundo se estima que anualmente mueren 1,8 millones de personas debido a enfermedades diarreicas, de las cuales aproximadamente el 88% son producto de un abastecimiento de agua insalubre. (Organización Mundial de la Salud, 2004)

En Colombia, según el Informe Nacional de la Calidad del Agua para Consumo Humano, en el año 2013, el 56,8% de la población ingirió agua con algún nivel de riesgo (no apta para consumo), basándose en el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano- IRCA.(Ministerio de Salud y Protección Social, 2013; Ministerio de Ambiente, 2007)

En el Cauca, el promedio del IRCA departamental fue de 31,73%, indicando un nivel de riesgo medio, es decir, el agua no es apta para el consumo humano, y se establece que la entidad prestadora del servicio debe realizar una gestión directa para disminuir dicho índice. Además, en este informe preocupa especialmente que el 25% de la población Caucana consumió agua inviable sanitariamente, encontrándose en este grupo la Ciudad Capital Popayán, aunque se aclara que esto puede deberse a la poca cantidad de datos suministrados al “Sistema de Información de la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano”-SIVICAP (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013), evidenciando el incumplimiento por parte de las Autoridades Sanitarias de sus responsabilidades de inspección, vigilancia y control en el municipio (Ministerio de la Protección Social, 2007)

La escogencia de un tratamiento adecuado de potabilización, que genere agua para consumo humano sin riesgo, depende de la calidad de la fuente de abastecimiento (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010). En el caso de la Ciudad de Popayán, la planta de tratamiento de agua potable “Palace”, que surte la zona norte de la ciudad, capta agua del Rio Palace, el cual contiene altos niveles de color y baja turbiedad, lo que origina flóculos livianos y se dificulta su precipitación causando bajas eficiencias de remoción. Para solventar el problema, se puede disminuir el caudal a tratar por la planta, aumentar la dosis de coagulante (Arboleda Valencia, 2000) o hacer uso de ayudantes de coagulación o floculación que optimicen el proceso. Sin embargo, las últimas dos opciones implican costos elevados. La planta de “Palace” fue diseñada para tratar un caudal de 250 L/s con una proyección a mediano plazo de 500 L/s (Oficina de Prensa y Comunicaciones, 2011), actualmente solo trata un caudal del orden de 200 L/s

para lograr mantener la eficiencia, y haciendo uso de coagulantes de alto peso molecular que faciliten la sedimentación de los flóculos, con lo cual se incrementan los costos de producción de agua.

En la búsqueda de alternativas de bajo costo que solucionen problemas actuales de las plantas de tratamiento de agua potable en el País, particularmente la que se presenta en la planta Palace, se busca probar el uso del residuo de Fique (*Furcraea sp.*) como ayudante de coagulación o floculación en aguas naturales, con altos niveles de color y baja turbiedad teniendo como referencia un estudio previo en aguas sintéticas con baja turbiedad (< 7,2 UNT) y color (<22,3 UPC) donde se obtuvo un aumento en la calidad del agua tratada cuando el residuo de lavado del Fique fue usado como ayudante de coagulación. (MAHIRA FUYER & CAMILO MORENO, 2014).

4. JUSTIFICACIÓN

El uso de polímeros como ayudantes de Coagulación o Floculación en una planta de tratamiento convencional, trae consigo ventajas en el proceso, como lo son la mejora en la calidad del agua sedimentada y filtrada (al formar flóculos de mayor peso y densidad), la reducción en el consumo de coagulante primario, y el aumento en la duración de carrera de filtración (Campos & Di Bernardo, 1991). Estos polímeros se pueden clasificar según su origen, en polímeros sintéticos y naturales. Los sintéticos son compuestos de tipo orgánico, obtenidos por vía química a partir de derivados del carbón y del petróleo. Y los naturales son generados por reacciones bioquímicas, ya sea en plantas o animales, y pueden ser proteínas, carbohidratos o polisacáridos.(Arboleda Valencia, 2000). El uso de polímeros sintéticos presenta algunas desventajas como la baja biodegradabilidad en el suelo y el agua, y sus costos elevados (Sableviciene et al., 2005), por otra parte, los polímeros naturales son de bajo costo, su grado de toxicidad es bajo y tienen buena biodegradabilidad (Arboleda Valencia 2000; Sableviciene et al. 2005).

El jugo del Fique (*Furcraea sp.*), obtenido después del proceso de desfibrado, está constituido de manera porcentual en 85% de humedad, 6% Celulosa, 8% de parte orgánica (Sacarosa, proteínas, nitrógeno, saponinas y sapogeninas) y 1% de minerales (Ministerio de Ambiente & (CADEFIQUE), 2006), características que permiten suponer su potencialidad para ser usado como polímero natural en las plantas de tratamiento de agua potable-PTAP, específicamente en el Departamento del Cauca, que según el Plan Estratégico Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación del Cauca- PEDECTI, requiere en los próximos 10 años, la realización de esfuerzos prioritarios para la eco-innovación, es decir, para desarrollar nuevas ideas, comportamientos, productos y procesos que contribuyan a la reducción de cargas ambientales o a los objetivos de sostenibilidad ecológica, en varias líneas de acción, como lo son la línea de calidad de agua para sus habitantes y el desarrollo y aplicación de tecnologías limpias en todos los sectores productivos (Gobernación del Cauca & Departamento Administrativo de Ciencia, 2012).

Por lo tanto, el presente proyecto de investigación contribuirá al desarrollo de las metas planteadas en el PEDECTI-Cauca, pues busca evaluar si el residuo de fique puede ser usado como ayudante de coagulación o floculación, con el fin de mejorar la calidad de agua efluente de las PTAP, contribuyendo a la disminución del Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano en el departamento, y al mismo tiempo, aportará a la solución del problema ambiental actual que genera el Sub Sector Fiquero, debido a que el lavado de la cabuya del fique (*Furcraea sp.*) generalmente se realiza en quebradas o ríos, depositando altas cargas contaminantes a las fuentes superficiales. Además, se debe tener en cuenta que el departamento del Cauca hace parte de los

mayores productores de este material (Ministerio de Ambiente & (CADEFIQUE), 2006), por esto, el impacto generado por el residuo de Fique en las aguas superficiales de la región es aún mayor.

Por otra parte, el uso del residuo de fique como ayudante de Coagulación o Floculación, como se describió anteriormente, podría disminuir la dosis del coagulante primario, que en el caso de estudio es el Sulfato de Aluminio, mejorar las velocidades de sedimentación y disminuir las carreras de filtración, lo que daría cumplimiento a las directrices de la Organización Mundial de la Salud, la cual plantea que se debe buscar la optimización del proceso de coagulación para reducir al máximo los niveles de aluminio en el agua tratada, considerando los posibles problemas de salud relacionados con éste, específicamente su neurotoxicidad, que se relaciona con el desarrollo de enfermedades como el Alzheimer (World Health Organization, 1998), pues se ha determinado que a mayor concentración de Aluminio en el agua potable, existe un mayor riesgo de desarrollar esta enfermedad (McLachlan et al. 1996; Martyn et al. 1989; Flaten 1990; Rondeau et al. 2000).

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la efectividad del extracto de Fique como ayudante de Coagulación y Floculación en aguas naturales con altos niveles de color y baja turbiedad durante el proceso de potabilización.

5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar comparativamente el comportamiento del extracto de Fique como ayudante de coagulación en aguas naturales con bajo nivel de turbiedad y altos niveles de color.
- Evaluar comparativamente el comportamiento del extracto de Fique como ayudante de floculación en aguas naturales con bajo nivel de turbiedad y altos niveles de color.

6. MARCO TEORICO

En el tratamiento del agua potable, la fase de coagulación es aquella donde se desestabilizan las partículas presentes en el agua, y la floculación se refiere a la unión de las partículas ya desestabilizadas, formando agregados de mayor tamaño llamados flóculos, lo anterior se hace posible al hacer uso de coagulantes, que pueden clasificarse en coagulantes metálicos y polielectrolitos o también llamados polímeros (Bratby, 1980). Estos últimos a su vez pueden ser de origen sintético o natural (Campos & Di Bernardo, 1991).

Los coagulantes metálicos incluyen sales como los sulfatos y cloruros que contienen iones metálicos de Al^{3+} y Fe^{3+} , como el Sulfato de Aluminio, Cloruro Férrico y Sulfato Férrico. Por otra parte, en el tratamiento del agua, los polímeros pueden ser usados como coagulantes primarios o floculantes (ayudantes de coagulación) (Letterman, 1999), siendo esta última la forma más usada en el tratamiento del agua potable, ya que el uso de un polímero adecuado, aumenta la densidad de los flóculos formados previamente por el coagulante primario, aumentando la velocidad de sedimentación y disminuyendo la dosis de coagulante primario requerida (Bolt, 1995) .

En cuanto a la clasificación de los polímeros según su origen, los polímeros sintéticos, como los derivados de Poliacrilamida y la Imina de Polietileno, tienen un mayor costo que los coagulantes metálicos, por lo general no son fácilmente degradables, y se han encontrado efectos adversos para la salud humana en algunos de ellos, como es el caso de la Acrilamida, la cual fue catalogada como probablemente carcinogénica para humanos (Kawamura 1991; World Health Organization 2002). Los polímeros naturales por su parte son biodegradables, seguros para la salud , y de bajo costo (Kawamura 1991; Letterman 1999).

El uso de polímeros naturales como ayudantes de coagulación es una solución segura y de bajo costo cuando los flóculos producidos en una planta de tratamiento no tienen el suficiente peso como para producir una sedimentación eficiente, como es caso del tratamiento de aguas con alto contenido de color pero baja turbiedad, ya que se ha demostrado que aguas con estas características resultan más difíciles y costosas de tratar, debido a que la presencia de turbiedad incrementa el número de partículas y la frecuencia en las colisiones, así que la ausencia de ella genera flóculos menos densos y en consecuencia disminuye la eficiencia en la floculación , requiriendo mayores dosis de coagulantes (aumentando los costos de tratamiento) o el uso de ayudantes de coagulación (Edwards and Amirtharajah 1985; Letterman 1999).

Actualmente, el polímero natural más investigado y con más potencial en tratamiento del agua potable y residual son las semillas de *Moringa oleífera* (Oladoja, 2015). Estudios realizados han evidenciado una eficiencia en la remoción de la turbiedad similar a la obtenida con el Sulfato de Aluminio tanto en aguas con alta turbiedad (Ndabigengesere et al., 1995; Narasiah & Ndabigengesere, 1998) como en aguas con baja turbiedad (entre 23 y 90 UNT) (Lédo et al., 2009; Muyibi & Okuofu, 1995).

Por otra parte, el extracto de hojas de Fique (*Furcraea sp.*) ha sido evaluado como ayudante de coagulación en el tratamiento de aguas residuales, como efluentes de pastelerías, industria textil y lixiviados, obteniendo en todos los casos una remoción de turbiedad mayor a la presentada usando solo el coagulante químico, Cloruro Férrico (Lozano Rivas, 2011; Lozano-Rivas et al., 2016; Lozano Rivas, 2012). Además, se ha determinado que el extracto de Fique (*Furcraea sp.*) como ayudante de coagulación mejora la remoción de turbiedad en el proceso de potabilización al usar aguas sintéticas con niveles bajos de turbiedad (7,2 UNT) (MAHIRA FUYER & CAMILO MORENO, 2014).

El jugo del Fique (*Furcraea sp.*), contiene entre otros compuestos orgánicos, saponinas.(Ministerio de Ambiente & (CADEFIQUE), 2006). Las saponinas son glucósidos de alto peso molecular compuestas por las sapogeninas o geninas, que son la parte no sacárida, unidas a su vez a cadenas de azúcar. Su carácter anfifílico, es decir, la presencia de una parte liposoluble correspondiente a las geninas, y otra parte hidrosoluble correspondiente a las cadenas de azúcar les confieren propiedades físicas como la formación de micelas, y su comportamiento como agentes emulsificantes, (Hostettmann & Marston, 1995; Güçlü-Ustündağ & Mazza, 2007) características que pueden explicar su comportamiento como ayudante de coagulación.

7. METODOLOGÍA

Este estudio se realizó a escala de laboratorio mediante pruebas de jarras, utilizando aguas naturales con alto contenido de color y baja turbiedad. El agua objeto de estudio fue tomada del Río Palacé, el cual abastece la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), “Palace”, que presenta una turbiedad media de 17,85 UNT y color natural medio de 51,52 UPC (Muñoz & Valencia, 2013).

Para determinar el uso del extracto de Fique como ayudante de coagulación y floculación en aguas naturales durante el proceso de potabilización, se trabajó por series. Cada serie corresponde a una calidad de agua específica, con la cual se desarrollan las etapas 1,2 y 3 que corresponden a la evaluación del comportamiento del extracto de fique como ayudante de coagulación, floculación, y los estudios de sedimentabilidad, respectivamente. En el estudio se llevaron a cabo diez series.

El coagulante primario utilizado en este estudio fue el Sulfato de Aluminio granulado Tipo A, el cual fue diluido al 1% p/v. Al iniciar cada serie, se determina la dosis óptima del coagulante primario específica para la calidad de agua a tratar. Esto se realiza debido a que, al trabajar con aguas naturales, la variabilidad de su calidad es muy alta, lo que hace cambiar constantemente la dosis óptima del coagulante.

Posteriormente, se inicia la etapa 1, determinando la dosis óptima del extracto de Fique como ayudante de coagulación, y se realiza la comparación entre el efecto del coagulante químico Sulfato de Aluminio y el extracto de Fique. Luego, en la etapa 2, se determina la dosis óptima del extracto de Fique como ayudante de floculación, y se realiza la comparación entre el efecto del coagulante químico Sulfato de Aluminio y el extracto de Fique como ayudante de floculación. Finalmente, en la etapa 3, se realizan curvas de sedimentabilidad para el Fique como ayudante de coagulación y floculación con las dosis óptimas anteriormente determinadas para cada caso, y además, se realiza una curva de sedimentabilidad de control usando solo el coagulante químico sulfato de aluminio, para así realizar la comparación entre las curvas de sedimentabilidad obtenidas y de esta manera, determinar cómo el extracto de Fique afecta la velocidad de sedimentación en el agua tratada.

7.1 ETAPA PRELIMINAR – EXTRACCIÓN Y FERMENTACIÓN DEL JUGO DE FIQUE

El jugo de Fique se obtuvo directamente del productor de fibra de Fique, ubicado en la Finca el Oasis, vereda las Guacas, en el municipio de Popayán, el cual por medio de una

maquina desfibadora obtiene las fibras de Fique (Figura 1), y como residuo del proceso se genera el bagazo de Fique, del cual el 70% corresponde a jugo de Fique (Ministerio de Ambiente & (CADEFIQUE), 2006) ; éste último fue extraído haciendo uso de un cernidor (Figura 2). Posteriormente, el jugo de Fique fue filtrado utilizando ocho capas de gasa quirúrgica (Figura 3). Luego, fue fermentado de manera natural por medio de un embudo de separación durante dos (2) días a temperatura controlada de 37 °C (Figura 4) (Figura 5). La fermentación del jugo de Fique se realizó con el objetivo de generar una separación en dos fases, la parte superior o sobrenadante de color amarillo, corresponde al agua y ácidos grasos, y el decantado concentra los glucósidos anfífilos representados en las geninas, este último fue extraído y usado como ayudante de coagulación y floculación, en solución al 1% v/v. Por otra parte, la fermentación reduce en más del 80% la demanda química de oxígeno del jugo de Fique, reduciendo de manera significativa su poder contaminante. (Lozano Rivas, 2015; Lozano-Rivas et al., 2016).



Figura 1. Obtención de la fibra de Fique y bagazo como residuo del proceso, por medio de una maquina desfibadora.



Figura 2. Extracción del jugo de Fique a partir del bagazo del mismo.



Figura 3. Filtración del jugo de Fique utilizando ocho (8) capas de gasa quirúrgica.



Figura 4. Fermentación del jugo de Fique filtrado en embudo de separación (Día 0)



Figura 5. Fermentación del jugo de Fique filtrado en embudo de separación (Día 2)

7.2 ETAPA 1: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE COAGULACIÓN

Se trabajó con los parámetros óptimos determinados en el estudio previo de tratabilidad para la fuente de abastecimiento de la planta de tratamiento Palace (Tabla 1) (Muñoz & Valencia, 2013), excepto la dosis óptima del coagulante sulfato de aluminio tipo A que fue determinada para la calidad de agua usada en cada serie. Posteriormente, se determinó la dosis óptima del extracto de Fique como ayudante de coagulación; Se usaron dosis de extracto de 5, 10, 20, 30, 40 mg/L, y una jarra de control, en la cual no se utilizó el extracto. Estas dosis fueron aplicadas en simultaneo con el coagulante primario durante la mezcla rápida. De cada jarra se tomó una muestra y se determinó el pH, color y turbiedad.

Luego, se realizó la comparación entre el efecto del coagulante químico Sulfato de Aluminio y el extracto de Fique como ayudante de coagulación, utilizando tres jarras con la dosis óptima del extracto de Fique encontrada y en las tres jarras restantes no se utilizó el extracto. Se tomaron muestras de cada jarra y se realizaron las mediciones de color, turbiedad, pH y adicionalmente, se usó espectrofotometría ultravioleta-visible, UV-Vis, a 254 nm con el fin de determinar si el extracto de Fique aporta materia orgánica de manera significativa en el efluente, ya que su incremento genera problemas en el proceso de desinfección con cloro, pues la materia orgánica puede actuar como precursor de Trihalometanos, de los cuales algunos de ellos han sido catalogados como posiblemente carcinogénicos en humanos (Matilainen et al., 2011; Choy et al., 2014; World Health Organization, 2004).

Tabla 1. *Parámetros óptimos de tratabilidad encontrados en estudio previo (Muñoz & Valencia, 2013).*

PARÁMETRO	VALOR ÓPTIMO
pH óptimo	8,5
Tiempo mezcla rápida	10 s
Tiempo óptimo floculación	20 min
Gradiente de mezcla rápida	320 s ⁻¹ o 300 RPM
Gradiente floculación	22 s ⁻¹ ó 30 RPM
Velocidad de sedimentación	0,41 cm/min
Tiempo de sedimentación	25 min

7.3 ETAPA 2: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE FLOCULACIÓN.

Se determinó la dosis óptima del extracto de Fique como ayudante de floculación utilizando los parámetros óptimos (Tabla 1) y la dosis óptima de sulfato de aluminio encontrada en la etapa anterior. Se usaron dosis de extracto de 5, 10, 20, 30, 40 mg/L, y una jarra de control, en la cual no se utilizó el extracto. Estas dosis fueron adicionadas durante la mezcla lenta. De cada jarra se tomó una muestra y se determinó el pH, color y turbiedad. Luego, se realizó la comparación entre el efecto del coagulante químico Sulfato de Aluminio y el extracto de Fique como ayudante de floculación, utilizando tres jarras con la dosis óptima del extracto de Fique encontrada y en las tres jarras restantes no se utilizó el extracto. Se tomaron muestras de cada jarra y se realizaron las mediciones de color, turbiedad, pH y adicionalmente se usó espectrofotometría UV-Vis a 254 nm con el fin de determinar si el extracto de Fique aporta materia orgánica de manera significativa en el efluente.

7.4 ETAPA 3: ESTUDIOS DE SEDIMENTABILIDAD

En esta etapa se realizaron curvas de sedimentabilidad para el extracto de Fique como ayudante de coagulación, floculación, y sin el extracto de Fique. Para este fin se utilizaron las dosis óptimas determinadas en las etapas anteriores para cada caso, y los parámetros óptimos usados en las pruebas anteriores. La toma de muestra se inició a los 5 minutos de sedimentación y se repitieron cada 5 minutos por un intervalo de 60 minutos, realizando mediciones de pH, color y turbiedad. Además, se tomaron las alturas de toma de muestra para así calcular la velocidad de sedimentación y realizar las gráficas correspondientes.

7.5 PARÁMETROS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Las pruebas fueron realizadas utilizando un equipo de pruebas de jarras de seis unidades, marca E&Q, modelo F6-300-T, con vasos cuadrados de la misma marca, con una capacidad de 2 L cada uno.

La calidad del agua será evaluada considerando los parámetros de calidad descritos en la Tabla 2.

Tabla 2. *Parámetros e instrumentos de medición.*

PARÁMETRO	UNIDADES	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
ALCALINIDAD	mg/L	Equipo titulométrico
COLOR	UPC	Colorímetro Hydrochem HCOFC01
ESPECTROFOTOMETRÍA	254 nm	Espectrofotómetro MERCK Spectroquant Pharo 300
pH	Unidades pH	Medidor multiparámetro portátil de pH HACH HQ40d
TURBIEDAD	UNT	Turbidímetro HACH 2100Q

7.6 ANÁLISIS DE DATOS

Los resultados obtenidos fueron analizados por medio de Análisis de varianza (ANOVA) para los datos que presentaron distribución normal y cumplieron con los criterios para aplicación de la prueba, y para aquellos que no, fue aplicada la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Además, el análisis de las curvas de sedimentabilidad fue realizado comparando estadísticamente sus líneas de regresión. Todos los análisis se llevaron a cabo utilizando el Software estadístico STATGRAPHICS Centurion XVII (Statpoint Technologies, Inc.).

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA ETAPA 1: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE COAGULACIÓN.

Se obtuvieron las dosis óptimas del coagulante primario Sulfato de Aluminio para cada serie estudiada, esta dosis fue usada en la realización tanto de la Etapa 1, como en las Etapas 2 y 3, obteniendo como dosis óptima valores entre 40 y 50 mg/L de $Al_2(SO_4)_3$ como lo muestra la Tabla 3. El detalle de los resultados obtenidos se encuentra en el anexo A.

Posteriormente, se determinaron las dosis óptimas del extracto de Fique como ayudante de coagulación correspondiente a cada calidad de agua estudiada. Las dosis óptimas fueron seleccionadas escogiendo los valores de color y turbiedad remanentes más bajos, obteniendo en la mayoría de los casos la mínima dosis de extracto agregada, 5 mg/L, como la óptima (Anexo B) (Tabla 3).

Tabla 3. Resumen de las *dosis óptimas determinadas de Sulfato de Aluminio ($Al_2(SO_4)_3$) y extracto de Fique como ayudante de coagulación para cada calidad de agua estudiada (Anexo A y B).*

Número de prueba	Serie	Características del Agua Cruda				Dosis de $Al_2(SO_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)
		pH	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)	Alcalinidad (mg/L $CaCO_3$)		
1-3	1	8,5	92	11,4	24	50	5
4-6	2	8,5	118	26,2	25	50	5
7-9	3	8,5	118	17,8	25	50	10
10-12	4	8,5	73	6,13	21,4	40	5
13-15	5	8,5	55	4,85	24,4	40	5
16-18	6	8,5	65	5,35	22,4	40	5
19-21	7	8,5	46	4,53	32	40	5
22-24	8	8,5	41	3,87	36	40	5
24-27	9	8,5	54	4,54	29,2	40	5
27-30	10	8,5	62	4,74	23,8	40	5

Para evaluar comparativamente el efecto del extracto de Fique como ayudante de coagulación en el parámetro de turbiedad, se obtuvieron seis datos por serie, tres de

ellos correspondientes al uso del extracto de Fique, y tres datos control haciendo uso exclusivo del coagulante primario $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, obteniendo en total 60 datos, correspondientes a 30 pruebas comparativas (Ver Figura 6).

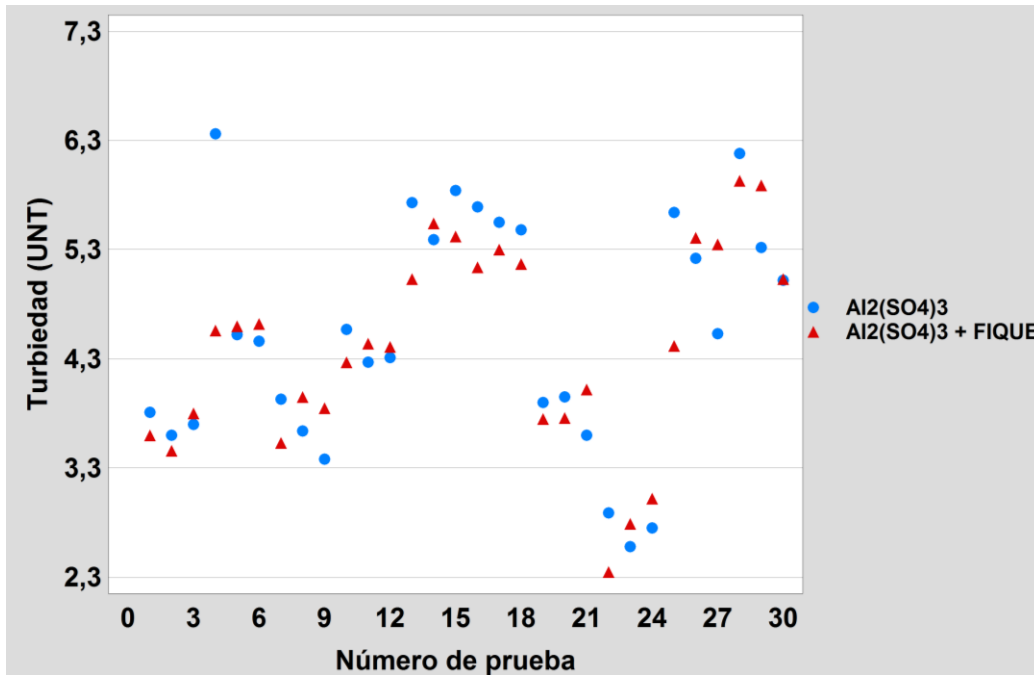


Figura 6. Resultados comparativos entre los valores de turbiedad obtenidos haciendo uso del Sulfato de Aluminio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) y al adicionar el extracto de Fique como ayudante de coagulación.

De igual manera, para evaluar comparativamente el efecto del extracto de Fique como ayudante de coagulación en el parámetro de color, se obtuvieron seis datos por serie, tres de ellos correspondientes al uso del extracto de Fique, y tres datos control haciendo uso exclusivo del coagulante primario $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, obteniendo en total 60 datos, correspondientes a 30 pruebas comparativas (Ver Figura 7).

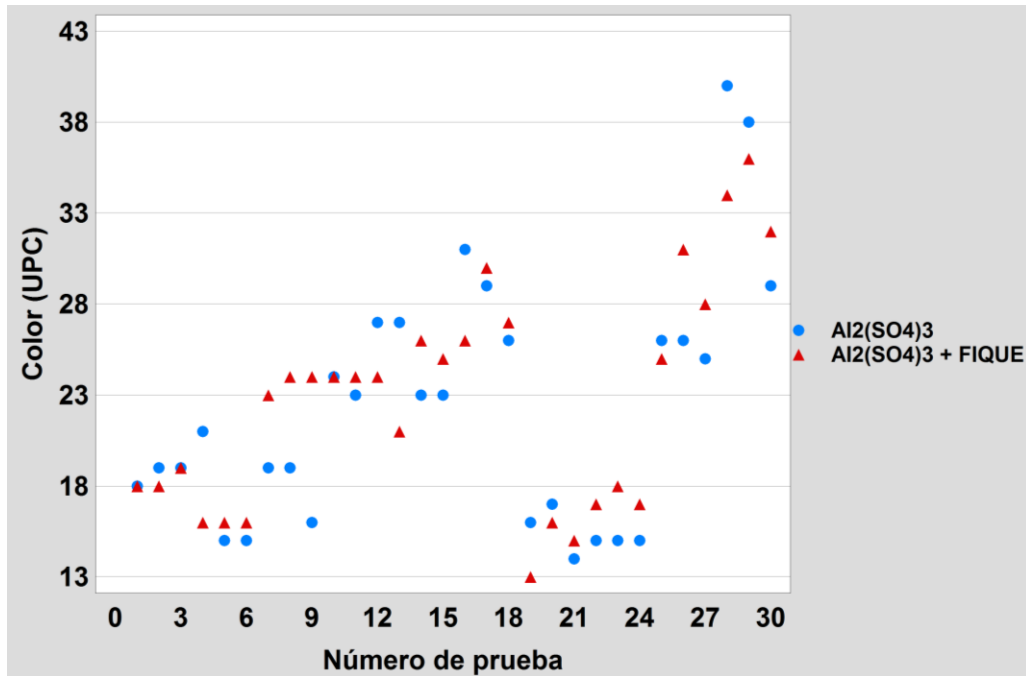


Figura 7. Resultados comparativos entre los valores de color obtenidos haciendo uso del Sulfato de Aluminio ($Al_2(SO_4)_3$) y al adicionar el extracto de Fique como ayudante de coagulación.

Para evaluar comparativamente la variación del contenido de materia orgánica, medida como la absorbancia a 254 nm, usando el extracto de Fique como ayudante de coagulación, se obtuvieron seis datos por serie, tres de ellos correspondientes al uso del extracto de Fique, y tres datos control haciendo uso exclusivo del coagulante primario $Al_2(SO_4)_3$, siendo este parámetro analizado para siete series, obteniendo en total 42 datos, correspondientes a 21 pruebas comparativas (Ver Figura 8).

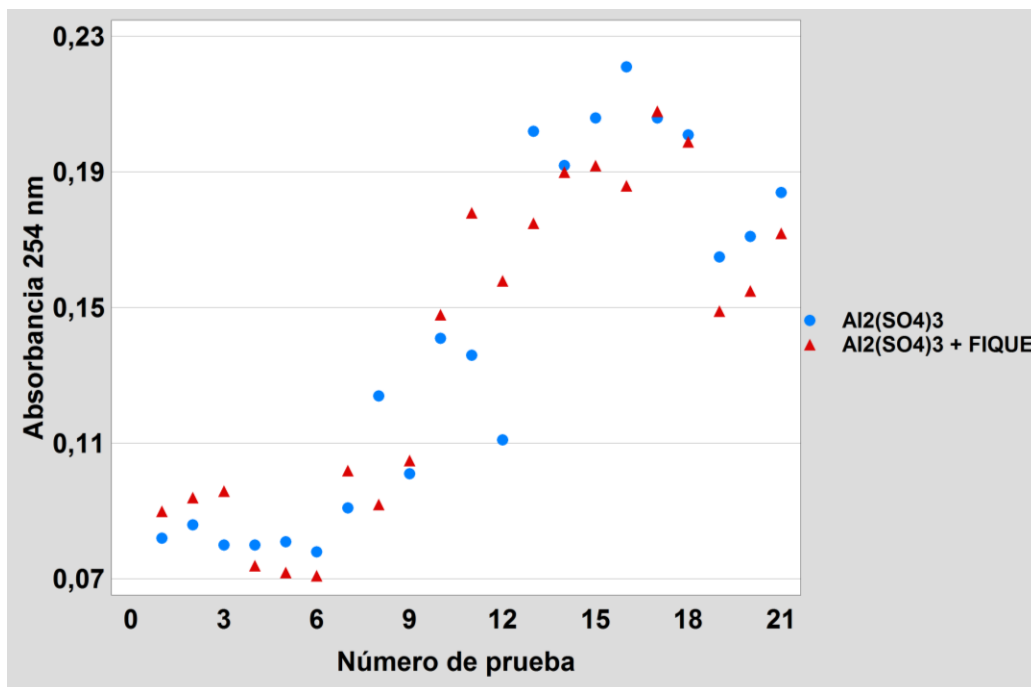


Figura 8. Resultados comparativos entre los valores de absorbancia a 254 nm obtenidos haciendo uso del Sulfato de Aluminio ($Al_2(SO_4)_3$) y al adicionar el extracto de Fique como ayudante de coagulación.

Al comparar estadísticamente el uso del extracto de Fique como ayudante de coagulación en aguas naturales con alto contenido de color y baja turbiedad (Tabla 3) por medio de ANOVA, no se presentan diferencias estadísticamente significativas ($P \geq 0.05$; $P = 0.6575$) en cuanto a los valores de turbiedad, al ser comparados con los valores obtenidos haciendo uso únicamente del coagulante químico primario, Sulfato de aluminio ($Al_2(SO_4)_3$) (Figura 6) (Anexo C) (Anexo D).

Por otra parte, al comparar por medio de la prueba de Kruskal-Wallis, el efecto en los valores de color obtenidos al hacer uso del extracto de Fique como ayudante de coagulación ($Al_2(SO_4)_3 + Fique$) y el uso únicamente del coagulante primario Sulfato de Aluminio, se encontró que no existen diferencias significativas ($P \geq 0.05$; $P=0.6352$) entre los dos tratamientos (Figura 7) (Anexo C) (Anexo D).

Estos resultados no son concordantes con los obtenidos para el tratamiento de aguas residuales de pastelerías, industria textil y lixiviados, haciendo uso del extracto de Fique como ayudante de coagulación, esto puede ser debido a las diferencias en la calidad del agua tratada, puesto que la mínima turbiedad del agua residual analizada fue de 32 UNT para efluentes de tintorería, y los niveles de color mínimos fueron de 740 UPC para el mismo efluente, obteniendo mejoras significativas en la remoción de turbiedad de un 17% y de color de un 24%, (Lozano Rivas, 2011; Lozano-Rivas et al., 2016; Lozano Rivas, 2012), mientras que el agua natural utilizada en este estudio, presentó una turbiedad

entre 3.87 UNT y 26.2 UNT , y en cuanto al color, los valores oscilaron entre 41 y 118 UPC. Lo anterior puede indicar que la efectividad del extracto de Fique como ayudante de coagulación está ligada directamente a la turbiedad inicial del agua a tratar.

En cuanto a la contribución de materia orgánica medida indirectamente como el valor de absorbancia a 254 nm (Figura 8), se obtuvo por medio de ANOVA, que no existe una diferencia estadísticamente significativa ($P \geq 0.05$; $P = 0.9194$) entre los resultados obtenidos con el uso del extracto de Fique como ayudante de coagulación y el uso del coagulante primario ($Al_2(SO_4)_3$) (Anexo C) (Anexo D).

8.2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA ETAPA 2: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE FLOCULACIÓN.

Se determinaron las dosis óptimas del extracto de Fique como ayudante de floculación correspondiente a cada calidad de agua estudiada. Las dosis óptimas fueron seleccionadas escogiendo los valores de color y turbiedad remanentes más bajos, obteniendo en siete de las diez series estudiadas la dosis mínima de extracto agregada que fue de 5 mg/L, y en las tres series restantes, se obtuvo como dosis óptima 40 mg/L, siendo ésta la dosis máxima agregada en el estudio (Ver Tabla 4) (Anexo E).

Tabla 4. Resumen de las *dosis óptimas determinadas de Sulfato de Aluminio ($Al_2(SO_4)_3$) y extracto de Fique como ayudante de coagulación para cada calidad de agua estudiada. (Anexo A y E)*

Número de prueba	Serie	Características del Agua Cruda				Dosis de $Al_2(SO_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)
		pH	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)	Alcalinidad (mg/L $CaCO_3$)		
1-3	1	8,5	92	11,4	24	50	5
4-6	2	8,5	118	26,2	25	50	5
7-9	3	8,5	118	17,8	25	50	5
10-12	4	8,5	73	6,13	21,4	40	5
13-15	5	8,5	55	4,85	24,4	40	40
16-18	6	8,5	65	5,35	22,4	40	40
19-21	7	8,5	46	4,53	32	40	5
22-24	8	8,5	41	3,87	36	40	5
24-27	9	8,5	54	4,54	29,2	40	5
27-30	10	8,5	62	4,74	23,8	40	40

En la evaluación comparativa del efecto del extracto de Fique como ayudante de floculación en el parámetro de turbiedad, se obtuvieron seis datos por serie, tres de ellos correspondientes al uso del extracto de Fique, y tres datos control haciendo uso exclusivo del coagulante primario $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, obteniendo en total 60 datos, correspondientes a 30 pruebas comparativas (Ver Figura 9).

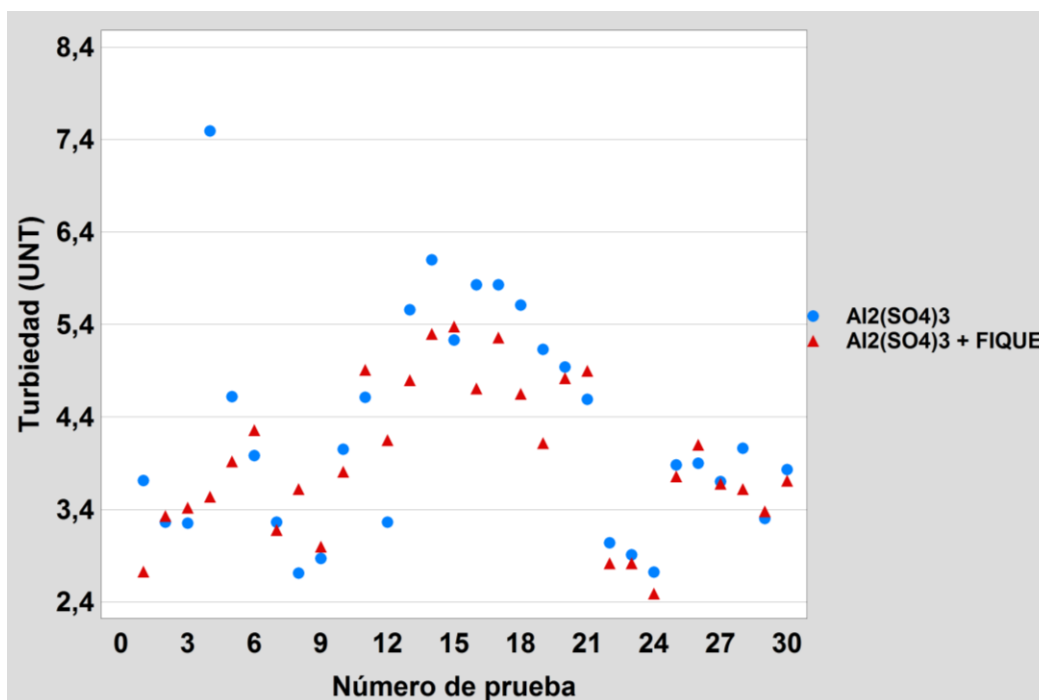


Figura 9. Resultados comparativos entre los valores de turbiedad obtenidos haciendo uso del Sulfato de Aluminio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) y al adicionar el extracto de Fique como ayudante de floculación.

De igual manera, para evaluar comparativamente el efecto del extracto de Fique como ayudante de floculación en el parámetro de color, se obtuvieron seis datos por serie, tres de ellos correspondientes al uso del extracto de Fique, y tres datos control haciendo uso exclusivo del coagulante primario $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, obteniendo en total 60 datos, correspondientes a 30 pruebas comparativas (Ver Figura 10).

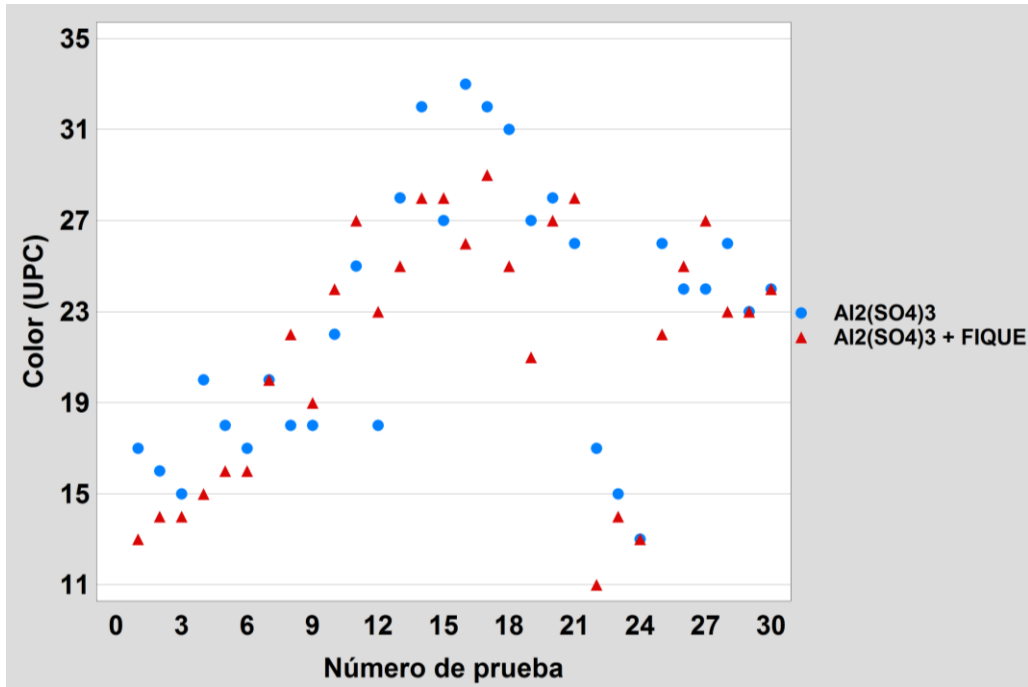


Figura 10. Resultados comparativos entre los valores de color obtenidos haciendo uso del Sulfato de Aluminio ($Al_2(SO_4)_3$) y al adicionar el extracto de Figue como ayudante de floculación.

Por otra parte, para evaluar comparativamente la variación del contenido de materia orgánica usando el extracto de Figue como ayudante de coagulación, se obtuvieron seis datos por serie, tres de ellos correspondientes al uso del extracto de Figue, y tres datos control haciendo uso exclusivo del coagulante primario $Al_2(SO_4)_3$, siendo este parámetro analizado para siete series, obteniendo en total 42 datos, correspondientes a 21 pruebas comparativas (Ver Figura 11).

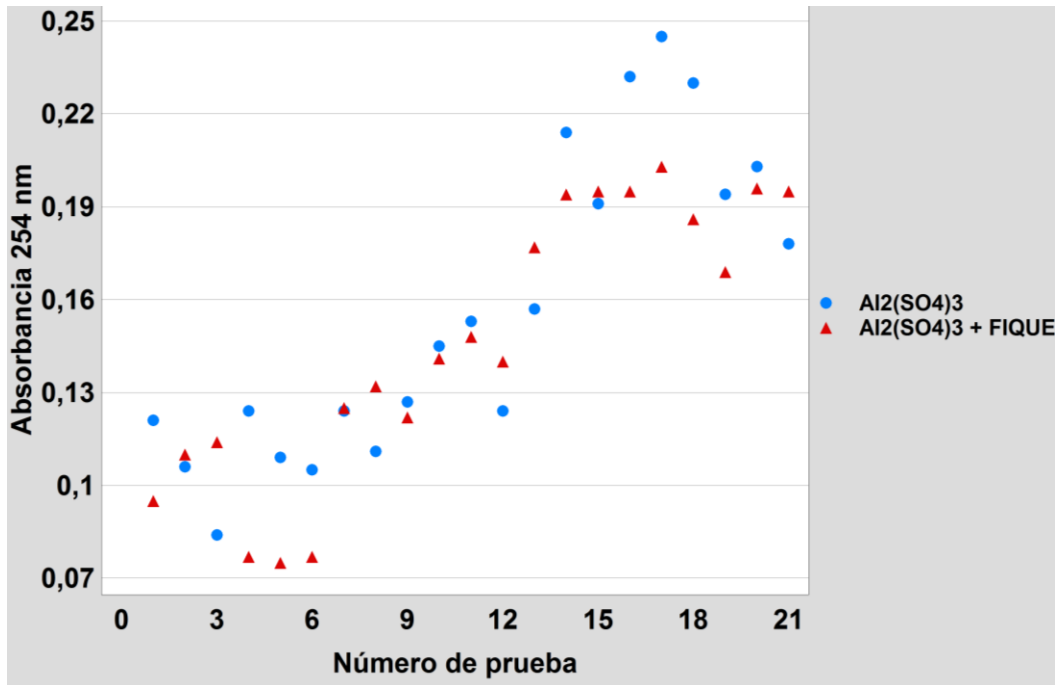


Figura 11 . Resultados comparativos entre los valores de absorbancia a 254 nm obtenidos haciendo uso del Sulfato de Aluminio ($Al_2(SO_4)_3$) y al adicionar el extracto de Figue como ayudante de floculación.

El uso del extracto de Figue como ayudante de floculación en aguas naturales con alto contenido de color y baja turbiedad (Tabla 4), no presenta diferencias estadísticamente significativas ($P \geq 0.05$; $P=0.2572$) en cuanto a los valores de turbiedad, al ser comparados por medio de ANOVA con los valores obtenidos haciendo uso únicamente del coagulante químico primario, Sulfato de aluminio ($Al_2(SO_4)_3$) (Figura 9) (Anexo F) (Anexo G).

Por otra parte, al comparar por medio de ANOVA el efecto en los valores de color obtenidos, al hacer uso del extracto de Figue como ayudante de floculación ($Al_2(SO_4)_3$ + Figue) y el uso únicamente del coagulante primario Sulfato de Aluminio, se encontró que no existen diferencias significativas ($P \geq 0.05$; $P=0.3858$) entre los dos tratamientos (Figura 10) (Anexo F) (Anexo G).

Sin embargo, se determinó que sí existen diferencias significativas ($P < 0.05$; $P=0.0474$) en los valores de color entre el extracto de Figue como ayudante de floculación y el uso únicamente del coagulante químico primario ($Al_2(SO_4)_3$), pero solo en el caso en que el agua cruda tenía una turbiedad mayor a 20 UNT (Anexo F) (Anexo G). A pesar de esto, no se puede afirmar que el extracto de Figue como ayudante de floculación es viable para el tratamiento de aguas con turbiedad mayor a 20 UNT, pues esta calidad de agua solo estuvo presente en la segunda serie estudiada (Tabla 4), por lo tanto, solo se tienen tres datos de color al usar el extracto de Figue como ayudante de floculación, y tres datos

control de color, usando solamente el coagulante primario Sulfato de Aluminio, así que no es una cantidad de datos representativa como para ser considerado un resultado concluyente. Sin embargo, es importante notar que los estudios realizados para aguas con baja turbiedad, evaluando el comportamiento de ayudantes naturales de coagulación y floculación, como es el caso de la *Moringa oleifera*, se han llevado a cabo con valores mínimos de turbiedad de 23 UNT, obteniendo resultados satisfactorios (Muyibi & Okuofu, 1995), y en el presente estudio se trabajó en la mayoría de las series con valores de turbiedad por debajo de 10 UNT.

En cuanto a la contribución de materia orgánica que, medida indirectamente como el valor de absorbancia a 254 nm (Figura 11), se obtuvo por medio de ANOVA que no existe una diferencia estadísticamente significativa ($P \geq 0.05$; $P = 0.4886$) entre los resultados obtenidos con el uso del extracto de Fique como ayudante de floculación y el uso del coagulante primario ($Al_2(SO_4)_3$). (Anexo F) (Anexo G)

8.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA ETAPA 3: ESTUDIOS DE SEDIMENTABILIDAD.

Para evaluar comparativamente el efecto del extracto de Fique en la velocidad de sedimentación de las partículas, se realizaron tres curvas de sedimentabilidad, una haciendo uso del extracto de Fique como ayudante de coagulación, otra como ayudante de floculación, y, por último, una curva control sin el extracto de Fique; Esto fue realizado para cada una de las diez series estudiadas (Ver Figuras 12 a 21).

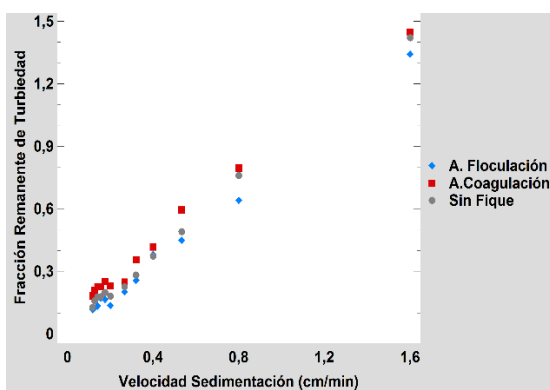


Figura 12. Comparación entre curvas de sedimentabilidad obtenidas al usar el extracto de Fique como Ayudante de coagulación y floculación, y curva control sin el extracto. Primera serie.

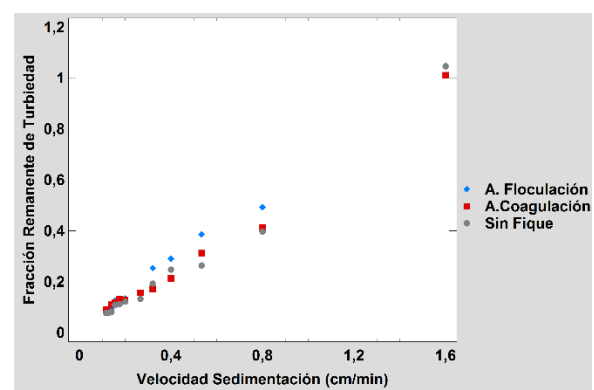


Figura 13. Comparación entre curvas de sedimentabilidad obtenidas al usar el extracto de Fique como Ayudante de coagulación y floculación, y curva control sin el extracto. Segunda serie.

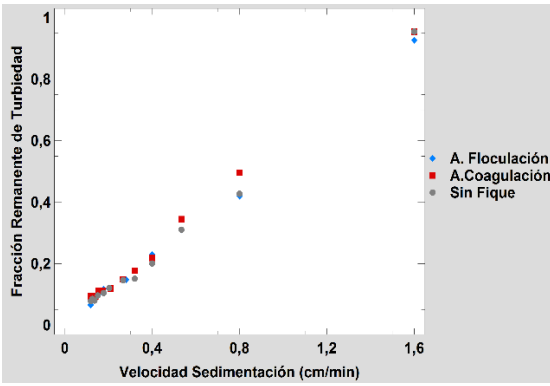


Figura 14. Comparación entre curvas de sedimentabilidad obtenidas al usar el extracto de Fique como Ayudante de coagulación y floculación, y curva control sin el extracto. Tercera serie.

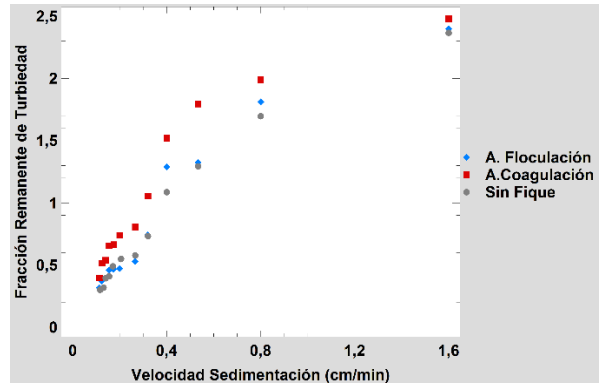


Figura 15. Comparación entre curvas de sedimentabilidad obtenidas al usar el extracto de Fique como Ayudante de coagulación y floculación, y curva control sin el extracto. Cuarta serie.

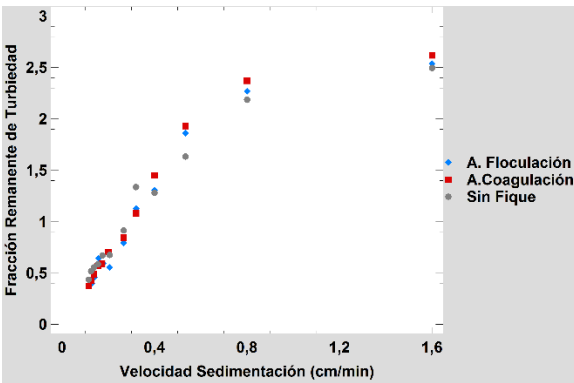


Figura 16. Comparación entre curvas de sedimentabilidad obtenidas al usar el extracto de Fique como Ayudante de coagulación y floculación, y curva control sin el extracto. Quinta serie.

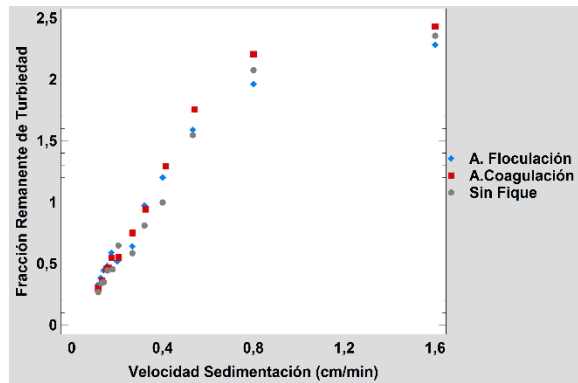


Figura 17. Comparación entre curvas de sedimentabilidad obtenidas al usar el extracto de Fique como Ayudante de coagulación y floculación, y curva control sin el extracto. Sexta serie.

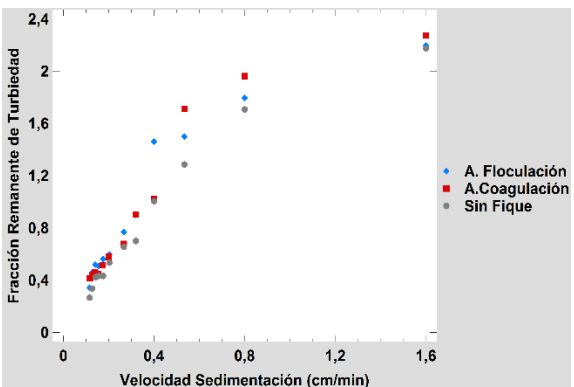


Figura 18. Comparación entre curvas de sedimentabilidad obtenidas al usar el extracto de Fique como Ayudante de coagulación y floculación, y curva control sin el extracto. Séptima serie.

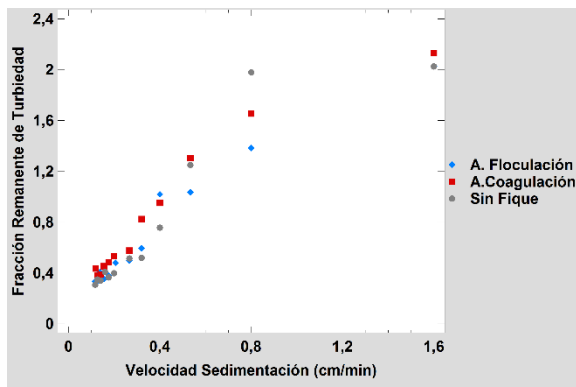


Figura 19. Comparación entre curvas de sedimentabilidad obtenidas al usar el extracto de Fique como Ayudante de coagulación y floculación, y curva control sin el extracto. Octava serie.

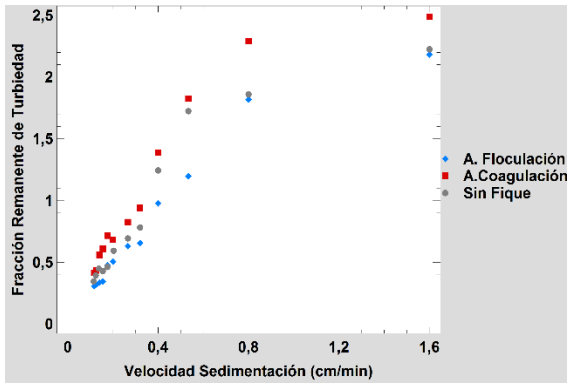


Figura 20. Comparación entre curvas de sedimentabilidad obtenidas al usar el extracto de Fique como Ayudante de coagulación y floculación, y curva control sin el extracto. Novena serie.

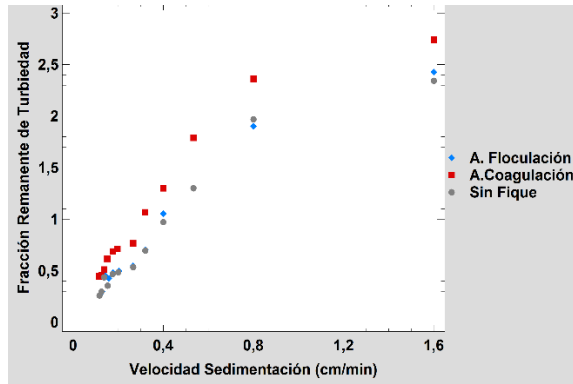


Figura 21. Comparación entre curvas de sedimentabilidad obtenidas al usar el extracto de Fique como Ayudante de coagulación y floculación, y curva control sin el extracto. Decima serie.

Las curvas de sedimentabilidad obtenidas para el uso del extracto de Fique como ayudante de coagulación, ayudante de floculación, y la curva control sin el extracto, presentan un comportamiento logarítmico en todas las series. Además, es observable que por serie, las tres curvas correspondientes a cada tratamiento son bastantes cercanas entre sí (Figuras 12 a 21) (Anexo H), siendo esto concordante con el análisis estadístico comparativo de las líneas de regresión de cada curva, el cual arrojó que no existen diferencias significativas ($P > 0,1$) entre las pendientes (Anexo I), indicando que el uso del extracto de Fique como ayudante de coagulación y floculación, no aumenta la velocidad de sedimentación de las partículas obtenidas con el uso exclusivo del coagulante químico primario, Sulfato de aluminio. Entendiendo por lo anterior, que no existe un aumento considerable en la densidad de los flóculos formados y, por lo tanto, el extracto de Fique no cumple la función de ayudante de coagulación, ni ayudante de floculación para el tratamiento de aguas naturales con alto contenido de color, y baja turbiedad.

9. CONCLUSIONES

- El extracto de Fique no se comporta como ayudante de coagulación en aguas naturales con alto contenido de color y baja turbiedad, ya que no presenta mejoras significativas en los valores finales de color y turbiedad con respecto al uso exclusivo del coagulante primario, Sulfato de Aluminio.
- El extracto de Fique no se comporta como ayudante de floculación en aguas naturales con alto contenido de color y baja turbiedad, ya que no presenta mejoras significativas en los valores finales de color y turbiedad con respecto al uso exclusivo del coagulante primario, Sulfato de Aluminio.
- El extracto de Fique no aporta de manera significativa materia orgánica cuando es usado como ayudante de coagulación y floculación.

10. RECOMENDACIONES

Evaluar el uso del extracto de Figue como ayudante de floculación en aguas naturales con valores de turbiedad mayores a 20 UNT. Teniendo en cuenta el resultado favorable obtenido en este estudio en cuanto a la remoción de color, cuando la calidad del agua cruda presentó un color de 118 UPC y turbiedad de 26.2 UNT.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Arboleda Valencia, J. (2000). *TEORIA Y PRACTICA DE LA PURIFICACION DEL AGUA. Tomo I* (Mc GRAW-H). BOGOTA D.C.
- Bolt, B. A. (1995). SOLUBLE POLYMERS IN WATER PURIFICATION. *Prog.Polym.Sci*, 20, 987–1041.
- Bratby, J. (1980). *COAGULATION and FLOCCULATION, With an Emphasis on Water and Wastewater Treatment*. Uplands Press Ltd.
- Campos, J. R., & Di Bernardo, L. (1991). *USO DE POLÍMEROS NATURALES EN EL TRATAMIENTO DE AGUA PARA ABASTECIMIENTO*. (CINARA. Centro Inter-Regional de Abastecimiento y Remoción de Agua, Ed.). Santiago de Cali.
- Choy, S. Y., Prasad, K. M. N., Wu, T. Y., Raghunandan, M. E., & Ramanan, R. N. (2014). Utilization of plant-based natural coagulants as future alternatives towards sustainable water clarification. *Journal of Environmental Sciences*, 26(11), 2178–2189. JOUR. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.jes.2014.09.024>
- Edwards, G. A., & Amirtharajah, A. (1985). REMOVING COLOR CAUSED BY HUMIC ACIDS. *Journal / American Water Works Association*.
- Flaten, T. P. (1990). Geographical associations between aluminium in drinking water and death rates with dementia (including Alzheimer's disease), Parkinson's disease and amyotrophic lateral sclerosis in Norway. *Environmental Geochemistry and Health*, 12(1), 152–167. JOUR. <http://doi.org/10.1007/BF01734064>
- Gobernación del Cauca, & Departamento Administrativo de Ciencia, T. e I.-C. (2012). PLAN ESTRATÉGICO DEPARTAMENTAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN DEL CAUCA- PEDECTI.
- Güçlü-Ustündağ, O., & Mazza, G. (2007). Saponins: properties, applications and processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47(3), 231–258. <http://doi.org/10.1080/10408390600698197>
- Hostettmann, K., & Marston, A. (1995). *Chemistry and Pharmacology of Natural Products, Saponin*. (C. University, Ed.).
- Kawamura, S. (1991). Effectiveness of Natural Polyelectrolytes in Water Treatment, 1–4.
- Lédo, P. G. S., Lima, R. F. S., & Paulo, J. B. A. (2009). Estudio Comparativo de Sulfato de Aluminio y Semillas de *Moringa oleifera* para la Depuración de Aguas con Baja Turbiedad. *Informacion Tecnologica*, 20(5), 3–13. <http://doi.org/10.1612/inf.tecnol.4096it.08>
- Letterman, R. D. (1999). *WATER QUALITY AND TREATMENT A Handbook of Community Water Supplies* (Fifth). McGraw- Hill.
- Lozano Rivas, W. A. (2011). Uso del extracto de fique (*Furcraea* sp.) como coadyuvante de coagulacion en tratamiento de efluentes de pasteleria. *Produccion + Limpia*, 6(1), 21–34.
- Lozano Rivas, W. A. (2012). Uso del extracto de fique (*Furcraea* sp.) como coadyuvante de coagulacion en tratamiento de lixiviados. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, 28(3), 219–227.
- Lozano Rivas, W. A. (2015). *USO DEL EXTRACTO DE FIQUE (FURCRAEA SP .) COMO COADYUVANTE DE COAGULACIÓN EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES Y COMO DISRUPTOR DEL PROCESO DE NITRIFICACIÓN DE*

- CUERPOS DE AGUA HIPEREUTROFIZADOS*. Universidad Internacional de Andalucía.
- Lozano-Rivas, W. A., Whiting, K. E., Gómez-Lahoz, C., & Rodríguez-Maroto, J. M. (2016). Use of glycosides extracted from the fique (*Furcraea* sp.) in wastewater treatment for textile industry. *Int. J. Environ. Sci. Technol.*, 13(4), 1131–1136. <http://doi.org/10.1007/s13762-016-0953-z>
- MAHIRA FUYER, & CAMILO MORENO. (2014). *EVALUACIÓN DEL EXTRACTO DE FIQUE EN LA POTABILIZACIÓN DE AGUA POR COAGULACIÓN QUÍMICA*. Universidad del Cauca.
- Martyn, C. N., Osmond, C., Edwardson, J. A., Barker, D. J. P., Harris, E. C., & Lacey, R. F. (1989). GEOGRAPHICAL RELATION BETWEEN ALZHEIMER'S DISEASE AND ALUMINIUM IN DRINKING WATER. *The Lancet*, 333(8629), 61–62. JOUR. [http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(89\)91425-6](http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(89)91425-6)
- Matilainen, A., Gjessing, E. T., Lahtinen, T., Hed, L., Bhatnagar, A., & Sillanpää, M. (2011). An overview of the methods used in the characterisation of natural organic matter (NOM) in relation to drinking water treatment. *Chemosphere*, 83(11), 1431–1442. JOUR. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.01.018>
- McLachlan, D. R., Bergeron, C., Smith, J. E., Boomer, D., & Rifat, S. L. (1996). Risk for neuropathologically confirmed Alzheimer's disease and residual aluminum in municipal drinking water employing weighted residential histories. *Neurology*, 46(2), 401–405.
- Ministerio de Ambiente. (2007). *RESOLUCIÓN 2115 de 2007*.
- Ministerio de Ambiente, V. y D. T. (MAVDT); C. P. N. del F., & (CADEFIQUE). (2006). *GUÍA AMBIENTAL DEL SUBSECTOR FIQUERO* (Segunda). Bogotá D.C.
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO: TÍTULO C. SISTEMAS DE POTABILIZACIÓN*. Bogotá D.C.
- Ministerio de la Protección Social. (2007). *DECRETO 1575 DE 2007*.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). *INFORME NACIONAL DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO CON BASE EN EL IRCA*. BOGOTA D.C.
- Muñoz, A., & Valencia, V. (2013). *ESTUDIO DE LOS PARÁMETROS ÓPTIMOS DE TRATABILIDAD PARA LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE LA PLANTA PALACÉ EN EL MUNICIPIO DE POPAYÁN, DEPARTAMENTO DEL CAUCA*. Universidad del Cauca.
- Muyibi, S., & Okuofu, C. A. (1995). Coagulation of low turbidity surface waters with *Moringa oleifera* seeds. *International Journal of Environmental Studies*, 48(3–4), 263–273.
- Narasiah, S., & Ndabigengesere, A. (1998). QUALITY OF WATER TREATED BY COAGULATION USING *Moringa oleifera* SEEDS, 32(3), 781–791.
- Ndabigengesere, A., Narasiah, S., & Talbot, B. (1995). ACTIVE AGENTS AND MECHANISM OF COAGULATION OF TURBID WATERS USING *Moringa oleifera*, 29, 703–710.
- Oficina de Prensa y Comunicaciones. (2011). *BOLETIN DE PRENSA ALCALDIA DE POPAYÁN No 84*. Popayán.
- Oladoja, N. A. (2015). Headway on natural polymeric coagulants in water and wastewater treatment operations. *Journal of Water Process Engineering*, 6, 174–192. <http://doi.org/10.1016/j.jwpe.2015.04.004>
- Organización Mundial de la Salud. (2004). *RELACIÓN DEL AGUA, EL SANEAMIENTO Y LA HIGIENE CON LA SALUD*.

- Organización Mundial de la Salud. (2006). *GUÍAS PARA LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE* (Tercera).
- Rondeau, V., Commenges, D., Jacqmin-Gadda, H., & Dartigues, J.-F. (2000). Relation between aluminum concentrations in drinking water and Alzheimer's disease: an 8-year follow-up study. *American Journal of Epidemiology*, 152(1), 59–66. JOUR. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2215380/>
- Sableviciene, D., Klimaviciute, R., Bendoraitiene, J., & Zemaitaitis, A. (2005). Flocculation properties of high-substituted cationic starches. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 259(1–3), 23–30. <http://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2005.02.004>
- United Nations. (2010). *RESOLUTION 64/292. THE HUMAN RIGHT TO WATER AND SANITATION*.
- World Health Organization. (1998). Aluminium in Drinking-water: Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. *World Health Organization*. [http://doi.org/10.1016/0011-2275\(72\)90041-0](http://doi.org/10.1016/0011-2275(72)90041-0)
- World Health Organization. (2002). *Health Implications of Acrylamide in Food. Report of a Joint FAO/WHO Consultation*. Geneva.
- World Health Organization. (2004). *Summary Statement. Trihalomethanes (bromoform, bromodichloromethane, dibromochloromethane, chloroform)*. Retrieved from http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/trihalomethanes_summary_statement.pdf

ANEXO 1. RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO PARA CADA SERIE

Tabla 1. Características del agua cruda. Primera serie.

Parámetro	Resultado
pH (unidades)	8,5
Color (UPC)	92
Turbiedad (UNT)	11.4
Alcalinidad (mg/L CaCO ₃)	24

Tabla 2. Resultados de la dosis óptima de Al₂(SO₄)₃. Primera serie.

Jarra	Dosis de Al ₂ (SO ₄) ₃ (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	30	6,59	19	94	14,3
2	40	6,4	19	21	4,35
3	50	5,29	19	19	3,91
4	60	4,87	19	22	4,27
5	70	4,69	19	24	4,38
6	-	7,39	19	87	8,06

Tabla 3. Características del agua cruda. Segunda serie.

Parámetro	Resultado
pH (unidades)	8,5
Color (UPC)	118
Turbiedad (UNT)	26,2
Alcalinidad (mg/L CaCO ₃)	25

Tabla 4. Resultados de la dosis óptima de Al₂(SO₄)₃. Segunda serie.

Jarra	Dosis de Al ₂ (SO ₄) ₃ (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	30	6,92	16	100	20,4
2	40	6,87	16	30	7,22
3	50	6,33	16	24	5,72
4	60	5,7	16	35	8,11
5	70	5,29	16	35	7,59
6	-	6,25	16	95	16,4

Tabla 5. Características del agua cruda. Tercera serie.

Parámetro	Resultado
pH (unidades)	8,5
Color (UPC)	118
Turbiedad (UNT)	17,8
Alcalinidad (mg/L CaCO ₃)	25

Tabla 6. Resultados de la dosis óptima de Al₂(SO₄)₃. Tercera serie.

Jarra	Dosis de Al ₂ (SO ₄) ₃ (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	30	7,15	18,5	115	18,2
2	40	6,96	18,5	24	4,14
3	50	5,98	18,5	17	4,21
4	60	5,5	18,5	20	3,45
5	70	5,17	18,5	22	3,72
6	-	7,28	18,5	108	13,5

Tabla 7. Características del agua cruda. Cuarta serie.

Parámetro	Resultado
pH (unidades)	8,5
Color (UPC)	73
Turbiedad (UNT)	6,13
Alcalinidad (mg/L CaCO ₃)	21,4

Tabla 8. Resultados de la dosis óptima de Al₂(SO₄)₃. Cuarta serie.

Jarra	Dosis de Al ₂ (SO ₄) ₃ (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	30	6,92	17,3	82	12,4
2	40	6,79	16,8	32	5,16
3	50	5,73	16,9	35	5,77
4	60	5,2	16,9	42	7,32
5	70	5,21	17	45	7,56
6	-	6,9	17	74	5,6

Tabla 9. Características del agua cruda. Quinta serie.

Parámetro	Resultado
pH (unidades)	8,5
Color (UPC)	55
Turbiedad (UNT)	4,85
Alcalinidad (mg/L CaCO ₃)	24,4

Tabla 10. Resultados de la dosis óptima de Al₂(SO₄)₃. Quinta serie.

Jarra	Dosis de Al ₂ (SO ₄) ₃ (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	30	7,47	16,6	46	7,44
2	40	7,2	16,3	47	5,96
3	50	7,68	16,3	47	9,95
4	60	6,05	16,3	57	11,7
5	70	5,51	16,5	59	12
6	-	7,3	17,1	53	4,26

Tabla 11. Características del agua cruda. Sexta serie.

Parámetro	Resultado
pH (unidades)	8,5
Color (UPC)	65
Turbiedad (UNT)	5,35
Alcalinidad (mg/L CaCO ₃)	22,4

Tabla 12. Resultados de la dosis óptima de Al₂(SO₄)₃. Sexta serie.

Jarra	Dosis de Al ₂ (SO ₄) ₃ (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	30	7,39	17,3	63	8,46
2	40	7,27	16,7	35	6,63
3	50	6,38	16,8	38	7,18
4	60	5,36	17	46	8,73
5	70	5,16	16,8	48	9,08
6	-	7,57	17,1	65	5,06

Tabla 13. Características del agua cruda. Séptima serie.

Parámetro	Resultado
pH (unidades)	8,5
Color (UPC)	46
Turbiedad (UNT)	4,53
Alcalinidad (mg/L CaCO ₃)	32

Tabla 14. Resultados de la dosis óptima de Al₂(SO₄)₃. Séptima serie.

Jarra	Dosis de Al ₂ (SO ₄) ₃ (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	30	7,77	17,8	38	5,76
2	40	7,71	17,5	27	4,46
3	50	7,65	17,3	28	5,73
4	60	7,34	17,5	49	9,69
5	70	6,82	17,8	60	12,6
6	-	7,95	17,9	46	4,6

Tabla 15. Características del agua cruda. Octava serie.

Parámetro	Resultado
pH (unidades)	8,5
Color (UPC)	41
Turbiedad (UNT)	3,87
Alcalinidad (mg/L CaCO ₃)	36

Tabla 16. Resultados de la dosis óptima de Al₂(SO₄)₃. Octava serie.

Jarra	Dosis de Al ₂ (SO ₄) ₃ (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	30	7,73	17,1	47	6,59
2	40	7,67	16,7	20	3,65
3	50	7,46	16,8	22	4,05
4	60	7	16,9	30	5,62
5	70	6,84	17	49	9,48
6	-	8,33	17,5	44	3,34

Tabla 17. Características del agua cruda. Novena serie.

Parámetro	Resultado
pH (unidades)	8,5
Color (UPC)	54
Turbiedad (UNT)	4,54
Alcalinidad (mg/L CaCO ₃)	29,2

Tabla 18. Resultados de la dosis óptima de Al₂(SO₄)₃. Novena serie.

Jarra	Dosis de Al ₂ (SO ₄) ₃ (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	30	7,65	16,5	55	7
2	40	7,55	16,2	28	4,92
3	50	7,33	16,1	31	5,67
4	60	7,05	16,4	55	9,98
5	70	6,45	16,5	63	12,6
6	-	7,67	16,9	54	4,1

Tabla 19. Características del agua cruda. Décima serie.

Parámetro	Resultado
pH (unidades)	8,5
Color (UPC)	62
Turbiedad (UNT)	4.74
Alcalinidad (mg/L CaCO ₃)	23,8

Tabla 20. Resultados de la dosis óptima de Al₂(SO₄)₃. Décima serie.

Jarra	Dosis de Al ₂ (SO ₄) ₃ (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	30	7,49	17,3	70	9,61
2	40	7,27	16,8	34	5,63
3	50	6,97	17	34	6,53
4	60	5,99	17	51	9,7
5	70	5,37	17,4	55	11,1
6	-	7,08	17,9	55	4,61

ANEXO 2. RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA DEL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE COAGULACIÓN.

Tabla 1. Resultados de la dosis óptima de extracto de Fique. Primera serie.

Jarra	Dosis de $Al_2(SO_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	50	5	4,97	18	17	3,29
2	50	10	4,95	18	19	3,7
3	50	20	4,88	18	18	3,87
4	50	30	4,82	18	18	3,66
5	50	40	4,83	18	18	3,87
6	50	-	4,87	18	16	3,41

Tabla 2. Resultados de la dosis óptima de extracto de Fique. Segunda serie.

Jarra	Dosis de $Al_2(SO_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	50	5	6,94	19	15	4,21
2	50	10	7,07	19	15	4,53
3	50	20	6,77	19	15	4,47
4	50	30	6,75	19	19	5,65
5	50	40	6,75	19	16	4,24
6	50	-	6,69	19	16	4,4

Tabla 3. Resultados de la dosis óptima de extracto de Fique. Tercera serie.

Jarra	Dosis de $Al_2(SO_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	50	5	5,58	19,5	16	3,96
2	50	10	5,56	19,5	16	2,94
3	50	20	5,47	19,5	18	3,68
4	50	30	5,4	19,5	17	3,28
5	50	40	5,41	19,5	17	3,31
6	50	-	5,31	19,5	21	3,49

Tabla 4. Resultados de la dosis óptima de extracto de Fique. Cuarta serie.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	5	6,36	19,8	29	4,62
2	40	10	6,4	19,3	31	5,12
3	40	20	6,32	19,2	34	5,51
4	40	30	6,22	19,5	36	6,95
5	40	40	6,07	20	38	7,25
6	40	-	6,09	20	30	4,64

Tabla 5. Resultados de la dosis óptima de extracto de Fique. Quinta serie.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	5	6,76	17,7	26	5,79
2	40	10	6,77	17,3	30	6,36
3	40	20	6,56	17,2	39	6,51
4	40	30	6,67	17,3	28	6,09
5	40	40	6,37	17,6	28	5,9
6	40	-	6,5	18	27	5,64

Tabla 6. Resultados de la dosis óptima de extracto de Fique. Sexta serie.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	5	6,99	18,9	26	4,97
2	40	10	6,93	18,1	31	6,1
3	40	20	6,67	18,2	29	6,01
4	40	30	6,66	18	27	5,31
5	40	40	6,56	18,3	26	5,76
6	40	-	6,63	18,8	27	5,01

Tabla 7. Resultados de la dosis óptima de extracto de Fique. Séptima serie.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	5	7,47	19	18	4,03
2	40	10	7,42	18,5	22	4,29
3	40	20	7,3	18,1	22	4,51
4	40	30	7,28	18,4	20	4,47
5	40	40	7,25	18,7	18	4,27
6	40	-	7,22	18,8	18	3,9

Tabla 8. Resultados de la dosis óptima de extracto de Fique. Octava serie.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	5	7,64	18,4	18	3,03
2	40	10	7,66	17,8	20	3,9
3	40	20	7,44	18	23	3,99
4	40	30	7,5	17,9	21	3,48
5	40	40	7,48	18,2	20	3,32
6	40	-	7,42	18,6	19	3,4

Tabla 9. Resultados de la dosis óptima de extracto de Fique. Novena serie.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	5	7,3	17,1	23	4,1
2	40	10	7,33	16,7	26	4,28
3	40	20	7,24	16,7	27	4,88
4	40	30	7,22	16,6	27	5,2
5	40	40	7,13	16,7	26	4,62
6	40	-	7,13	17,1	28	4,69

Tabla 10. Resultados de la dosis óptima de extracto de Fique. Décima serie.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	5	6,82	18,2	26	5,02
2	40	10	6,59	17,5	30	5,3
3	40	20	6,6	17,2	27	5,13
4	40	30	6,47	17,5	28	5,06
5	40	40	6,62	17,7	29	5,13
6	40	-	6,62	18	29	5,05

ANEXO 3. RESULTADOS DE LA COMPARACIÓN DEL EFECTO DEL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE COAGULACIÓN

Tabla 1. Resultados de la comparación de color, turbiedad y absorbancia con y sin el uso de extracto de Fique. Primera serie.

Jarra	Dosis de $Al_2(SO_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)	Absorbancia 254 nm
1	50	5	5,09	19,8	18	3,6	0,09
2	50	5	4,98	19,8	18	3,46	0,094
3	50	5	4,87	19,8	19	3,8	0,096
4	50	-	4,83	19,8	18	3,81	0,082
5	50	-	4,82	19,8	19	3,6	0,086
6	50	-	4,8	19,8	19	3,7	0,08

Tabla 2. Resultados de la comparación de color, turbiedad y absorbancia con y sin el uso de extracto de Fique. Segunda serie.

Jarra	Dosis de $Al_2(SO_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)	Absorbancia 254 nm
1	50	5	6,72	19	16	4,56	0,074
2	50	5	6,64	19	16	4,6	0,072
3	50	5	6,63	19	16	4,62	0,071
4	50	-	6,67	19	21	6,36	0,08
5	50	-	6,57	19	15	4,52	0,081
6	50	-	6,4	19	15	4,46	0,078

Tabla 3. Resultados de la comparación de color, turbiedad y absorbancia con y sin el uso de extracto de Fique. Tercera serie.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)	Absorbancia 254 nm
1	50	10	5,17	20	23	3,53	0,102
2	50	10	5,35	20	24	3,95	0,092
3	50	10	5,34	20	24	3,85	0,105
4	50	-	5,29	20	19	3,93	0,091
5	50	-	5,28	20	19	3,64	0,124
6	50	-	5,29	20	16	3,38	0,101

Tabla 4. Resultados de la comparación de color, turbiedad y absorbancia con y sin el uso de extracto de Fique. Cuarta serie.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)	Absorbancia 254 nm
1	40	5	6,03	19,8	24	4,27	0,148
2	40	5	5,96	19,4	24	4,44	0,178
3	40	5	5,96	19,5	24	4,41	0,158
4	40	-	5,93	19	24	4,57	0,141
5	40	-	5,94	19,1	23	4,27	0,136
6	40	-	5,92	19	27	4,31	0,111

Tabla 5. Resultados de la comparación de color, turbiedad y absorbancia con y sin el uso de extracto de Fique. Quinta serie.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)	Absorbancia 254 nm
1	40	5	6,39	19,2	21	5,03	0,175
2	40	5	6,32	18,7	26	5,54	0,19
3	40	5	6,49	18,5	25	5,42	0,192
4	40	-	6,34	18,9	27	5,73	0,202
5	40	-	6,37	18,8	23	5,39	0,192
6	40	-	6,39	18,8	23	5,84	0,206

Tabla 6. Resultados de la comparación de color, turbiedad y absorbancia con y sin el uso de extracto de Fique. Sexta serie.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)	Absorbancia 254 nm
1	40	5	6,57	19	26	5,14	0,186
2	40	5	6,53	19	30	5,3	0,208
3	40	5	6,53	18,7	27	5,17	0,199
4	40	-	6,54	18,9	31	5,69	0,221
5	40	-	6,5	19	29	5,55	0,206
6	40	-	6,42	19,3	26	5,48	0,201

Tabla 7. Resultados de la comparación de color, turbiedad y absorbancia con y sin el uso de extracto de Fique. Séptima serie.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)	Absorbancia 254 nm
1	40	5	6,79	20,5	13	3,75	0,149
2	40	5	6,82	20	16	3,76	0,155
3	40	5	6,84	19,7	15	4,02	0,172
4	40	-	6,81	19,7	16	3,9	0,165
5	40	-	6,8	20	17	3,95	0,171
6	40	-	6,77	20,2	14	3,6	0,184

Tabla 8. Resultados de la comparación de color y turbiedad, con y sin el uso de extracto de Fique. Octava serie.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	5	7,21	22	17	2,35
2	40	5	7,22	21,5	18	2,79
3	40	5	7,2	21,1	17	3,02
4	40	-	7,2	21,1	15	2,89
5	40	-	7,19	20,9	15	2,58
6	40	-	7,12	21,8	15	2,75

Tabla 9. Resultados de la comparación de color y turbiedad, con y sin el uso de extracto de Fique. Novena serie.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	5	6,89	19,8	25	4,42
2	40	5	6,83	19,3	31	5,41
3	40	5	6,78	19,2	28	5,35
4	40	-	6,77	19,1	26	5,64
5	40	-	6,68	19,4	26	5,22
6	40	-	6,75	19,7	25	4,53

Tabla 10. Resultados de la comparación de color y turbiedad, con y sin el uso de extracto de Fique. Décima serie.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	5	6,55	20	34	5,93
2	40	5	6,56	19,5	36	5,89
3	40	5	6,58	19,6	32	5,03
4	40	-	6,58	19,7	40	6,18
5	40	-	6,58	19,8	38	5,32
6	40	-	6,48	19,9	29	5,02

ANEXO 4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL USO DEL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE COAGULACIÓN

ANÁLISIS COMPARATIVO PARA COLOR

Los siguientes datos fueron reportados por el software estadístico STATGRAPHICS Centurion XVII (Statpoint Technologies, Inc.).

ANOVA Simple - COLOR por TRATAMIENTO

Variable dependiente: COLOR

Factor: TRATAMIENTO

Número de observaciones: 60

Número de niveles: 2

Resumen Estadístico para COLOR

TRATAMIENTO	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo
Al2(SO4)3	30	22,3333	6,76876	30,3079%	14,0	40,0
Al2(SO4)3 + FIQUE	30	22,7667	6,10643	26,8218%	13,0	36,0
Total	60	22,55	6,39498	28,3591%	13,0	40,0

TRATAMIENTO	Rango	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
Al2(SO4)3	26,0	2,0076	0,628356
Al2(SO4)3 + FIQUE	23,0	0,859999	-0,741978
Total	27,0	2,0662	-0,0842774

El StatAdvisor

Esta tabla muestra diferentes estadísticos de COLOR para cada uno de los 2 niveles de TRATAMIENTO. La intención principal del análisis de varianza de un factor es la de comparar las medias de los diferentes niveles, enlistados aquí bajo la columna de Promedio. Selecciones Gráfica de Medias de la lista de Opciones Gráficas para mostrar gráficamente las medias.

ADVERTENCIA: El sesgo estandarizado y/o la curtosis estandarizada se encuentra fuera del rango de -2 a +2 para los 1 niveles de TRATAMIENTO. Esto indica algo de no normalidad significativa en los datos, lo cual viola el supuesto de que los datos provienen de distribuciones normales. Tal vez quisiera transformar los datos, ó utilizar la prueba de Kruskal-Wallis para comparar las medianas en lugar de las medias.

Prueba de Kruskal-Wallis para COLOR por TRATAMIENTO

TRATAMIENTO	Tamaño Muestra	Rango Promedio
Al2(SO4)3	30	29,4333
Al2(SO4)3 + FIQUE	30	31,5667

Estadístico = 0,22495 Valor-P = 0,635293

intervalos de confianza del 95,0%

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Al2(SO4)3 - Al2(SO4)3 + FIQUE		-2,13333	8,83798

* indica una diferencia significativa.

El StatAdvisor

La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis de que las medianas de COLOR dentro de cada uno de los 2 niveles de TRATAMIENTO son iguales. Primero se combinan los datos de todos los niveles y se ordenan de menor a mayor. Luego se calcula el rango (rank) promedio para los datos de cada nivel. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza.

La segunda parte del desplegado muestra comparaciones por pares entre los rangos promedio de los 2 grupos. Usando el procedimiento de Bonferroni, 0 de las comparaciones son estadísticamente significantes al nivel de confianza 95,0%.

ANÁLISIS COMPARATIVO PARA TURBIEDAD

Los siguientes datos fueron reportados por el software estadístico STATGRAPHICS Centurion XVII (Statpoint Technologies, Inc.).

ANOVA Simple - TURBIEDAD por TRATAMIENTO

Variable dependiente: TURBIEDAD

Factor: TRATAMIENTO

Número de observaciones: 60

Número de niveles: 2

Resumen Estadístico para TURBIEDAD

TRATAMIENTO	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo
Al2(SO4)3	30	4,527	1,04644	23,1154%	2,58	6,36
Al2(SO4)3 + FIQUE	30	4,41367	0,919451	20,8319%	2,35	5,93
Total	60	4,47033	0,978279	21,8838%	2,35	6,36

TRATAMIENTO	Rango	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
Al2(SO4)3	3,78	-0,117514	-1,08813
Al2(SO4)3 + FIQUE	3,58	-0,643707	-0,588061
Total	4,01	-0,382323	-1,22792

El StatAdvisor

Esta tabla muestra diferentes estadísticos de TURBIEDAD para cada uno de los 2 niveles de TRATAMIENTO. La intención principal del análisis de varianza de un factor es la de comparar las medias de los diferentes niveles, enlistados aquí bajo la columna de Promedio.

Tabla ANOVA para TURBIEDAD por TRATAMIENTO

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,192667	1	0,192667	0,20	0,6575
Intra grupos	56,2721	58	0,970209		
Total (Corr.)	56,4648	59			

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de TURBIEDAD en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 0,198583, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de TURBIEDAD entre un nivel de TRATAMIENTO y otro, con un nivel del 5% de significación.

Prueba de Kruskal-Wallis para TURBIEDAD por TRATAMIENTO

TRATAMIENTO	Tamaño Muestra	Rango Promedio
Al2(SO4)3	30	31,4333
Al2(SO4)3 + FIQUE	30	29,5667

Estadístico = 0,171399 Valor-P = 0,678871

intervalos de confianza del 95,0%

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Al2(SO4)3 - Al2(SO4)3 + FIQUE		1,86667	8,83798

* indica una diferencia significativa.

El StatAdvisor

La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis de que las medianas de TURBIEDAD dentro de cada uno de los 2 niveles de

TRATAMIENTO son iguales. Primero se combinan los datos de todos los niveles y se ordenan de menor a mayor. Luego se calcula el rango (rank) promedio para los datos de cada nivel. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza. La segunda parte del desplegado muestra comparaciones por pares entre los rangos promedio de los 2 grupos. Usando el procedimiento de Bonferroni, 0 de las comparaciones son estadísticamente significantes al nivel de confianza 95,0%.

ANÁLISIS COMPARATIVO PARA ABSORBANCIA (MATERIA ORGÁNICA)

Los siguientes datos fueron reportados por el software estadístico STATGRAPHICS Centurion XVII (Statpoint Technologies, Inc.).

ANOVA Simple - Absorbancia por TRATAMIENTO

Variable dependiente: Absorbancia

Factor: TRATAMIENTO

Número de observaciones: 42

Número de niveles: 2

Resumen Estadístico para Absorbancia

TRATAMIENTO	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo
Al2(SO4)3	21	0,139952	0,0523951	37,4378%	0,078	0,221
Al2(SO4)3 + FIQUE	21	0,138381	0,0474463	34,2867%	0,071	0,208
Total	42	0,139167	0,0493751	35,4791%	0,071	0,221

TRATAMIENTO	Rango	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
Al2(SO4)3	0,143	0,299728	-1,57564
Al2(SO4)3 + FIQUE	0,137	-0,197279	-1,52793
Total	0,15	0,133116	-2,09824

El StatAdvisor

Esta tabla muestra diferentes estadísticos de Absorbancia para cada uno de los 2 niveles de TRATAMIENTO. La intención principal del

análisis de varianza de un factor es la de comparar las medias de los diferentes niveles, enlistados aquí bajo la columna de Promedio.

Selecciones Gráfica de Medias de la lista de Opciones Gráficas para mostrar gráficamente las medias.

Tabla ANOVA para Absorbancia por TRATAMIENTO

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,0000259286	1	0,0000259286	0,01	0,9194
Intra grupos	0,0999279	40	0,0024982		
Total (Corr.)	0,0999538	41			

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de Absorbancia en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 0,0103789, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre

la media de Absorbancia entre un nivel de TRATAMIENTO y otro, con un nivel del 5% de significación.

ANEXO 5. RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA DEL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE FLOCULACIÓN

Tabla 1. Resultados de la dosis óptima de extracto de Fique. Primera serie.

Jarra	Dosis de $Al_2(SO_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	50	5	4,98	19,5	18	3,69
2	50	10	4,57	19,5	24	5,04
3	50	20	4,75	19,5	25	5,17
4	50	30	4,72	19,5	19	3,98
5	50	40	4,72	19,5	25	5,34
6	50	-	4,72	19,5	22	4,36

Tabla 2. Resultados de la dosis óptima de extracto de Fique. Segunda serie.

Jarra	Dosis de $Al_2(SO_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	50	5	6,59	19	12	3,65
2	50	10	6,52	19	14	4,1
3	50	20	6,45	19	14	4,09
4	50	30	6,4	19	14	3,83
5	50	40	6,34	19	12	3,77
6	50	-	6,57	19	13	4,18

Tabla 3. Resultados de la dosis óptima de extracto de Fique. Tercera serie.

Jarra	Dosis de $Al_2(SO_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	50	5	6,82	18,1	22	3,21
2	50	10	6,82	18,6	23	4,03
3	50	20	6,77	18,3	22	3,21
4	50	30	6,66	18,2	21	3,6
5	50	40	6,61	18,4	23	3,68
6	50	-	6,54	18,5	25	3,96

Tabla 4. Resultados de la dosis óptima de extracto de Fique. Cuarta serie.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	5	5,92	19,4	26	4,27
2	40	10	5,89	19,3	33	5,33
3	40	20	5,92	19,2	33	5,39
4	40	30	5,83	19,4	30	5,15
5	40	40	5,87	19,3	30	4,98
6	40	-	5,87	19,5	31	4,77

Tabla 5. Resultados de la dosis óptima de extracto de Fique. Quinta serie.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	5	6,42	18,6	34	6,74
2	40	10	6,49	18,3	32	6,2
3	40	20	6,53	18,3	32	6,6
4	40	30	6,39	18,3	32	6,29
5	40	40	6,34	18,3	28	5,46
6	40	-	6,41	18,4	32	6,22

Tabla 6. Resultados de la dosis óptima de extracto de Fique. Sexta serie.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	5	6,56	19,8	29	5,06
2	40	10	6,51	19,7	28	5,27
3	40	20	6,4	19,7	30	5,35
4	40	30	6,39	19,5	30	5,4
5	40	40	6,2	19,7	25	4,52
6	40	-	6,32	19,6	30	5,6

Tabla 7. Resultados de la dosis óptima de extracto de Fique. Séptima serie.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	5	6,96	18,5	17	3,11
2	40	10	6,97	18,4	24	4,29
3	40	20	6,89	18,4	26	4,5
4	40	30	6,89	18,4	25	4,37
5	40	40	6,87	18,4	22	4,11
6	40	-	6,82	18,4	25	4,2

Tabla 8. Resultados de la dosis óptima de extracto de Fique. Octava serie.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	5	7,09	20	17	2,74
2	40	10	7,08	19,8	18	2,93
3	40	15	7,02	19,8	18	3,28
4	40	20	6,97	19,9	17	2,92
5	40	25	6,96	19,8	17	2,88
6	40	5	7	20,2	19	3,12

Tabla 9. Resultados de la dosis óptima de extracto de Fique. Novena serie.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	5	6,74	20,2	27	4,57
2	40	10	6,68	19,8	33	6,25
3	40	20	6,67	19,7	30	5,32
4	40	30	6,65	19,7	29	4,64
5	40	40	6,59	19,8	29	4,74
6	40	-	6,7	20	29	4,7

Tabla 10. Resultados de la dosis óptima de extracto de Fique. Décima serie.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	5	6,42	21,2	29	4,68
2	40	10	6,45	20,7	33	5,23
3	40	20	6,44	20,6	31	5,28
4	40	30	6,45	20,6	28	5,21
5	40	40	6,38	20,9	26	4,19
6	40	-	6,41	21,2	29	4,57

ANEXO 6. RESULTADOS DE LA COMPARACIÓN DEL EFECTO DEL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE FLOCULACIÓN

Tabla 1. Resultados de la comparación de color, turbiedad y absorbancia con y sin el uso de extracto de Fique. Primera serie.

Jarra	Dosis de $Al_2(SO_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)	Absorbancia 254 nm
1	50	5	5,79	19,5	13	2,73	0,095
2	50	5	5,59	19,5	14	3,33	0,11
3	50	5	5,58	19,5	14	3,42	0,114
4	50	-	5,54	19,5	17	3,71	0,121
5	50	-	5,53	19,5	16	3,26	0,106
6	50	-	5,78	19,5	15	3,25	0,084

Tabla 2. Resultados de la comparación de color, turbiedad y absorbancia con y sin el uso de extracto de Fique. Segunda serie.

Jarra	Dosis de $Al_2(SO_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)	Absorbancia 254 nm
1	50	5	5,76	20	15	3,54	0,077
2	50	5	5,85	20	16	3,92	0,075
3	50	5	5,83	20	16	4,26	0,077
4	50		5,82	20	20	7,49	0,124
5	50		5,82	20	18	4,62	0,109
6	50		5,81	20	17	3,98	0,105

Tabla 3. Resultados de la comparación de color, turbiedad y absorbancia con y sin el uso de extracto de Fique. Tercera serie.

Jarra	Dosis de $Al_2(SO_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)	Absorbancia 254 nm
1	50	5	7,38	20	20	3,18	0,125
2	50	5	7,36	19,7	22	3,62	0,132
3	50	5	7,3	19	19	3	0,122
4	50	-	7,12	19,4	20	3,26	0,124
5	50	-	7,09	19,3	18	2,71	0,111
6	50	-	7,05	19,4	18	2,87	0,127

Tabla 4. Resultados de la comparación de color, turbiedad y absorbancia con y sin el uso de extracto de Fique. Cuarta serie.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)	Absorbancia 254 nm
1	40	5	6,02	20,1	24	3,81	0,141
2	40	5	6,07	20,4	27	4,91	0,148
3	40	5	5,98	20,3	23	4,15	0,14
4	40	-	5,95	20,2	22	4,05	0,145
5	40	-	5,9	20,3	25	4,61	0,153
6	40	-	5,89	20,4	18	3,26	0,124

Tabla 5. Resultados de la comparación de color, turbiedad y absorbancia con y sin el uso de extracto de Fique. Quinta serie.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)	Absorbancia 254 nm
1	40	40	6,6	19,1	25	4,8	0,141
2	40	40	6,56	18,9	28	5,3	0,148
3	40	40	6,59	18,7	28	5,38	0,14
4	40	-	6,5	18,8	28	5,56	0,145
5	40	-	6,54	18,8	32	6,1	0,153
6	40	-	6,44	19	27	5,23	0,124

Tabla 6. Resultados de la comparación de color, turbiedad y absorbancia con y sin el uso de extracto de Fique. Sexta serie.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)	Absorbancia 254 nm
1	40	40	6,44	20,7	26	4,71	0,195
2	40	40	6,45	20,5	29	5,26	0,203
3	40	40	6,4	20,3	25	4,65	0,186
4	40	-	6,29	20,6	33	5,83	0,232
5	40	-	6,29	20,7	32	5,83	0,245
6	40	-	6,29	21	31	5,61	0,23

Tabla 7. Resultados de la comparación de color, turbiedad y absorbancia con y sin el uso de extracto de Fique. Séptima serie.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)	Absorbancia 254 nm
1	40	5	6,81	19,4	21	4,12	0,169
2	40	5	6,88	19,1	27	4,82	0,196
3	40	5	6,89	19	28	4,9	0,195
4	40	-	6,82	19,2	27	5,13	0,194
5	40	-	6,83	19,2	28	4,94	0,203
6	40	-	6,79	19,4	26	4,59	0,178

Tabla 8. Resultados de la comparación de color y turbiedad, con y sin el uso de extracto de Fique. Octava serie.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	5	6,9	20,5	11	2,82
2	40	5	6,97	20,2	14	2,82
3	40	5	6,93	20,2	13	2,49
4	40	-	6,95	20,1	17	3,04
5	40	-	6,91	20,1	15	2,91
6	40	-	6,92	20,5	13	2,72

Tabla 9. Resultados de la comparación de color y turbiedad, con y sin el uso de extracto de Fique. Novena serie.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	5	6,67	22,7	22	3,76
2	40	5	6,67	22,1	25	4,1
3	40	5	6,65	21,9	27	3,68
4	40	-	6,63	22	26	3,88
5	40	-	6,54	22,2	24	3,9
6	40	-	6,51	22,7	24	3,7

Tabla 10. Resultados de la comparación de color y turbiedad, con y sin el uso de extracto de Fique. Décima serie.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	40	6,37	22,9	23	3,62
2	40	40	6,36	22,2	23	3,38
3	40	40	6,36	22,2	24	3,71
4	40	-	6,3	22,5	26	4,06
5	40	-	6,34	22,5	23	3,3
6	40	-	6,29	22,8	24	3,83

ANEXO 7. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL USO DEL EXTRACTO DE FIQUE COMO AYUDANTE DE FLOCULACIÓN

ANÁLISIS COMPARATIVO PARA COLOR

Los siguientes datos fueron reportados por el software estadístico STATGRAPHICS Centurion XVII (Statpoint Technologies, Inc.).

ANOVA Simple - COLOR por TRATAMIENTO

Variable dependiente: COLOR

Factor: TRATAMIENTO

Número de observaciones: 60

Número de niveles: 2

Resumen Estadístico para COLOR

TRATAMIENTO	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo
Al2(SO4)3	30	22,6667	5,70138	25,1532%	13,0	33,0
Al2(SO4)3 + FIQUE	30	21,4	5,52487	25,8171%	11,0	29,0
Total	60	22,0333	5,60256	25,4277%	11,0	33,0

TRATAMIENTO	Rango	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
Al2(SO4)3	20,0	0,362757	-1,17987
Al2(SO4)3 + FIQUE	18,0	-0,982767	-1,33328
Total	22,0	-0,341522	-1,51637

El StatAdvisor

Esta tabla muestra diferentes estadísticos de COLOR para cada uno de los 2 niveles de TRATAMIENTO. La intención principal del análisis de varianza de un factor es la de comparar las medias de los diferentes niveles, enlistados aquí bajo la columna de Promedio.

Tabla ANOVA para COLOR por TRATAMIENTO

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	24,0667	1	24,0667	0,76	0,3858
Intra grupos	1827,87	58	31,5149		
Total (Corr.)	1851,93	59			

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de COLOR en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 0,763659, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de COLOR entre un nivel de TRATAMIENTO y otro, con un nivel del 5% de significación.

Prueba de Kruskal-Wallis para COLOR por TRATAMIENTO

TRATAMIENTO	Tamaño Muestra	Rango Promedio
Al2(SO4)3	30	32,2167
Al2(SO4)3 + FIQUE	30	28,7833

Estadístico = 0,581812 Valor-P = 0,445602

intervalos de confianza del 95,0%

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Al2(SO4)3 - Al2(SO4)3 + FIQUE		3,43333	8,83798

* indica una diferencia significativa.

El StatAdvisor

La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis de que las medianas de COLOR dentro de cada uno de los 2 niveles de

TRATAMIENTO son iguales. Primero se combinan los datos de todos los niveles y se ordenan de menor a mayor. Luego se calcula el rango (rank) promedio para los datos de cada nivel. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza. La segunda parte del desplegado muestra comparaciones por pares entre los rangos promedio de los 2 grupos. Usando el procedimiento de Bonferroni, 0 de las comparaciones son estadísticamente significantes al nivel de confianza 95,0%.

ANÁLISIS COMPARATIVO PARA TURBIEDAD

Los siguientes datos fueron reportados por el software estadístico STATGRAPHICS Centurion XVII (Statpoint Technologies, Inc.).

ANOVA Simple - TURBIEDAD por TRATAMIENTO

Variable dependiente: TURBIEDAD

Factor: TRATAMIENTO

Número de observaciones: 60

Número de niveles: 2

Resumen Estadístico para TURBIEDAD

TRATAMIENTO	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo
Al2(SO4)3	30	4,241	1,18856	28,0254%	2,71	7,49
Al2(SO4)3 + FIQUE	30	3,93967	0,817298	20,7454%	2,49	5,38
Total	60	4,09033	1,02263	25,0012%	2,49	7,49

TRATAMIENTO	Rango	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
Al2(SO4)3	4,78	1,81342	0,282494
Al2(SO4)3 + FIQUE	2,89	0,331702	-1,02595
Total	5,0	2,53057	1,06818

El StatAdvisor

Esta tabla muestra diferentes estadísticos de TURBIEDAD para cada uno de los 2 niveles de TRATAMIENTO. La intención principal del análisis de varianza de un factor es la de comparar las medias de los diferentes niveles, enlistados aquí bajo la columna de Promedio.

Tabla ANOVA para TURBIEDAD por TRATAMIENTO

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,36203	1	1,36203	1,31	0,2572
Intra grupos	60,3388	58	1,04032		
Total (Corr.)	61,7008	59			

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de TURBIEDAD en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 1,30923, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de TURBIEDAD entre un nivel de TRATAMIENTO y otro, con un nivel del 5% de significación.

Prueba de Kruskal-Wallis para TURBIEDAD por TRATAMIENTO

TRATAMIENTO	Tamaño Muestra	Rango Promedio
Al2(SO4)3	30	31,9833
Al2(SO4)3 + FIQUE	30	29,0167

Estadístico = 0,432938 Valor-P = 0,51055

intervalos de confianza del 95,0%

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Al2(SO4)3 - Al2(SO4)3 + FIQUE		2,96667	8,83798

* indica una diferencia significativa.

El StatAdvisor

La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis de que las medianas de TURBIEDAD dentro de cada uno de los 2 niveles de TRATAMIENTO son iguales. Primero se combinan los datos de todos los niveles y se ordenan de menor a mayor. Luego se calcula el rango (rank) promedio para los datos de cada nivel. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza.

La segunda parte del desplegado muestra comparaciones por pares entre los rangos promedio de los 2 grupos. Usando el procedimiento de Bonferroni, 0 de las comparaciones son estadísticamente significantes al nivel de confianza 95,0%.

ANÁLISIS COMPARATIVO PARA COLOR EN EL INTERVALO CON TURBIEDAD > 20 UNT

Los siguientes datos fueron reportados por el software estadístico STATGRAPHICS Centurion XVII (Statpoint Technologies, Inc.).

ANOVA Simple - COLOR por TRATAMIENTO

Variable dependiente: COLOR

Factor: TRATAMIENTO

Número de observaciones: 6

Número de niveles: 2

Resumen Estadístico para COLOR

TRATAMIENTO	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo
S	3	18,3333	1,52753	8,33196%	17,0	20,0
S+F	3	15,6667	0,57735	3,68521%	15,0	16,0
Total	6	17,0	1,78885	10,5227%	15,0	20,0

TRATAMIENTO	Rango	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
S	3,0	0,6613	
S+F	1,0	-1,22474	
Total	5,0	0,943341	0,292969

El StatAdvisor

Esta tabla muestra diferentes estadísticos de COLOR para cada uno de los 2 niveles de TRATAMIENTO. La intención principal del análisis de varianza de un factor es la de comparar las medias de los diferentes niveles, enlistados aquí bajo la columna de Promedio

Tabla ANOVA para COLOR por TRATAMIENTO

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	10,6667	1	10,6667	8,00	0,0474
Intra grupos	5,33333	4	1,33333		
Total (Corr.)	16,0	5			

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de COLOR en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 8,0, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de COLOR entre un nivel de TRATAMIENTO y otro, con un nivel del 5% de significación. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

Prueba de Kruskal-Wallis para COLOR por TRATAMIENTO

TRATAMIENTO	Tamaño Muestra	Rango Promedio
S	3	5,0
S+F	3	2,0

Estadístico = 3,97059 Valor-P = 0,0462981

intervalos de confianza del 95,0%

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
S - S+F	*	3,0	2,9939

* indica una diferencia significativa.

El StatAdvisor

La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis de que las medianas de COLOR dentro de cada uno de los 2 niveles de TRATAMIENTO son iguales. Primero se combinan los datos de todos los niveles y se ordenan de menor a mayor. Luego se calcula el rango (rank) promedio para los datos de cada nivel. Puesto que el valor-P es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza.

La segunda parte del desplegado muestra comparaciones por pares entre los rangos promedio de los 2 grupos. Usando el procedimiento de Bonferroni, 1 de las comparaciones son estadísticamente significantes al nivel de confianza 95,0%.

ANÁLISIS COMPARATIVO PARA MATERIA ORGÁNICA

Los siguientes datos fueron reportados por el software estadístico STATGRAPHICS Centurion XVII (Statpoint Technologies, Inc.).

ANOVA Simple - Absorbancia por TRATAMIENTO

Variable dependiente: Absorbancia

Factor: TRATAMIENTO

Número de observaciones: 42

Número de niveles: 2

Resumen Estadístico para Absorbancia

TRATAMIENTO	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo
Al2(SO4)3	21	0,156048	0,0488298	31,2916%	0,084	0,245
Al2(SO4)3 + FIQUE	21	0,146	0,0442199	30,2876%	0,075	0,203
Total	42	0,151024	0,0462904	30,6511%	0,075	0,245

TRATAMIENTO	Rango	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
Al2(SO4)3	0,161	0,849745	-1,05766
Al2(SO4)3 + FIQUE	0,128	-0,446559	-1,23352
Total	0,17	0,486866	-1,31491

El StatAdvisor

Esta tabla muestra diferentes estadísticos de Absorbancia para cada uno de los 2 niveles de TRATAMIENTO. La intención principal del

análisis de varianza de un factor es la de comparar las medias de los diferentes niveles, enlistados aquí bajo la columna de Promedio.

Selecciones Gráfica de Medias de la lista de Opciones Gráficas para mostrar gráficamente las medias.

Tabla ANOVA para Absorbancia por TRATAMIENTO

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,00106002	1	0,00106002	0,49	0,4886
Intra grupos	0,086795	40	0,00216987		
Total (Corr.)	0,087855	41			

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de Absorbancia en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 0,488519, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre

la media de Absorbancia entre un nivel de TRATAMIENTO y otro, con un nivel del 5% de significación.

ANEXO 8. RESULTADOS DE LAS CURVAS DE SEDIMENTABILIDAD PARA CADA SERIE

PRIMERA SERIE

Tabla 1. Curva de sedimentabilidad con el uso del extracto de Fique como ayudante de coagulación.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	Tiempo de sedimentación (minutos)	Altura (cm)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	50	5	5	8	4,87	18,5	79	16,5
2	50	5	10	8	4,75	18,5	43	9,06
3	50	5	15	8	4,7	18,5	31	6,78
4	50	5	20	8	4,71	18,5	22	4,75
5	50	5	25	8	4,71	18,5	18	4,06
6	50	5	30	8	4,73	18,5	13	2,83
1	50	5	35	7	4,75	18,5	9	2,62
2	50	5	40	7	4,74	18,5	9	2,86
3	50	5	45	7	4,67	18,5	9	2,57
4	50	5	50	7	4,65	18,5	9	2,57
5	50	5	55	7	4,7	18,5	9	2,4
6	50	5	60	7	4,74	18,5	8	2,08

Tabla 2. Curva de sedimentabilidad con el uso del extracto de Fique como ayudante de floculación.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	Tiempo de sedimentación (minutos)	Altura (cm)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	50	5	5	8	5,83	19,5	75	15,3
2	50	5	10	8	5,72	19,5	36	7,3
3	50	5	15	8	5,61	19,5	23	5,12
4	50	5	20	8	5,51	19,5	19	4,34
5	50	5	25	8	5,5	19,5	13	2,92
6	50	5	30	8	5,4	19,5	8	2,29
1	50	5	35	7	5,43	19,5	5	1,55
2	50	5	40	7	5,43	19,5	6	1,88
3	50	5	45	7	5,39	19,5	6	1,95
4	50	5	50	7	5,37	19,5	5	1,52
5	50	5	55	7	5,41	19,5	5	1,42
6	50	5	60	7	5,36	19,5	4	1,33

Tabla 3. Curva de sedimentabilidad sin el uso de extracto de Fique.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	Tiempo de sedimentación (minutos)	Altura (cm)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	50	-	5	8	5,75	20,5	80	16,2
2	50	-	10	8	5,75	20,5	41	8,66
3	50	-	15	8	5,63	20,5	27	5,59
4	50	-	20	8	5,57	20,5	18	4,25
5	50	-	25	8	5,47	20,5	14	3,22
6	50	-	30	8	5,46	20,5	9	2,57
1	50	-	35	7	5,38	20,5	7	2,07
2	50	-	40	7	5,41	20,5	6	2,26
3	50	-	45	7	5,31	20,5	6	2,04
4	50	-	50	7	5,34	20,5	6	2,02
5	50	-	55	7	5,27	20,5	6	1,81
6	50	-	60	7	5,22	20,5	5	1,45

SEGUNDA SERIE**Tabla 4.** Curva de sedimentabilidad con el uso del extracto de Fique como ayudante de coagulación.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	Tiempo de sedimentación (minutos)	Altura (cm)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	50	5	5	8	6,58	18	100	26,5
2	50	5	10	8	6,3	18	43	10,8
3	50	5	15	8	6,23	18	33	8,18
4	50	5	20	8	6,11	18	24	5,58
5	50	5	25	8	6,06	18	20	4,49
6	50	5	30	8	6,02	18	19	4,1
1	50	5	35	7	6,01	18	18	3,32
2	50	5	40	7	5,95	18	14	3,46
3	50	5	45	7	5,84	18	14	3,11
4	50	5	50	7	5,88	18	13	2,87
5	50	5	55	7	5,87	18	11	2,1
6	50	5	60	7	5,83	18	11	2,34

Tabla 5. Curva de sedimentabilidad con el uso del extracto de Fique como ayudante de floculación.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	Tiempo de sedimentación (minutos)	Altura (cm)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	50	5	5	8	5,88	18	107	27,5
2	50	5	10	8	5,9	18	51	12,9
3	50	5	15	8	5,86	18	39	10,1
4	50	5	20	8	5,86	18	31	7,6
5	50	5	25	8	5,83	18	28	6,65
6	50	5	30	8	5,8	18	17	3,9
1	50	5	35	7	5,77	18	16	3,5
2	50	5	40	7	5,74	19	14	3,27
3	50	5	45	7	5,74	19	13	3,29
4	50	5	50	7	5,7	19	11	2,43
5	50	5	55	7	5,76	19	10	2,31
6	50	5	60	7	5,72	19	9	2,13

Tabla 6. Curva de sedimentabilidad sin el uso de extracto de Fique.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	Tiempo de sedimentación (minutos)	Altura (cm)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	50	5	5	8	5,98	19	101	27,4
2	50	5	10	8	5,94	19	40	10,4
3	50	5	15	8	5,85	19	29	6,91
4	50	5	20	8	5,82	19	26	6,47
5	50	5	25	8	5,81	19	21	5,04
6	50	5	30	8	5,79	19	19	3,45
1	50	5	35	7	5,8	19	13	3,17
2	50	5	40	7	5,77	19	13	2,93
3	50	5	45	7	5,79	19	13	2,84
4	50	5	50	7	5,77	19	10	2,12
5	50	5	55	7	5,77	19	10	2,03
6	50	5	60	7	5,73	19	8	2,01

TERCERA SERIE

Tabla 7. Curva de sedimentabilidad con el uso del extracto de Fique como ayudante de coagulación.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	Tiempo de sedimentación (minutos)	Altura (cm)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	50	10	5	8	6,08	20	77	17
2	50	10	10	8	5,56	20	39	8,84
3	50	10	15	8	5,46	20	27	6,13
4	50	10	20	8	5,31	20	21	3,89
5	50	10	25	8	5,32	20	19	3,15
6	50	10	30	8	5,22	20	16	2,65
1	50	10	35	7,3	5,21	20	13	2,13
2	50	10	40	7	5,23	20	11	1,99
3	50	10	45	7	5,2	20	11	1,99
4	50	10	50	7	5,22	20	10	1,65
5	50	10	55	7	5,2	20	10	1,69
6	50	10	60	7	5,19	20	11	1,68

Tabla 8. Curva de sedimentabilidad con el uso del extracto de Fique como ayudante de floculación.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	Tiempo de sedimentación (minutos)	Altura (cm)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	50	5	5	8	7,1	20	85	16,5
2	50	5	10	8	7,04	20	45	7,47
3	50	5	15	8	6,9	20	32	5,51
4	50	5	20	8	6,77	20	25	4,08
5	50	5	25	7	6,65	20	18	2,63
6	50	5	30	8	6,61	20	16	2,6
1	50	5	35	7,1	6,53	20	16	2,14
2	50	5	40	7,1	6,53	20	15	2,1
3	50	5	45	7,5	6,55	20	15	1,94
4	50	5	50	7,5	6,55	20	14	1,74
5	50	5	55	6,5	6,52	20	11	1,18
6	50	5	60	7,5	6,56	20	13	1,38

Tabla 9. Curva de sedimentabilidad sin el uso de extracto de Fique.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	Tiempo de sedimentación (minutos)	Altura (cm)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	50	-	5	8	7,01	20,5	83	17
2	50	-	10	8	6,86	20,5	49	7,61
3	50	-	15	8	6,69	20,5	30	5,53
4	50	-	20	8	6,54	20,5	21	3,57
5	50	-	25	8	6,51	20,5	19	2,7
6	50	-	30	8	6,46	20,5	16	2,61
1	50	-	35	7,1	6,42	20,5	15	2,16
2	50	-	40	7,1	6,36	20,5	13	1,86
3	50	-	45	6,8	6,33	20,5	11	1,72
4	50	-	50	6,8	6,34	20,5	10	1,42
5	50	-	55	6,9	6,24	20,5	11	1,52
6	50	-	60	7,1	6,22	20,5	11	1,39

CUARTA SERIE

Tabla 10. Curva de sedimentabilidad con el uso del extracto de Fique como ayudante de coagulación.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	Tiempo de sedimentación (minutos)	Altura (cm)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	5	5	8	6,39	18,3	89	15,2
2	40	5	10	8	6,31	18,1	73	12,2
3	40	5	15	8	6,18	18,1	65	11
4	40	5	20	8	6,14	18,1	54	9,32
5	40	5	25	8	6,05	18,1	40	6,47
6	40	5	30	8	5,97	18,1	32	4,94
1	40	5	35	7	5,98	18,1	29	4,54
2	40	5	40	7	5,9	18	24	4,08
3	40	5	45	7	5,92	18,1	22	4,02
4	40	5	50	7	5,9	18	20	3,3
5	40	5	55	6,9	5,86	18,2	20	3,17
6	40	5	60	6,8	5,91	18,4	15	2,44

Tabla 11. Curva de sedimentabilidad con el uso del extracto de Fique como ayudante de floculación.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	Tiempo de sedimentación (minutos)	Altura (cm)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	5	5	8	5,79	20	84	14,7
2	40	5	10	8	5,77	19,9	67	11,1
3	40	5	15	8	5,74	20	48	8,11
4	40	5	20	8	5,77	19,9	45	7,91
5	40	5	25	8	5,78	19,9	25	4,55
6	40	5	30	8	5,78	20,1	18	3,25
1	40	5	35	7	5,83	19,9	16	2,9
2	40	5	40	6,9	5,75	19,9	16	2,86
3	40	5	45	7	5,73	20	16	2,83
4	40	5	50	7	5,75	20,1	12	2,41
5	40	5	55	6,8	5,7	20,2	11	2,28
6	40	5	60	6,8	5,73	20,1	9	1,94

Tabla 12. Curva de sedimentabilidad sin el uso de extracto de Fique.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	Tiempo de sedimentación (minutos)	Altura (cm)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	5	5	8	6,16	20,5	87	14,5
2	40	5	10	8	6,03	20,3	58	10,4
3	40	5	15	8	5,93	20,3	44	7,93
4	40	5	20	8	5,99	20,3	37	6,66
5	40	5	25	8	5,92	20,5	27	4,5
6	40	5	30	8	5,87	20,6	21	3,54
1	40	5	35	7,2	5,91	20,5	21	3,37
2	40	5	40	6,8	5,86	20,3	18	3,01
3	40	5	45	7	5,77	20,4	15	2,51
4	40	5	50	7	5,75	20,4	14	2,42
5	40	5	55	7,2	5,8	20,5	13	1,95
6	40	5	60	7	5,81	20,5	10	1,85

QUINTA SERIE

Tabla 13. Curva de sedimentabilidad con el uso del extracto de Fique como ayudante de coagulación.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	Tiempo de sedimentación (minutos)	Altura (cm)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	5	5	8	6,54	19,3	67	12,7
2	40	5	10	8	6,5	18,9	60	11,5
3	40	5	15	8	6,36	18,9	47	9,36
4	40	5	20	8	6,35	18,8	33	7,04
5	40	5	25	8	6,35	19	24	5,24
6	40	5	30	8	6,35	19,2	17	4,09
1	40	5	35	7	6,34	19	13	3,42
2	40	5	40	6,9	6,33	19,2	10	2,86
3	40	5	45	7	6,33	19,1	10	2,76
4	40	5	50	6,9	6,34	19	7	2,37
5	40	5	55	6,9	6,32	19,1	5	2,08
6	40	5	60	6,9	6,31	19,3	4	1,81

Tabla 14. Curva de sedimentabilidad con el uso del extracto de Fique como ayudante de floculación.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	Tiempo de sedimentación (minutos)	Altura (cm)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	40	5	8	6,44	19,5	67	12,3
2	40	40	10	8	6,31	19,5	61	11
3	40	40	15	8	6,24	19,5	49	9,03
4	40	40	20	8	6,17	19,5	33	6,32
5	40	40	25	8	6,28	19,8	33	5,47
6	40	40	30	8	6,35	19,9	18	3,84
1	40	40	35	7,2	6,28	19,8	12	2,68
2	40	40	40	7,1	6,27	19,7	12	2,88
3	40	40	45	7,1	6,3	19,7	14	3,12
4	40	40	50	7	6,21	19,9	15	2,22
5	40	40	55	7,1	6,25	19,9	9	1,94
6	40	40	60	7,2	6,23	20,3	9	1,92

Tabla 15. Curva de sedimentabilidad sin el uso de extracto de Fique.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	Tiempo de sedimentación (minutos)	Altura (cm)	pH	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	-	5	8	6,24	20,3	69	12,1
2	40	-	10	8	6,18	20	58	10,6
3	40	-	15	8	6,2	20	45	7,92
4	40	-	20	8	6,22	20	35	6,21
5	40	-	25	8	6,24	20,2	29	6,48
6	40	-	30	8	6,23	20,3	22	4,44
1	40	-	35	7,2	6,23	20,3	15	3,28
2	40	-	40	7	6,24	20,4	11	3,25
3	40	-	45	7	6,26	20,5	14	2,84
4	40	-	50	6,9	6,22	20,7	15	2,69
5	40	-	55	6,9	6,17	20,7	17	2,52
6	40	-	60	6,9	6,19	20,9	11	2,11

SEXTA SERIE**Tabla 16.** Curva de sedimentabilidad con el uso del extracto de Fique como ayudante de coagulación.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	Tiempo de sedimentación (minutos)	Altura (cm)	pH	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	5	5	8	6,42	20,2	79	13
2	40	5	10	8	6,27	19,3	66	11,8
3	40	5	15	8,1	6,33	19,9	55	9,39
4	40	5	20	8,3	6,24	19,5	37	6,91
5	40	5	25	8,1	6,26	19,9	27	5,04
6	40	5	30	8	6,28	20,4	19	4,01
1	40	5	35	7,2	6,15	20,5	14	2,95
2	40	5	40	7	6,28	20,2	13	2,92
3	40	5	45	7,3	6,2	20,1	11	2,48
4	40	5	50	7,7	6,28	20,4	8	2,44
5	40	5	55	7,3	6,23	20,7	6	1,92
6	40	5	60	7	6,21	21,4	6	1,61

Tabla 17. Curva de sedimentabilidad con el uso del extracto de Fique como ayudante de floculación.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	Tiempo de sedimentación (minutos)	Altura (cm)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	40	5	8	6,23	21,6	74	12,2
2	40	40	10	8	6,25	21,3	60	10,5
3	40	40	15	8	6,18	21,4	50	8,51
4	40	40	20	8	6,16	21,3	38	6,42
5	40	40	25	8	6,14	22	29	5,2
6	40	40	30	8	6,13	22	18	3,43
1	40	40	35	7	6,14	21,9	15	2,77
2	40	40	40	7	6,11	22	15	3,15
3	40	40	45	7	6,02	21,9	13	2,57
4	40	40	50	7	6,07	22,1	11	2,39
5	40	40	55	7	6,01	22,1	11	2,04
6	40	40	60	6,9	6,04	22,8	7	1,75

Tabla 18. Curva de sedimentabilidad sin el uso de extracto de Fique.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	Tiempo de sedimentación (minutos)	Altura (cm)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	-	5	8	6,01	23,3	77	12,6
2	40	-	10	8	6,1	22,6	68	11,1
3	40	-	15	8	6,11	22,6	47	8,28
4	40	-	20	8	6,12	22,6	31	5,34
5	40	-	25	8	6,09	22,9	24	4,34
6	40	-	30	8	6,08	23,3	15	3,13
1	40	-	35	7,2	6,09	23,5	17	3,46
2	40	-	40	7,2	6,04	23,3	12	2,43
3	40	-	45	7,1	6,08	23,2	11	2,38
4	40	-	50	7,1	6,03	23,3	8	1,87
5	40	-	55	7,1	6,07	23,2	8	1,82
6	40	-	60	7	6,07	23,5	5	1,43

SÉPTIMA SERIE

Tabla 19. Curva de sedimentabilidad con el uso del extracto de Fique como ayudante de coagulación.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	Tiempo de sedimentación (minutos)	Altura (cm)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	5	5	8	7,21	18,8	53	10,3
2	40	5	10	8	7,11	18,4	44	8,89
3	40	5	15	8	7,09	18,4	48	7,76
4	40	5	20	8	7,03	18,5	20	4,64
5	40	5	25	8	6,98	18,5	14	4,09
6	40	5	30	8	6,94	19	10	3,07
1	40	5	35	7	6,93	19	8	2,62
2	40	5	40	6,9	6,88	18,9	7	2,34
3	40	5	45	6,9	6,9	19	6	2,03
4	40	5	50	6,9	6,86	19,1	5	2,08
5	40	5	55	7	6,84	19,4	4	1,98
6	40	5	60	7	6,83	20	3	1,88

Tabla 20. Curva de sedimentabilidad con el uso del extracto de Fique como ayudante de floculación.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	Tiempo de sedimentación (minutos)	Altura (cm)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	5	5	8	6,77	19,8	55	9,95
2	40	5	10	8	6,76	19,7	46	8,13
3	40	5	15	8	6,7	19,7	37	6,79
4	40	5	20	8	6,68	19,7	31	6,62
5	40	5	25	8	6,69	20	24	4,07
6	40	5	30	8	6,7	20,3	17	3,48
1	40	5	35	7,1	6,64	20,4	13	2,7
2	40	5	40	7	6,66	20,3	12	2,55
3	40	5	45	7	6,67	20,3	10	2,31
4	40	5	50	7	6,68	20,7	10	2,35
5	40	5	55	7	6,6	20,6	9	2,08
6	40	5	60	6,9	6,65	21,2	7	1,55

Tabla 21. Curva de sedimentabilidad sin el uso de extracto de Fique.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	Tiempo de sedimentación (minutos)	Altura (cm)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	-	5	8	6,65	21,3	55	9,85
2	40	-	10	8	6,65	21,1	40	7,74
3	40	-	15	8	6,68	21,1	38	5,83
4	40	-	20	8	6,67	21,1	25	4,55
5	40	-	25	8	6,67	21	17	3,17
6	40	-	30	8	6,64	21,6	14	2,97
1	40	-	35	7,1	6,68	21,8	12	2,42
2	40	-	40	7	6,64	21,6	9	1,96
3	40	-	45	7	6,67	21,9	9	1,96
4	40	-	50	7,1	6,64	21,6	9	1,92
5	40	-	55	7	6,63	22	5	1,52
6	40	-	60	6,9	6,6	22,3	4	1,21

OCTAVA SERIE**Tabla 22.** Curva de sedimentabilidad con el uso del extracto de Fique como ayudante de coagulación.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	Tiempo de sedimentación (minutos)	Altura (cm)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	5	5	8	7,35	18,6	48	8,25
2	40	5	10	8	7,35	18,6	35	6,4
3	40	5	15	8	7,33	18,3	27	5,05
4	40	5	20	8	7,32	18,6	20	3,68
5	40	5	25	8	7,21	18,6	17	3,19
6	40	5	30	8	7,19	19,4	13	2,23
1	40	5	35	7	7,17	19,3	10	2,06
2	40	5	40	7	7,26	19,7	9	1,87
3	40	5	45	7	7,23	19,3	9	1,75
4	40	5	50	7,1	7,24	19,4	9	1,5
5	40	5	55	7	7,2	19,5	9	1,48
6	40	5	60	7,1	7,22	20,2	8	1,68

Tabla 23. Curva de sedimentabilidad con el uso del extracto de Fique como ayudante de floculación.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	Tiempo de sedimentación (minutos)	Altura (cm)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	5	5	8	6,9	20,6	45	7,85
2	40	5	10	8	6,92	20,3	29	5,36
3	40	5	15	8	6,91	20,3	21	4,01
4	40	5	20	8	6,9	20,2	20	3,94
5	40	5	25	8	6,92	20,6	13	2,3
6	40	5	30	8	6,93	21	9	1,93
1	40	5	35	7,2	6,91	20,8	9	1,86
2	40	5	40	7	6,87	20,8	7	1,47
3	40	5	45	7	6,85	20,8	6	1,36
4	40	5	50	6,9	6,9	20,8	7	1,58
5	40	5	55	7	6,91	21	6	1,31
6	40	5	60	6,9	6,87	21,6	5	1,29

Tabla 24. Curva de sedimentabilidad sin el uso de extracto de Fique.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	Tiempo de sedimentación (minutos)	Altura (cm)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	-	5	8	6,87	21,9	44	7,84
2	40	-	10	8	6,88	21,5	31	7,66
3	40	-	15	8	6,88	21,4	26	4,84
4	40	-	20	8	6,86	21,3	16	2,93
5	40	-	25	8	6,86	21,6	11	2,01
6	40	-	30	8	6,83	21,9	10	1,99
1	40	-	35	7	6,83	21,5	9	1,54
2	40	-	40	7	6,86	21,3	8	1,41
3	40	-	45	7,2	6,87	21,1	9	1,58
4	40	-	50	7	6,86	21,2	8	1,31
5	40	-	55	6,9	6,86	21,2	8	1,35
6	40	-	60	7	6,86	21,5	7	1,19

NOVENA SERIE

Tabla 25. Curva de sedimentabilidad con el uso del extracto de Fique como ayudante de coagulación.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	Tiempo de sedimentación (minutos)	Altura (cm)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	5	5	8	7,08	17,6	64	11,3
2	40	5	10	8	7,07	17,1	58	10,4
3	40	5	15	8	7,01	17,5	47	8,28
4	40	5	20	8	6,91	17,6	37	6,3
5	40	5	25	8	6,95	17,8	25	4,27
6	40	5	30	8	6,92	18	20	3,75
1	40	5	35	7	6,92	18,1	18	3,1
2	40	5	40	7	6,85	18,1	17	3,25
3	40	5	45	7	6,82	17,8	16	2,77
4	40	5	50	7	6,83	18,2	13	2,54
5	40	5	55	6,9	6,7	18,3	10	1,97
6	40	5	60	7	6,8	18,4	9	1,89

Tabla 26. Curva de sedimentabilidad con el uso del extracto de Fique como ayudante de floculación.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	Tiempo de sedimentación (minutos)	Altura (cm)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	5	5	8	6,73	20,5	61	9,91
2	40	5	10	8	6,69	20,1	53	8,25
3	40	5	15	8	6,69	20	33	5,43
4	40	5	20	8	6,5	20,1	28	4,44
5	40	5	25	8	6,6	20,4	18	2,98
6	40	5	30	8	6,6	20,6	18	2,86
1	40	5	35	7	6,64	20,4	15	2,3
2	40	5	40	7	6,63	20,5	14	2,16
3	40	5	45	7	6,64	20,5	11	1,57
4	40	5	50	7	6,66	20,6	10	1,52
5	40	5	55	7	6,65	20,8	9	1,45
6	40	5	60	7	6,64	21,1	9	1,39

Tabla 27. Curva de sedimentabilidad sin el uso de extracto de Fique.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	Tiempo de sedimentación (minutos)	Altura (cm)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	-	5	8	6,63	22,5	63	10,1
2	40	-	10	8	6,62	22	52	8,44
3	40	-	15	8	6,63	22,3	44	7,83
4	40	-	20	8	6,57	22,5	33	5,65
5	40	-	25	8	6,59	22,6	22	3,55
6	40	-	30	8	6,66	23,2	20	3,15
1	40	-	35	7,1	6,61	23,1	18	2,69
2	40	-	40	7	6,64	23	14	2,1
3	40	-	45	7	6,64	22,9	10	1,94
4	40	-	50	6,9	6,61	22,9	12	2,04
5	40	-	55	6,8	6,58	22,8	9	1,79
6	40	-	60	6,9	6,58	23,3	8	1,57

DÉCIMA SERIE**Tabla 28.** Curva de sedimentabilidad con el uso del extracto de Fique como ayudante de coagulación.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	Tiempo de sedimentación (minutos)	Altura (cm)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	5	5	8	6,58	18,2	73	13
2	40	5	10	8	6,59	17,7	64	11,2
3	40	5	15	8	6,53	17,5	48	8,48
4	40	5	20	8	6,44	18	33	6,16
5	40	5	25	8	6,39	17,7	28	5,06
6	40	5	30	8	6,28	18,2	20	3,63
1	40	5	35	6,9	6,39	18,3	16	3,38
2	40	5	40	7	6,4	18,2	16	3,26
3	40	5	45	6,8	6,41	18	13	2,92
4	40	5	50	6,9	6,4	18,3	12	2,43
5	40	5	55	6,9	6,36	18,6	11	2,18
6	40	5	60	6,9	6,4	19	9	2,12

Tabla 29. Curva de sedimentabilidad con el uso del extracto de Fique como ayudante de floculación.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	Tiempo de sedimentación (minutos)	Altura (cm)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	40	5	8	6,36	21,6	71	11,5
2	40	40	10	8	6,35	21,1	57	9,02
3	40	40	15	8	6,34	21,4	39	6,16
4	40	40	20	8	6,39	21,4	33	4,99
5	40	40	25	8	6,32	21,6	22	3,33
6	40	40	30	8	6,37	22,1	18	2,6
1	40	40	35	7,1	6,36	22,4	14	2,36
2	40	40	40	7,1	6,37	22,2	13	2,28
3	40	40	45	7,1	6,34	22	12	2,02
4	40	40	50	7,1	6,37	22,3	13	2,16
5	40	40	55	7,1	6,38	22,3	11	1,42
6	40	40	60	7,2	6,38	22,4	10	1,28

Tabla 30. Curva de sedimentabilidad sin el uso de extracto de Fique.

Jarra	Dosis de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Dosis extracto de Fique (mg/L)	Tiempo de sedimentación (minutos)	Altura (cm)	pH	Temperatura (°C)	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)
1	40	-	5	8	6,39	23,2	70	11,1
2	40	-	10	8	6,42	22,5	59	9,34
3	40	-	15	8	6,4	22,4	39	6,16
4	40	-	20	8	6,34	22,7	30	4,61
5	40	-	25	8	6,33	22,7	21	3,3
6	40	-	30	8	6,31	23,3	14	2,53
1	40	-	35	7	6,31	23,2	13	2,3
2	40	-	40	7	6,37	23,1	13	2,21
3	40	-	45	6,9	6,32	23,2	11	1,68
4	40	-	50	6,9	6,3	23,3	13	2,07
5	40	-	55	6,9	6,38	23,3	10	1,41
6	40	-	60	7	6,35	23,5	8	1,23

ANEXO 9. COMPARACIÓN ESTADÍSTICA ENTRE CURVAS DE SEDIMENTABILIDAD

PRIMERA SERIE

Los siguientes datos fueron reportados por el software estadístico STATGRAPHICS Centurion XVII (Statpoint Technologies, Inc.).

Comparación de Líneas de Regresión - Fracción Remanente de Turbiedad vs. Velocidad Sedimentación (cm/min)

Variable dependiente: Fracción Remanente de Turbiedad

Variable independiente: Velocidad Sedimentación (cm/min)

Códigos de Nivel: TRATAMIENTO

Número de casos completos: 36

Número de líneas de regresión: 3

Análisis de Regresión Múltiple

		<i>Error</i>
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Estándar</i>
CONSTANTE	0,0110734	0,0108106
Velocidad Sedimentación (cm/min)	0,823853	0,0188137
TRATAMIENTO=A.Coagulación	0,074358	0,0152885
TRATAMIENTO=Sin Fique	0,0183627	0,0152885
Velocidad Sedimentación (cm/min)*TRATAMIENTO=A.Coagulación	0,0360678	0,0266065
Velocidad Sedimentación (cm/min)*TRATAMIENTO=Sin Fique	0,0491335	0,0266065

<i>Estadístico</i>	
<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
1,02431	0,3139
43,7901	0,0000
4,86365	0,0000
1,20108	0,2391
1,3556	0,1853
1,84667	0,0747

Coefficients

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Intercepto</i>	<i>Pendiente</i>
A. Floculación	0,0110734	0,823853
A.Coagulación	0,0854314	0,859921
Sin Fique	0,0294361	0,872986

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	4,43992	5	0,887985	1245,36	0,0000
Residuo	0,0213911	30	0,000713037		
Total (Corr.)	4,46131	35			

R-Cuadrada = 99,5205 por ciento

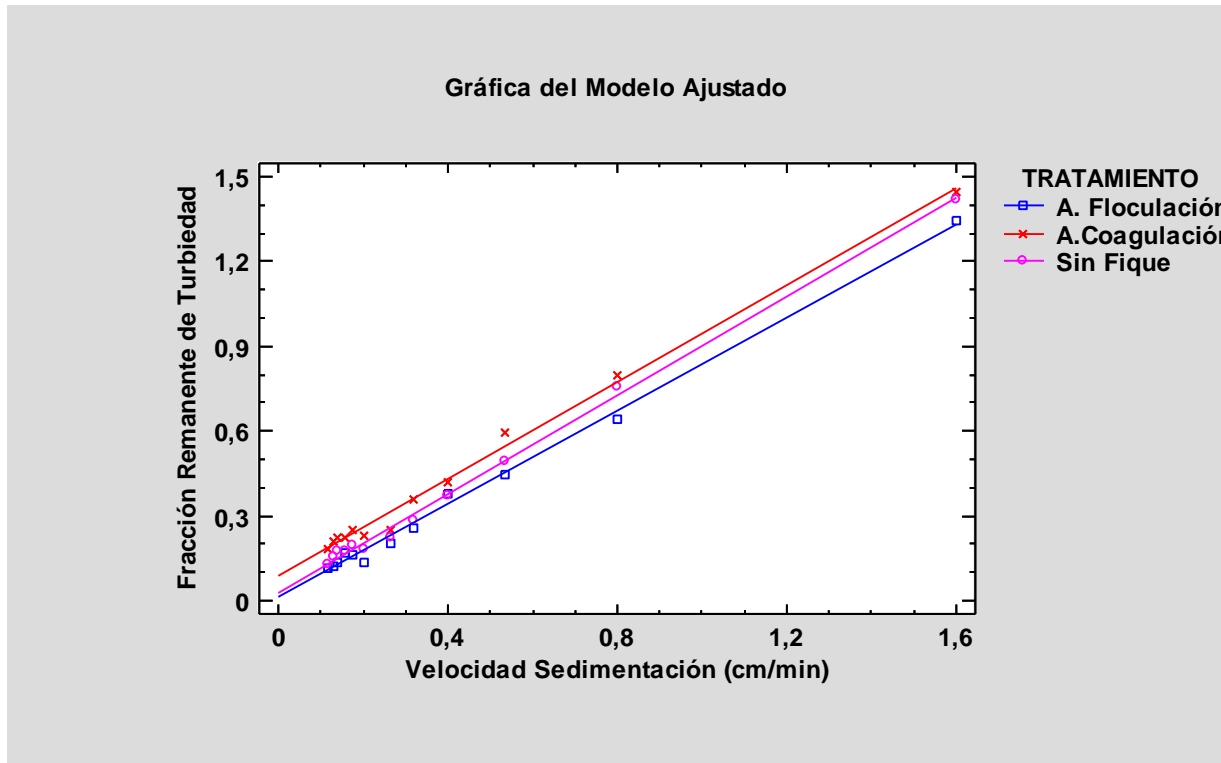
R-Cuadrada (ajustada por g.l.) = 99,4406 por ciento

Error estándar del est. = 0,0267028

Error medio absoluto = 0,01963

Estadístico Durbin-Watson = 1,48074 (P=0,0086)

Autocorrelación residual de retardo 1 = 0,254701



ANOVA Adicional para Variables Según el Orden de Introducción

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Velocidad Sedimentación (cm/min)	4,38959	1	4,38959	6156,19	0,0000
Interceptos	0,0477235	2	0,0238617	33,46	0,0000
Pendientes	0,00260923	2	0,00130462	1,83	0,1779
Modelo	4,43992	5			

El StatAdvisor

Esta tabla le permite evaluar la significancia estadística de los términos en el modelo. Dado que el valor-P para las pendientes es mayor que 0,1, no existen diferencias estadísticas entre las pendientes para los distintos valores de TRATAMIENTO con un nivel de confianza del 90% o mayor. Puede forzar que se consideren pendientes iguales marcando la casilla correspondiente en el cuadro de diálogo de Opciones de Análisis. Dado el valor-P para los interceptos es menor que 0,01, existen diferencias estadísticamente significativas entre los interceptos para los diferentes valores de TRATAMIENTO con un nivel de confianza del 99%.

SEGUNDA SERIE

Los siguientes datos fueron reportados por el software estadístico STATGRAPHICS Centurion XVII (Statpoint Technologies, Inc.).

Comparación de Líneas de Regresión - Fracción Remanente de Turbiedad vs. Velocidad Sedimentación (cm/min)

Variable dependiente: Fracción Remanente de Turbiedad
Variable independiente: Velocidad Sedimentación (cm/min)
Códigos de Nivel: TRATAMIENTO

Número de casos completos: 36
Número de líneas de regresión: 3

Análisis de Regresión Múltiple

		<i>Error</i>
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Estándar</i>
CONSTANTE	0,0118849	0,0134138
Velocidad Sedimentación (cm/min)	0,646147	0,023344
TRATAMIENTO=A.Coagulación	-0,0109423	0,01897
TRATAMIENTO=Sin Fique	-0,0276502	0,01897
Velocidad Sedimentación (cm/min)*TRATAMIENTO=A.Coagulación	-0,0417623	0,0330134
Velocidad Sedimentación (cm/min)*TRATAMIENTO=Sin Fique	-0,0167125	0,0330134

<i>Estadístico</i>	
<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
0,886022	0,3827
27,6793	0,0000
-0,576819	0,5684
-1,45758	0,1553
-1,26501	0,2156
-0,506232	0,6164

Coefficients

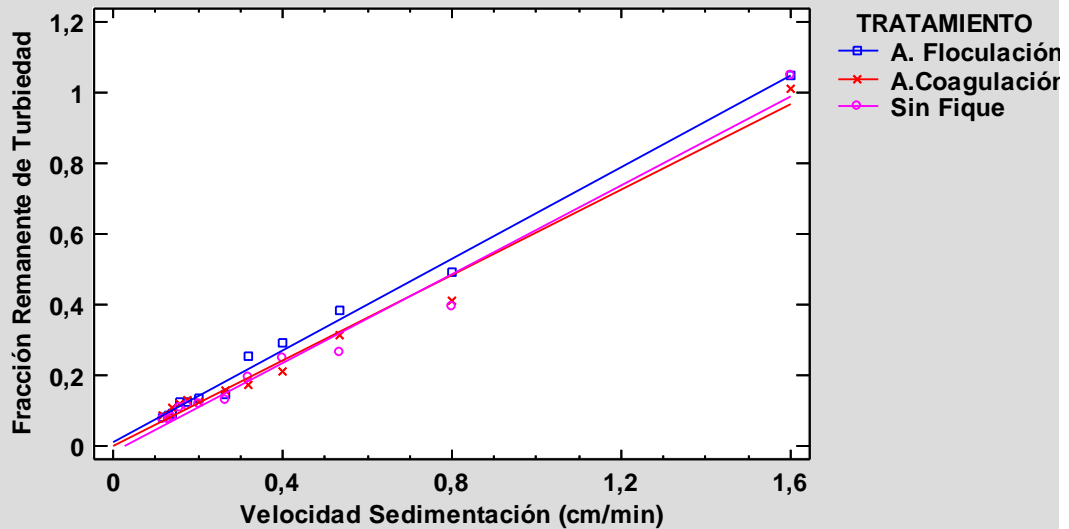
<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Intercepto</i>	<i>Pendiente</i>
A. Floculación	0,0118849	0,646147
A.Coagulación	0,000942676	0,604385
Sin Fique	-0,0157653	0,629434

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	2,38302	5	0,476604	434,15	0,0000
Residuo	0,0329335	30	0,00109778		
Total (Corr.)	2,41595	35			

R-Cuadrada = 98,6368 por ciento
R-Cuadrada (ajustada por g.l.) = 98,4096 por ciento
Error estándar del est. = 0,0331328
Error medio absoluto = 0,0227791
Estadístico Durbin-Watson = 1,96469 (P=0,1970)
Autocorrelación residual de retardo 1 = -0,0165704

Gráfica del Modelo Ajustado



ANOVA Adicional para Variables Según el Orden de Introducción

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Velocidad Sedimentación (cm/min)	2,37325	1	2,37325	2161,86	0,0000
Interceptos	0,007988	2	0,003994	3,64	0,0385
Pendientes	0,00178007	2	0,000890034	0,81	0,4540
Modelo	2,38302	5			

El StatAdvisor

Esta tabla le permite evaluar la significancia estadística de los términos en el modelo. Dado que el valor-P para las pendientes es mayor que 0,1, no existen diferencias estadísticas entre las pendientes para los distintos valores de TRATAMIENTO con un nivel de confianza del 90% o mayor. Puede forzar que se consideren pendientes iguales marcando la casilla correspondiente en el cuadro de diálogo de Opciones de Análisis. Dado el valor-P para los interceptos es menor que 0,05, existen diferencias estadísticamente significativas entre los interceptos para los diferentes valores de TRATAMIENTO con un nivel de confianza del 95%.

TERCERA SERIE

Los siguientes datos fueron reportados por el software estadístico STATGRAPHICS Centurion XVII (Statpoint Technologies, Inc.).

Comparación de Líneas de Regresión - Fracción Remanente de Turbiedad vs. Velocidad Sedimentación (cm/min)

Variable dependiente: Fracción Remanente de Turbiedad
Variable independiente: Velocidad Sedimentación (cm/min)
Códigos de Nivel: TRATAMIENTO

Número de casos completos: 36
Número de líneas de regresión: 3

Análisis de Regresión Múltiple

		<i>Error</i>
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Estándar</i>
CONSTANTE	0,00291467	0,00720614
Velocidad Sedimentación (cm/min)	0,566989	0,0125657
TRATAMIENTO=A.Coagulación	0,00464281	0,0102024
TRATAMIENTO=Sin Fique	-0,00905557	0,0101928
Velocidad Sedimentación (cm/min)*TRATAMIENTO=A.Coagulación	0,0266517	0,0177689
Velocidad Sedimentación (cm/min)*TRATAMIENTO=Sin Fique	0,0191021	0,0177567

<i>Estadístico</i>	
<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
0,40447	0,6887
45,1218	0,0000
0,45507	0,6523
-0,888426	0,3814
1,49991	0,1441
1,07577	0,2906

Coefficients

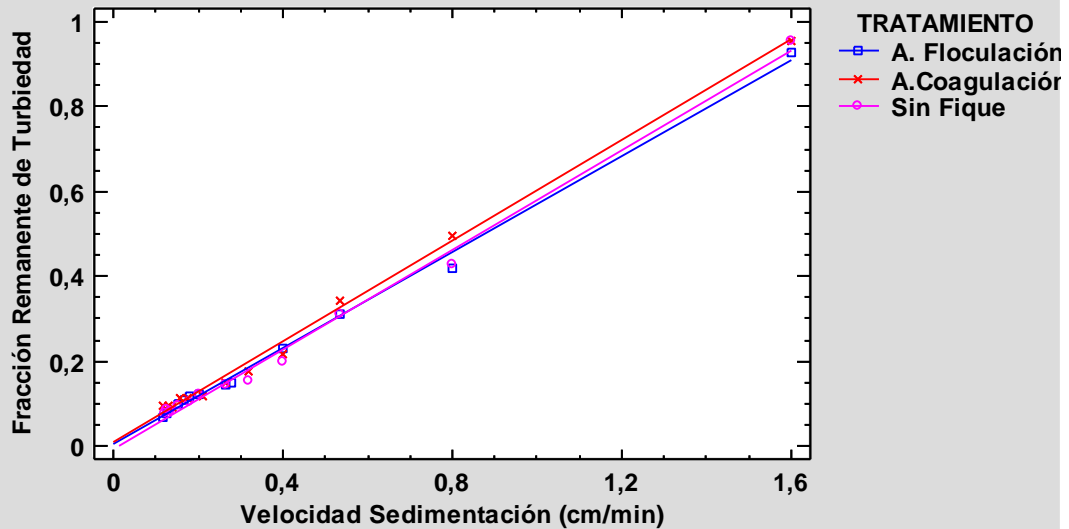
<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Intercepto</i>	<i>Pendiente</i>
A. Floculación	0,00291467	0,566989
A.Coagulación	0,00755748	0,59364
Sin Fique	-0,0061409	0,586091

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	2,04998	5	0,409995	1291,65	0,0000
Residuo	0,00952258	30	0,000317419		
Total (Corr.)	2,0595	35			

R-Cuadrada = 99,5376 por ciento
R-Cuadrada (ajustada por g.l.) = 99,4606 por ciento
Error estándar del est. = 0,0178163
Error medio absoluto = 0,013176
Estadístico Durbin-Watson = 1,66947 (P=0,0379)
Autocorrelación residual de retardo 1 = 0,153358

Gráfica del Modelo Ajustado



ANOVA Adicional para Variables Según el Orden de Introducción

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Velocidad Sedimentación (cm/min)	2,04714	1	2,04714	6449,33	0,0000
Interceptos	0,00207468	2	0,00103734	3,27	0,0520
Pendientes	0,000758877	2	0,000379439	1,20	0,3166
Modelo	2,04998	5			

El StatAdvisor

Esta tabla le permite evaluar la significancia estadística de los términos en el modelo. Dado que el valor-P para las pendientes es mayor que 0,1, no existen diferencias estadísticas entre las pendientes para los distintos valores de TRATAMIENTO con un nivel de confianza del 90% o mayor. Puede forzar que se consideren pendientes iguales marcando la casilla correspondiente en el cuadro de diálogo de Opciones de Análisis. Dado el valor-P para los interceptos es menor que 0,1, existen diferencias estadísticamente significativas entre los interceptos para los diferentes valores de TRATAMIENTO con un nivel de confianza del 90%.

CUARTA SERIE

Los siguientes datos fueron reportados por el software estadístico STATGRAPHICS Centurion XVII (Statpoint Technologies, Inc.).

Comparación de Líneas de Regresión - Fracción Remanente de Turbiedad vs. Velocidad Sedimentación (cm/min)

Variable dependiente: Fracción Remanente de Turbiedad
Variable independiente: Velocidad Sedimentación (cm/min)
Códigos de Nivel: TRATAMIENTO

Número de casos completos: 36
Número de líneas de regresión: 3

Análisis de Regresión Múltiple

		<i>Error</i>
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Estándar</i>
CONSTANTE	0,280811	0,0944322
Velocidad Sedimentación (cm/min)	1,49383	0,164393
TRATAMIENTO=A.Coagulación	0,230973	0,133594
TRATAMIENTO=Sin Fique	-0,0157735	0,133699
Velocidad Sedimentación (cm/min)*TRATAMIENTO=A.Coagulación	-0,0401974	0,232549
Velocidad Sedimentación (cm/min)*TRATAMIENTO=Sin Fique	-0,0393181	0,23269

<i>Estadístico</i>	
<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
2,97368	0,0058
9,08693	0,0000
1,72892	0,0941
-0,117978	0,9069
-0,172856	0,8639
-0,168972	0,8670

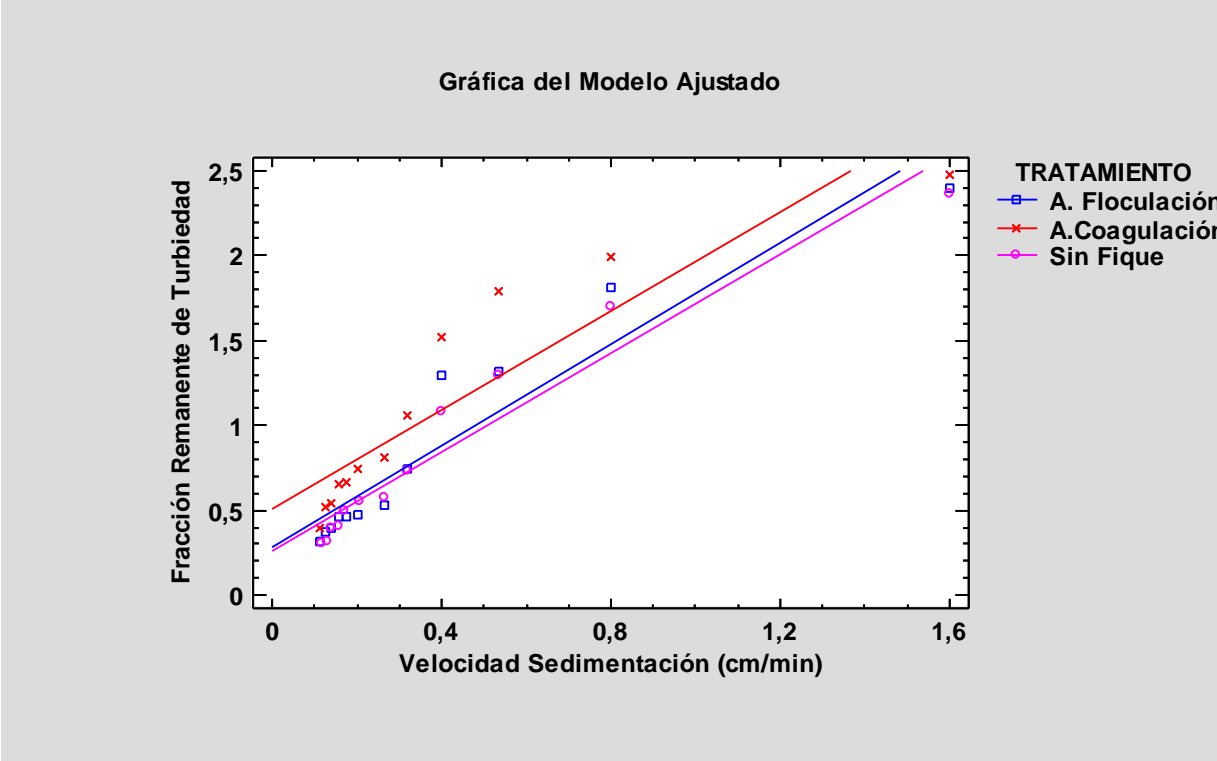
Coefficients

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Intercepto</i>	<i>Pendiente</i>
A. Flocculación	0,280811	1,49383
A.Coagulación	0,511784	1,45363
Sin Fique	0,265038	1,45451

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	13,4569	5	2,69138	49,31	0,0000
Residuo	1,63737	30	0,0545789		
Total (Corr.)	15,0942	35			

R-Cuadrada = 89,1524 por ciento
R-Cuadrada (ajustada por g.l.) = 87,3444 por ciento
Error estándar del est. = 0,233621
Error medio absoluto = 0,17139
Estadístico Durbin-Watson = 0,983902 (P=0,0000)
Autocorrelación residual de retardo 1 = 0,463519



ANOVA Adicional para Variables Según el Orden de Introducción

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Velocidad Sedimentación (cm/min)	13,0233	1	13,0233	238,61	0,0000
Interceptos	0,431416	2	0,215708	3,95	0,0300
Pendientes	0,00212741	2	0,0010637	0,02	0,9807
Modelo	13,4569	5			

El StatAdvisor

Esta tabla le permite evaluar la significancia estadística de los términos en el modelo. Dado que el valor-P para las pendientes es mayor que 0,1, no existen diferencias estadísticas entre las pendientes para los distintos valores de TRATAMIENTO con un nivel de confianza del 90% o mayor. Puede forzar que se consideren pendientes iguales marcando la casilla correspondiente en el cuadro de diálogo de Opciones de Análisis. Dado el valor-P para los interceptos es menor que 0,05, existen diferencias estadísticamente significativas entre los interceptos para los diferentes valores de TRATAMIENTO con un nivel de confianza del 95%.

QUINTA SERIE

Los siguientes datos fueron reportados por el software estadístico STATGRAPHICS Centurion XVII (Statpoint Technologies, Inc.).

Comparación de Líneas de Regresión - Fracción Remanente de Turbiedad vs. Velocidad Sedimentación (cm/min)

Variable dependiente: Fracción Remanente de Turbiedad
Variable independiente: Velocidad Sedimentación (cm/min)
Códigos de Nivel: TRATAMIENTO

Número de casos completos: 36
Número de líneas de regresión: 3

Análisis de Regresión Múltiple

		<i>Error</i>	<i>Estadístico</i>
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Estándar</i>	<i>T</i>
CONSTANTE	0,430146	0,133608	3,21945
Velocidad Sedimentación (cm/min)	1,60208	0,232367	6,8946
TRATAMIENTO=A.Coagulación	0,0225642	0,188591	0,119646
TRATAMIENTO=Sin Fique	0,0810697	0,188709	0,429602
Velocidad Sedimentación (cm/min)*TRATAMIENTO=A.Coagulación	0,0589497	0,328145	0,179645
Velocidad Sedimentación (cm/min)*TRATAMIENTO=Sin Fique	-0,122777	0,328284	-0,373995

<i>Valor-P</i>
0,0031
0,0000
0,9056
0,6706
0,8586
0,7110

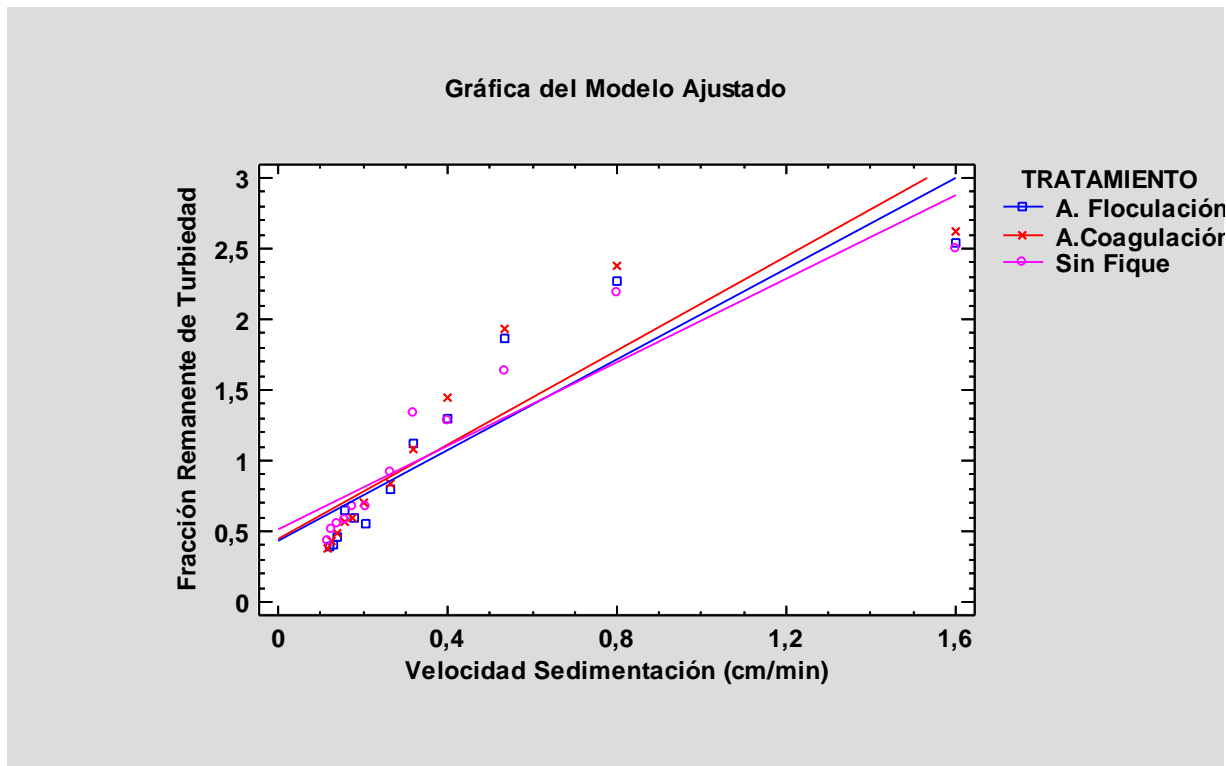
Coefficients

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Intercepto</i>	<i>Pendiente</i>
A. Floculación	0,430146	1,60208
A.Coagulación	0,45271	1,66103
Sin Fique	0,511216	1,4793

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	15,1426	5	3,02851	27,95	0,0000
Residuo	3,25111	30	0,10837		
Total (Corr.)	18,3937	35			

R-Cuadrada = 82,3249 por ciento
R-Cuadrada (ajustada por g.l.) = 79,379 por ciento
Error estándar del est. = 0,329196
Error medio absoluto = 0,251367
Estadístico Durbin-Watson = 1,12263 (P=0,0001)
Autocorrelación residual de retardo 1 = 0,392162



ANOVA Adicional para Variables Según el Orden de Introducción

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Velocidad Sedimentación (cm/min)	15,0945	1	15,0945	139,29	0,0000
Interceptos	0,0133973	2	0,00669864	0,06	0,9402
Pendientes	0,0346625	2	0,0173312	0,16	0,8529
Modelo	15,1426	5			

El StatAdvisor

Esta tabla le permite evaluar la significancia estadística de los términos en el modelo. Dado que el valor-P para las pendientes es mayor que 0,1, no existen diferencias estadísticas entre las pendientes para los distintos valores de TRATAMIENTO con un nivel de confianza del 90% o mayor. Puede forzar que se consideren pendientes iguales marcando la casilla correspondiente en el cuadro de diálogo de Opciones de Análisis. Dado el valor-P para los interceptos es mayor que 0,1, no existen diferencias estadísticamente significativas entre los interceptos para los diferentes valores de TRATAMIENTO con un nivel de confianza del 90% o mayor. Puede forzar a que se consideren interceptos iguales marcando la casilla correspondiente en el cuadro de diálogo de Opciones de Análisis.

SEXTA SERIE

Los siguientes datos fueron reportados por el software estadístico STATGRAPHICS Centurion XVII (Statpoint Technologies, Inc.).

Comparación de Líneas de Regresión - Fracción Remanente de Turbiedad vs. Velocidad Sedimentación (cm/min)

Variable dependiente: Fracción Remanente de Turbiedad
Variable independiente: Velocidad Sedimentación (cm/min)
Códigos de Nivel: TRATAMIENTO

Número de casos completos: 36
Número de líneas de regresión: 3

Análisis de Regresión Múltiple

Parámetro	Error		Estadístico
	Estimado	Estándar	T
CONSTANTE	0,375097	0,120502	3,11278
Velocidad Sedimentación (cm/min)	1,42517	0,20972	6,7956
TRATAMIENTO=A.Coagulación	-0,016242	0,171098	-0,0949283
TRATAMIENTO=Sin Fique	-0,089676	0,170667	-0,525445
Velocidad Sedimentación (cm/min)*TRATAMIENTO=A.Coagulación	0,157865	0,297168	0,531231
Velocidad Sedimentación (cm/min)*TRATAMIENTO=Sin Fique	0,110455	0,296909	0,372018

Valor-P
0,0041
0,0000
0,9250
0,6031
0,5992
0,7125

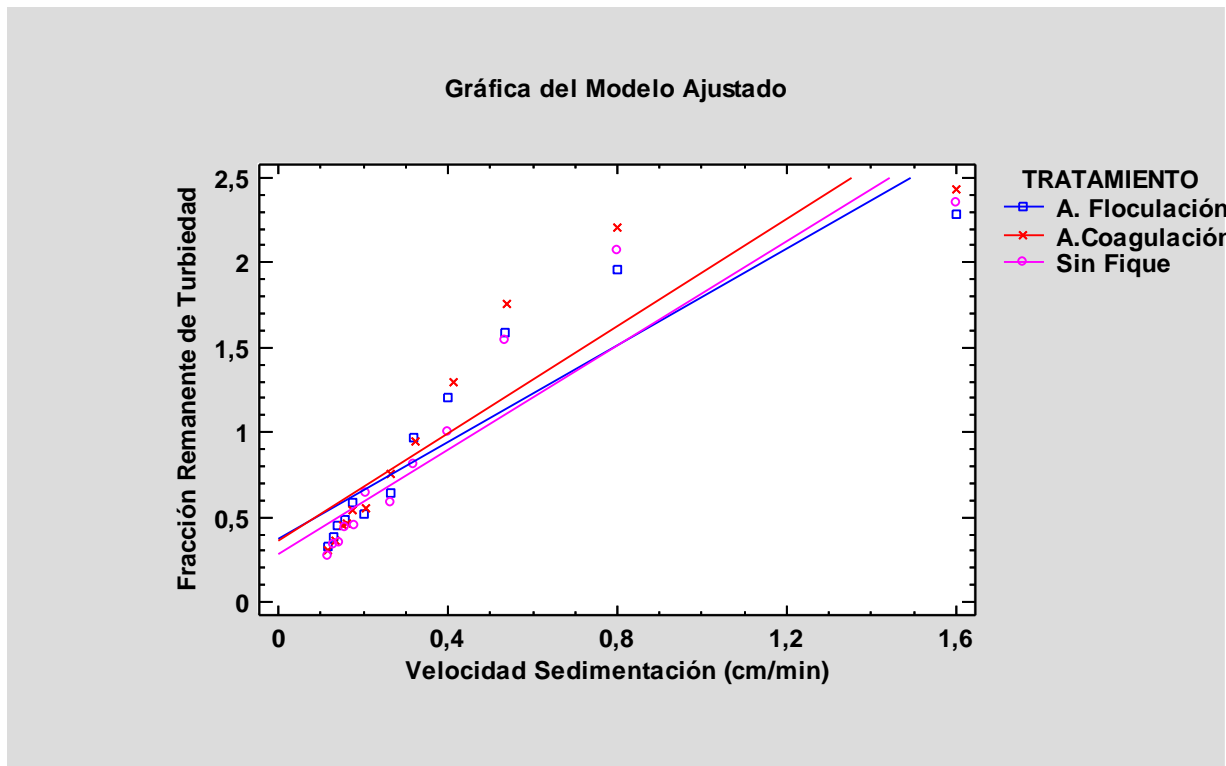
Coefficients

TRATAMIENTO	Intercepto	Pendiente
A. Floculación	0,375097	1,42517
A.Coagulación	0,358855	1,58304
Sin Fique	0,285421	1,53563

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	13,8954	5	2,77907	31,35	0,0000
Residuo	2,65933	30	0,0886444		
Total (Corr.)	16,5547	35			

R-Cuadrada = 83,9361 por ciento
R-Cuadrada (ajustada por g.l.) = 81,2588 por ciento
Error estándar del est. = 0,297732
Error medio absoluto = 0,219371
Estadístico Durbin-Watson = 1,20704 (P=0,0005)
Autocorrelación residual de retardo 1 = 0,349065



ANOVA Adicional para Variables Según el Orden de Introducción

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Velocidad Sedimentación (cm/min)	13,8173	1	13,8173	155,87	0,0000
Interceptos	0,0517202	2	0,0258601	0,29	0,7491
Pendientes	0,0263717	2	0,0131859	0,15	0,8624
Modelo	13,8954	5			

El StatAdvisor

Esta tabla le permite evaluar la significancia estadística de los términos en el modelo. Dado que el valor-P para las pendientes es mayor que 0,1, no existen diferencias estadísticas entre las pendientes para los distintos valores de TRATAMIENTO con un nivel de confianza del 90% o mayor. Puede forzar que se consideren pendientes iguales marcando la casilla correspondiente en el cuadro de diálogo de Opciones de Análisis. Dado el valor-P para los Interceptos es mayor que 0,1, no existen diferencias estadísticamente significativas entre los interceptos para los diferentes valores de TRATAMIENTO con un nivel de confianza del 90% o mayor. Puede forzar a que se consideren interceptos iguales marcando la casilla correspondiente en el cuadro de diálogo de Opciones de Análisis.

SÉPTIMA SERIE

Los siguientes datos fueron reportados por el software estadístico STATGRAPHICS Centurion XVII (Statpoint Technologies, Inc.).

Comparación de Líneas de Regresión - Fracción Remanente de Turbiedad vs. Velocidad Sedimentación (cm/min)

Variable dependiente: Fracción Remanente de Turbiedad
Variable independiente: Velocidad Sedimentación (cm/min)
Códigos de Nivel: TRATAMIENTO

Número de casos completos: 36
Número de líneas de regresión: 3

Análisis de Regresión Múltiple

		Error	Estadístico
Parámetro	Estimado	Estándar	T
CONSTANTE	0,443458	0,100968	4,39207
Velocidad Sedimentación (cm/min)	1,29983	0,175697	7,39814
TRATAMIENTO=A.Coagulación	-0,0614118	0,142702	-0,430349
TRATAMIENTO=Sin Fique	-0,155307	0,142814	-1,08748
Velocidad Sedimentación (cm/min)*TRATAMIENTO=A.Coagulación	0,113621	0,248365	0,457475
Velocidad Sedimentación (cm/min)*TRATAMIENTO=Sin Fique	0,0433827	0,248505	0,174575

Valor-P
0,0001
0,0000
0,6700
0,2855
0,6506
0,8626

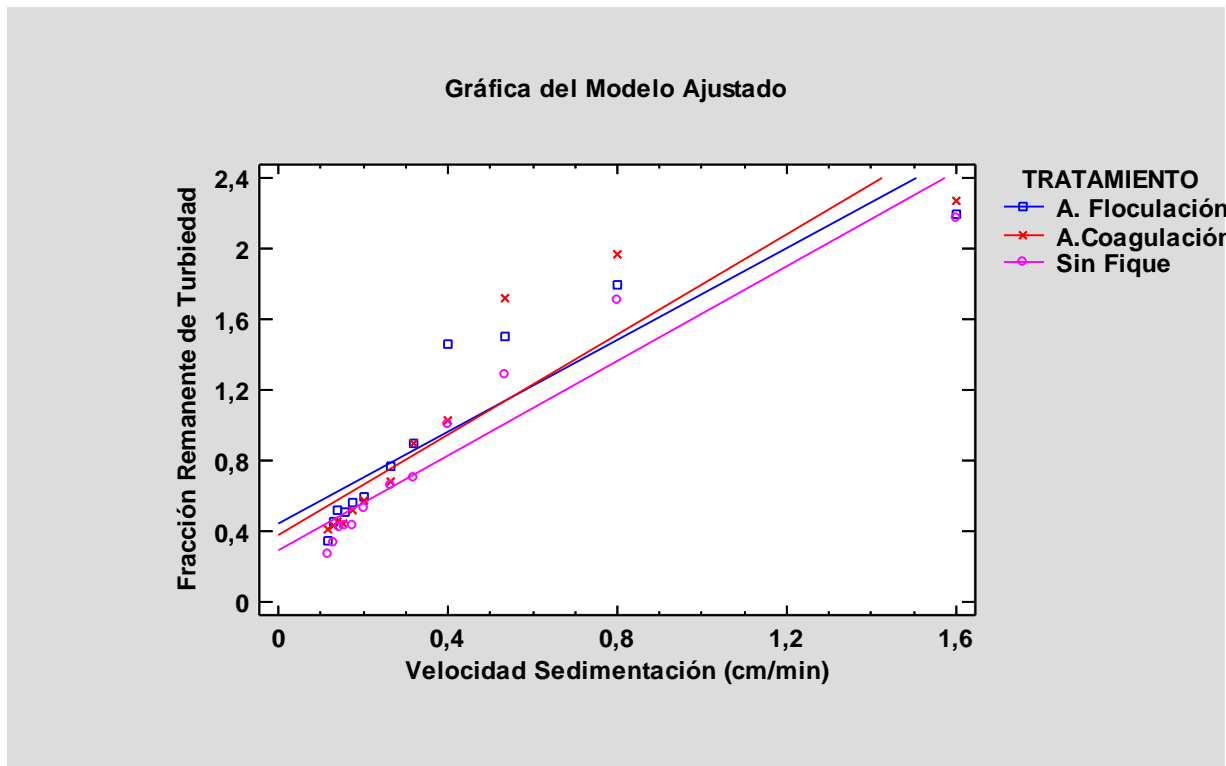
Coefficients

TRATAMIENTO	Intercepto	Pendiente
A. Floculación	0,443458	1,29983
A.Coagulación	0,382046	1,41345
Sin Fique	0,288151	1,34321

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	11,2023	5	2,24046	36,03	0,0000
Residuo	1,86541	30	0,0621802		
Total (Corr.)	13,0677	35			

R-Cuadrada = 85,7251 por ciento
R-Cuadrada (ajustada por g.l.) = 83,3459 por ciento
Error estándar del est. = 0,24936
Error medio absoluto = 0,177744
Estadístico Durbin-Watson = 1,12835 (P=0,0002)
Autocorrelación residual de retardo 1 = 0,390905



ANOVA Adicional para Variables Según el Orden de Introducción

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Velocidad Sedimentación (cm/min)	11,0524	1	11,0524	177,75	0,0000
Interceptos	0,136659	2	0,0683295	1,10	0,3463
Pendientes	0,0132572	2	0,00662858	0,11	0,8992
Modelo	11,2023	5			

El StatAdvisor

Esta tabla le permite evaluar la significancia estadística de los términos en el modelo. Dado que el valor-P para las pendientes es mayor que 0,1, no existen diferencias estadísticas entre las pendientes para los distintos valores de TRATAMIENTO con un nivel de confianza del 90% o mayor. Puede forzar que se consideren pendientes iguales marcando la casilla correspondiente en el cuadro de diálogo de Opciones de Análisis. Dado el valor-P para los interceptos es mayor que 0,1, no existen diferencias estadísticamente significativas entre los interceptos para los diferentes valores de TRATAMIENTO con un nivel de confianza del 90% o mayor. Puede forzar a que se consideren interceptos iguales marcando la casilla correspondiente en el cuadro de diálogo de Opciones de Análisis.

OCTAVA SERIE

Los siguientes datos fueron reportados por el software estadístico STATGRAPHICS Centurion XVII (Statpoint Technologies, Inc.).

Comparación de Líneas de Regresión - Fracción Remanente de Turbiedad vs. Velocidad Sedimentación (cm/min)

Variable dependiente: Fracción Remanente de Turbiedad
Variable independiente: Velocidad Sedimentación (cm/min)
Códigos de Nivel: TRATAMIENTO

Número de casos completos: 36
Número de líneas de regresión: 3

Análisis de Regresión Múltiple

		<i>Error</i>
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Estándar</i>
CONSTANTE	0,252236	0,0818103
Velocidad Sedimentación (cm/min)	1,20456	0,142349
TRATAMIENTO=A.Coagulación	0,0764234	0,115719
TRATAMIENTO=Sin Fique	-0,0292452	0,115707
Velocidad Sedimentación (cm/min)*TRATAMIENTO=A.Coagulación	0,0706781	0,201356
Velocidad Sedimentación (cm/min)*TRATAMIENTO=Sin Fique	0,146663	0,201335

<i>Estadístico</i>	
<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
3,08318	0,0044
8,46196	0,0000
0,660423	0,5140
-0,252752	0,8022
0,351011	0,7280
0,728452	0,4720

Coefficients

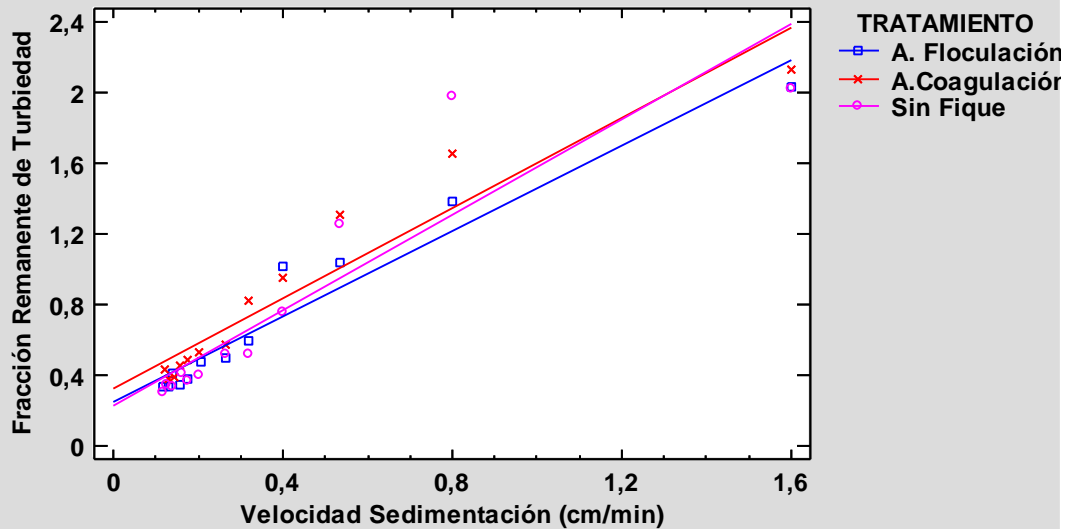
<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Intercepto</i>	<i>Pendiente</i>
A. Floculación	0,252236	1,20456
A.Coagulación	0,328659	1,27523
Sin Fique	0,222991	1,35122

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	9,94153	5	1,98831	48,72	0,0000
Residuo	1,22444	30	0,0408148		
Total (Corr.)	11,166	35			

R-Cuadrada = 89,0342 por ciento
R-Cuadrada (ajustada por g.l.) = 87,2065 por ciento
Error estándar del est. = 0,202027
Error medio absoluto = 0,132099
Estadístico Durbin-Watson = 1,67712 (P=0,0399)
Autocorrelación residual de retardo 1 = 0,136273

Gráfica del Modelo Ajustado



ANOVA Adicional para Variables Según el Orden de Introducción

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Velocidad Sedimentación (cm/min)	9,84974	1	9,84974	241,33	0,0000
Interceptos	0,0701167	2	0,0350584	0,86	0,4338
Pendientes	0,0216674	2	0,0108337	0,27	0,7687
Modelo	9,94153	5			

El StatAdvisor

Esta tabla le permite evaluar la significancia estadística de los términos en el modelo. Dado que el valor-P para las pendientes es mayor que 0,1, no existen diferencias estadísticas entre las pendientes para los distintos valores de TRATAMIENTO con un nivel de confianza del 90% o mayor. Puede forzar que se consideren pendientes iguales marcando la casilla correspondiente en el cuadro de diálogo de Opciones de Análisis. Dado el valor-P para los interceptos es mayor que 0,1, no existen diferencias estadísticamente significativas entre los interceptos para los diferentes valores de TRATAMIENTO con un nivel de confianza del 90% o mayor. Puede forzar a que se consideren interceptos iguales marcando la casilla correspondiente en el cuadro de diálogo de Opciones de Análisis.

NOVENA SERIE

Los siguientes datos fueron reportados por el software estadístico STATGRAPHICS Centurion XVII (Statpoint Technologies, Inc.).

Comparación de Líneas de Regresión - Fracción Remanente de Turbiedad vs. Velocidad Sedimentación (cm/min)

Variable dependiente: Fracción Remanente de Turbiedad
Variable independiente: Velocidad Sedimentación (cm/min)
Códigos de Nivel: TRATAMIENTO

Número de casos completos: 36
Número de líneas de regresión: 3

Análisis de Regresión Múltiple

		Error
Parámetro	Estimado	Estándar
CONSTANTE	0,254962	0,113511
Velocidad Sedimentación (cm/min)	1,38367	0,197543
TRATAMIENTO=A.Coagulación	0,224497	0,160505
TRATAMIENTO=Sin Fique	0,117863	0,160465
Velocidad Sedimentación (cm/min)*TRATAMIENTO=A.Coagulación	0,152269	0,279334
Velocidad Sedimentación (cm/min)*TRATAMIENTO=Sin Fique	0,00897027	0,279269

Estadístico	
T	Valor-P
2,24614	0,0322
7,0044	0,0000
1,3987	0,1722
0,734512	0,4683
0,545116	0,5897
0,0321206	0,9746

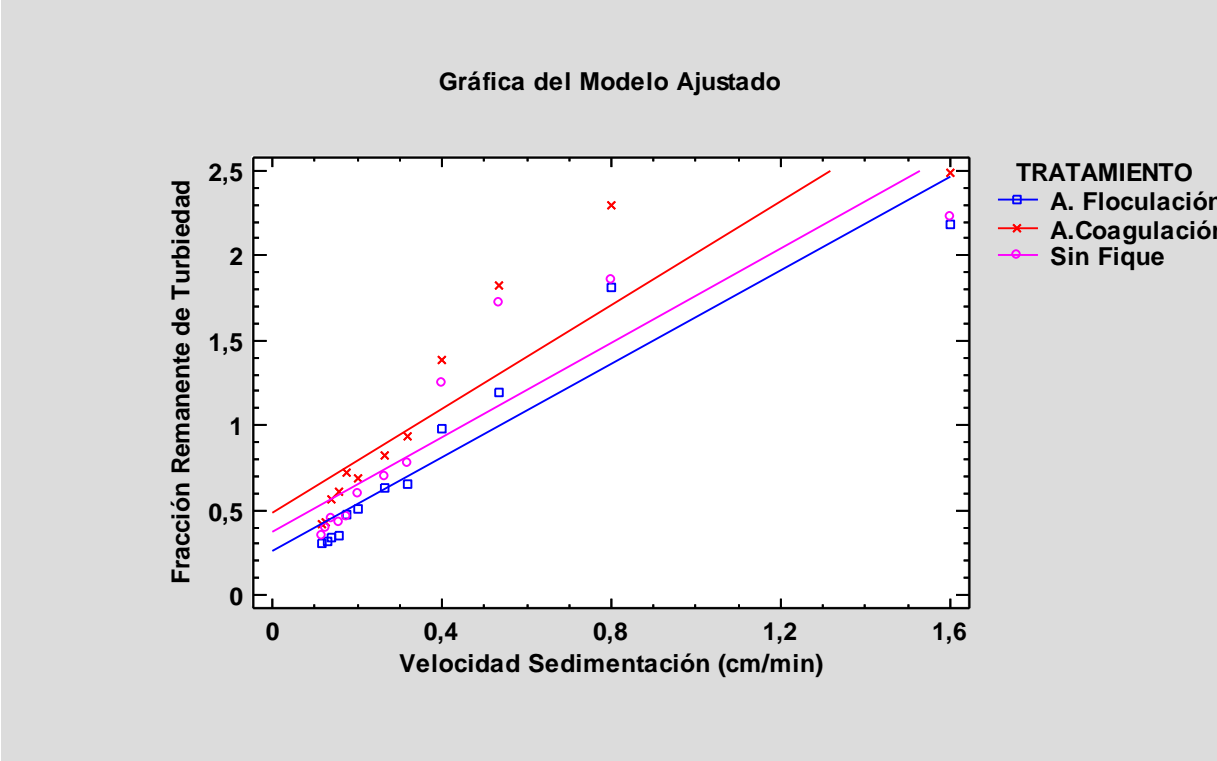
Coefficients

TRATAMIENTO	Intercepto	Pendiente
A. Floculación	0,254962	1,38367
A.Coagulación	0,479459	1,53594
Sin Fique	0,372826	1,39264

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	13,0175	5	2,60349	33,12	0,0000
Residuo	2,35837	30	0,0786122		
Total (Corr.)	15,3758	35			

R-Cuadrada = 84,6619 por ciento
R-Cuadrada (ajustada por g.l.) = 82,1055 por ciento
Error estándar del est. = 0,280379
Error medio absoluto = 0,196183
Estadístico Durbin-Watson = 1,20174 (P=0,0004)
Autocorrelación residual de retardo 1 = 0,349154



ANOVA Adicional para Variables Según el Orden de Introducción

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Velocidad Sedimentación (cm/min)	12,4942	1	12,4942	158,93	0,0000
Interceptos	0,493855	2	0,246928	3,14	0,0577
Pendientes	0,0294278	2	0,0147139	0,19	0,8303
Modelo	13,0175	5			

El StatAdvisor

Esta tabla le permite evaluar la significancia estadística de los términos en el modelo. Dado que el valor-P para las pendientes es mayor que 0,1, no existen diferencias estadísticas entre las pendientes para los distintos valores de TRATAMIENTO con un nivel de confianza del 90% o mayor. Puede forzar que se consideren pendientes iguales marcando la casilla correspondiente en el cuadro de diálogo de Opciones de Análisis. Dado el valor-P para los interceptos es menor que 0,1, existen diferencias estadísticamente significativas entre los interceptos para los diferentes valores de TRATAMIENTO con un nivel de confianza del 90%.

DÉCIMA SERIE

Los siguientes datos fueron reportados por el software estadístico STATGRAPHICS Centurion XVII (Statpoint Technologies, Inc.).

Comparación de Líneas de Regresión - Fracción Remanente de Turbiedad vs. Velocidad Sedimentación (cm/min)

Variable dependiente: Fracción Remanente de Turbiedad
Variable independiente: Velocidad Sedimentación (cm/min)
Códigos de Nivel: TRATAMIENTO

Número de casos completos: 36
Número de líneas de regresión: 3

Análisis de Regresión Múltiple

<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error Estándar</i>
CONSTANTE	0,241206	0,0994021
Velocidad Sedimentación (cm/min)	1,54012	0,17289
TRATAMIENTO=A.Coagulación	0,200377	0,140262
TRATAMIENTO=Sin Fique	-0,00897053	0,140338
Velocidad Sedimentación (cm/min)*TRATAMIENTO=A.Coagulación	0,153292	0,244088
Velocidad Sedimentación (cm/min)*TRATAMIENTO=Sin Fique	-0,0226383	0,244185

<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
T	0,0215
2,42657	0,0000
8,9081	0,1635
1,42859	0,9495
-0,0639211	0,5347
0,628021	0,9268
-0,0927096	

Coefficients

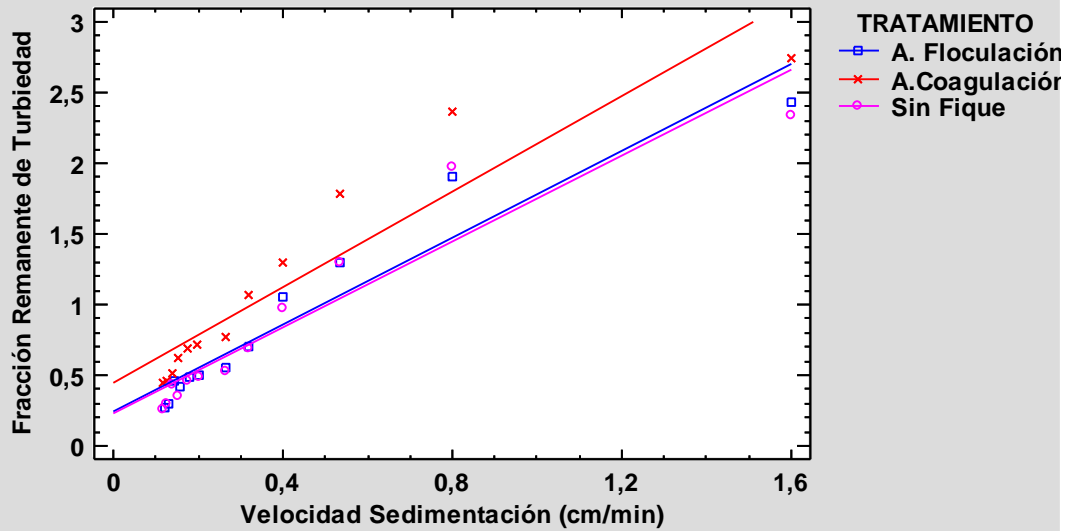
<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Intercepto</i>	<i>Pendiente</i>
A. Floculación	0,241206	1,54012
A.Coagulación	0,441584	1,69341
Sin Fique	0,232236	1,51748

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	15,7829	5	3,15658	52,61	0,0000
Residuo	1,79987	30	0,0599956		
Total (Corr.)	17,5827	35			

R-Cuadrada = 89,7634 por ciento
R-Cuadrada (ajustada por g.l.) = 88,0574 por ciento
Error estándar del est. = 0,24494
Error medio absoluto = 0,169624
Estadístico Durbin-Watson = 1,45699 (P=0,0069)
Autocorrelación residual de retardo 1 = 0,218933

Gráfica del Modelo Ajustado



ANOVA Adicional para Variables Según el Orden de Introducción

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Velocidad Sedimentación (cm/min)	15,1561	1	15,1561	252,62	0,0000
Interceptos	0,589791	2	0,294895	4,92	0,0142
Pendientes	0,0369839	2	0,0184919	0,31	0,7371
Modelo	15,7829	5			

El StatAdvisor

Esta tabla le permite evaluar la significancia estadística de los términos en el modelo. Dado que el valor-P para las pendientes es mayor que 0,1, no existen diferencias estadísticas entre las pendientes para los distintos valores de TRATAMIENTO con un nivel de confianza del 90% o mayor. Puede forzar que se consideren pendientes iguales marcando la casilla correspondiente en el cuadro de diálogo de Opciones de Análisis. Dado el valor-P para los interceptos es menor que 0,05, existen diferencias estadísticamente significativas entre los interceptos para los diferentes valores de TRATAMIENTO con un nivel de confianza del 95%.