



Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo

“EFICIENCIA DE FLOCULANTES NATURALES CON CASCARA DE MARACUYA
(*Passiflora edulis*) Y MANÍ (*Arachis hypogae*) EN LA BIOSORCIÓN DE PLOMO Y ZINC
EN MUESTRAS SINTÉTICAS, 2019”

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

AUTORA

Estela Sangay, Sara Liliana

ASESOR

Mg. Rojas León, Gladys

JURADO

Dr. Arguedas Madrid, Cesar Jorge
Mg. Vásquez Aranda, Ahuber Omar
Mg. Reyna Mandujano, Samuel Carlos

Lima - Perú

2021

DEDICATORIA

Dedico mi tesis a mi madre, María Jesús por ser una mujer que me hace llenar de orgullo, quien me ha apoyado en todo momento a alcanzar mis objetivos.

A mis hijos Luis y Sebastián que llenan mi vida de alegría y a mi amor Luis Encalada que siempre está ahí para apoyarme y darme fuerza en todo lo que me propongo.

AGRADECIMIENTO

Mi más profundo agradecimiento a Dios quien con amor me guía, protege y bendice, para cada día cumplir mis metas.

A mi madre María Jesús y mis hermanos Napo, Mili y Diana por sus palabras de aliento y por creer en mí.

A mi alma mater Universidad Nacional Federico Villarreal, por las enseñanzas académicas obtenidas a cada uno de los docentes que formaron parte de mi desarrollo profesional, que contribuyeron en mi desempeño académico.

Y de manera especial a mi asesora, Ingeniera Gladys Rojas, por su paciencia, experiencia y bondad al guiarme a realizar paso a paso la presente tesis.

Finalmente, gracias hijos y esposo por ser mi motivación para salir adelante, por creer en mí y por su infinito amor en todo momento.

ÍNDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE	4
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
RESUMEN	10
ABSTRACT.....	11
I. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1 Descripción y formulación del problema.....	13
1.1.1 Problema general	15
1.1.2 Problemas específicos.....	15
1.2 Antecedentes	15
1.3 Objetivos	19
1.3.1 Objetivo general.....	19
1.3.2 Objetivos específicos	19
1.4 Justificación	19
1.5 Hipótesis	20
1.5.1 Hipótesis general.....	20
1.5.2 Hipótesis específicas.....	20
II. MARCO TEÓRICO	22
2.1 Bases teóricas.....	22
2.1.1 Conceptos generales.....	22
2.1.2 Metales pesados	22
2.1.3 Plomo	23

2.1.3.1 Efectos del plomo	23
2.1.4 Zinc	25
2.1.4.1 Efectos del zinc	25
2.1.5 Métodos de tratamiento para aguas contaminadas por metales	26
2.1.6 Maracuyá y maní como biosorbente	28
2.1.7 Eficiencia	30
III. MÉTODO	32
3.1 Tipo de investigación	32
3.2 Ámbito temporal y espacial	32
3.2.1 Ámbito temporal	32
3.2.2 Ámbito espacial	32
3.3 Variables	33
3.3.1 Variable independiente	33
3.3.2 Variable dependiente	33
3.4 Población y muestra	35
3.4.1 Población.....	35
3.4.2 Muestra	35
3.5 Instrumentos.....	35
3.5.1 equipos y materiales de la experimentación	35
3.6 Procedimientos.....	36
3.7 Análisis de datos	39
IV. RESULTADOS.....	40
4.1 Dosis óptima para la remoción del plomo	40
4.3 eficiencia de los floculantes en la biosorción de plomo	64
4.4 Eficiencia de los floculantes en la biosorción de zinc	66

4.5 Análisis inferencial	67
4.5.1 Prueba de normalidad	67
4.5.2 Prueba de hipótesis	68
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	75
VI. CONCLUSIONES	77
VII. RECOMENDACIONES.....	78
VIII. REFERENCIAS.....	79
IX. ANEXOS	83
1. Anexo 1: matriz de consistencia.....	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 La utilización del plomo en diversas industrias del Perú.....	24
Tabla 2 Taxonomía del maracuyá.....	29
Tabla 3 Taxonomía del maní	30
Tabla 4 Operacionalización de variables	34
Tabla 5 Concentraciones iniciales para cada metal	36
Tabla 6 Características de los tratamientos para metal plomo.....	37
Tabla 7 Características de los tratamientos para metal zinc	38
Tabla 8 Remoción de plomo – tratamiento N° 1	40
Tabla 9 Remoción plomo – tratamiento N° 2	42
Tabla 10 Dosis óptima para el tratamiento de pb de 2.5 mg/L en la corrida N° 1.....	43
Tabla 11 Dosis óptima para el tratamiento de pb de 2.5 mg/L en la corrida N° 2.....	44
Tabla 12 Dosis óptima para el tratamiento de pb de 2.5 mg/L en la corrida N° 3.....	46
Tabla 13 Remoción plomo tratamiento N° 3	46
Tabla 14 Dosis óptima para el tratamiento de Pb de 5 mg/L en la corrida N° 1	48
Tabla 15 Dosis óptima para el tratamiento de Pb de 5 mg/L en la corrida N° 2	49
Tabla 16 Dosis óptima para el tratamiento de Pb de 5 mg/L en la corrida N° 3	50
Tabla 17 Remoción de zinc tratamiento N° 1	51
Tabla 18 Dosis óptima para el tratamiento de Zn de 5 mg/L en la corrida N° 1	52
Tabla 19 Dosis óptima para el tratamiento de Zn de 5 mg/L en la corrida N° 2.....	54
Tabla 20 Dosis óptima para el tratamiento de Zn de 5 mg/L en la corrida N° 3	55
Tabla 21 Remoción de zinc tratamiento N° 2.....	55
Tabla 22 Dosis óptima para el tratamiento de Zn de 10 mg/L en la corrida N° 1	57
Tabla 23 Dosis óptima para el tratamiento de Zn de 10 mg/L en la corrida N° 2.....	58
Tabla 24 Dosis óptima para el tratamiento de Zn de 10 mg/L en la corrida N° 3.....	59

Tabla 25 Remoción de zinc tratamiento N° 3	59
Tabla 26 Dosis óptima para el tratamiento de Zn de 15 mg/L en la corrida N° 1	61
Tabla 27 Dosis óptima para el tratamiento de Zn de 15 mg/L en la corrida N° 2	62
Tabla 28 Dosis óptima para el tratamiento de Zn de 15 mg/L en la corrida N° 3	63
Tabla 29 Eficiencia de los floculantes vs concentración del plomo	65
Tabla 30 Eficiencia de los floculantes vs concentración del zinc	66
Tabla 31 Tabla de normalidad	68
Tabla 32 Prueba de Kruskal-Wallis – hipótesis específica 1	69
Tabla 33 Prueba de Kruskal-Wallis – hipótesis específica 2	70
Tabla 34 Prueba de Kruskal-Wallis – hipótesis específica 3	72
Tabla 35 Prueba de Kruskal-Wallis – hipótesis específica 3	73
Tabla 36 Prueba de Mann-Whitney – hipótesis general	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Remoción plomo – T1/ C-1, C-2 y C-3	41
Figura 2 Remoción de plomo – T2/ C-1	43
Figura 3 Remoción de plomo – T2/C-2	44
Figura 4 Remoción de plomo – T2/C- 3	45
Figura 5 Remoción de plomo – T3/C-1	47
Figura 6 Remoción de plomo – T3/C-2	48
Figura 7 Remoción de plomo — T3/C-3	50
Figura 8 Remoción de zinc – T1/C1	52
Figura 9 Remoción de zinc – T1 /C2	53
Figura 10 Remoción de zinc – T1/C3	54
Figura 11 Remoción de zinc – T2/C1	56
Figura 12 Remoción de zinc – T2 /C2	57
Figura 13 Remoción de zinc – T2 /C3	58
Figura 14 Remoción de zinc – T3 / C1	60
Figura 15 Remoción de zinc – T3 /C2	61
Figura 16 Remoción de zinc – T3 /C3	62
Figura 17 Eficiencia promedio del floculante orgánico.....	67

RESUMEN

Sabemos que la toxicidad de ciertos metales como resultado de las actividades del hombre impacta negativamente sobre el ambiente, el presente trabajo de investigación se enfoca en buscar nuevas alternativas que contribuyan a la disminución de concentraciones de metales en las aguas, el objetivo principal es evaluar la eficiencia de los floculantes naturales como cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) y maní (*Arachis hypogaea*) en la biosorción de plomo y zinc en muestras sintéticas de agua y determinar la dosis más eficiente de dichos floculantes en el tratamiento de aguas. Las muestras fueron tratadas con el método de jarras (Jar test) a un volumen constante de 1 litro y velocidad de agitación de 250 RPM y 50 RPM, en tiempos de 25 y 5 minutos respectivamente, y un tiempo de sedimentación de 60 minutos, considerando para cada metal concentraciones iniciales diferentes. La dosis ideal para el plomo fue de 1 mg/L, mientras que para zinc fue de 2 mg/L, del mismo modo la dosis del biosorbente maní en relación al metal plomo es de 2 mg/L, mientras que para el metal zinc es de 2.5 mg/L. Finalmente el porcentaje de eficiencia en la remoción de plomo con floculantes naturales maracuyá y maní, fue de 99%, mientras que para la remoción de zinc la eficiencia de los floculantes fue de 75%.

Palabras claves: toxicidad, metales, maracuyá, maní, eficiencia, dosis, floculantes.

ABSTRACT

We know that the toxicity of certain metals as a result of human activities has a negative impact on the environment, the present research work focuses on finding new alternatives that contribute to the decrease of metal concentrations in water, the main objective is to evaluate the efficiency of natural flocculants such as passion fruit (*Passiflora edulis*) and peanut (*Arachis hypogaea*) skin in the biosorption of lead and zinc in synthetic water samples and to determine the most efficient dose of said flocculants in water treatment. The samples were treated with the jar method (Jar test) at a constant volume of 1 liter and stirring speed of 250 and 50 RPM, in times of 25 and 5 minutes respectively, and a sedimentation time of 60 minutes, considering for each metal different initial concentrations. The ideal dose for lead was 1 mg/L, while for zinc it was 2 mg/L, in the same way the dose of the peanut biosorbent in relation to lead metal is 2 mg/L, while for zinc metal is 2.5 mg/L. Finally, the percentage of efficiency in the removal of lead with natural passion fruit and peanut flocculants was 99%, while for the removal of zinc the efficiency of the flocculants was 75%.

Keywords: toxicity, metals, passion fruit, peanuts, efficiency, dose, flocculants.

I. INTRODUCCIÓN

Conocido el grado de peligrosidad del plomo, considerado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), como un metal altamente tóxico debido a su capacidad de bioacumulación, así como también el zinc, quien en elevadas concentraciones también resulta tóxico para los seres vivos, es necesario considerar su remoción de los efluentes antes de ser vertidos a los cuerpos receptores, de manera que se asegure el menor impacto posible al ambiente.

A fin de dar cumplimiento a los límites máximos permisibles de presencia de metales pesados a nivel de gobiernos en la región, las diferentes industrias se han visto en la necesidad de utilizar en sus plantas de tratamiento diferentes reactivos químicos que hagan posible la remoción de otras sustancias inorgánicas, sin embargo, esto solo ha dado lugar a incrementar la presencia de otros compuestos en el ambiente. Es así, que nace la necesidad de buscar otras alternativas más ecológicas o amigables con el ambiente, las cuales permitan el uso de compuestos naturales biodegradables.

Se sabe que muchos frutos poseen en su cascara una elevada capacidad de adsorción cuando son llevados a granulometrías muy finas, después de un proceso de secado y tamizado, es así que a nivel experimental nace la idea de utilizar la cascara de maní y maracuyá como posibles adsorbentes de metales pesados, asociados a sus grupos funcionales como fijadores importantes.

Por lo general, en los métodos convencionales la remoción de metales pesados implica el uso de reactivos químicos como carbonatos, óxidos e hidróxidos, dando formaciones de grandes cantidades de lodo poco biodegradable, en contraposición el uso de floculantes naturales generados a partir de la cascara de maní y maracuyá permitirán asegurar su biodegradabilidad en los lodos residuales. El ensayo para la presente investigación considera únicamente el tratamiento de dos metales en particular, el plomo y el zinc, sin

embargo, no queda limitado para que pueda ser utilizado en otros metales de manera particular, siempre que se lleven a cabo los ensayos correspondientes a fin de evaluar su factibilidad.

El método empleado es de biosorción, el cual es un proceso que consiste en transferir un soluto en fase líquida a una fase sólida (Vizcaíno y Fuentes, 2014, p. 44), el tratamiento se trabajó a través de muestras sintéticas acondicionadas en el laboratorio, mediante un proceso de coagulación, donde los floculantes utilizados fueron preparados a partir de maracuyá (*Passiflora edulis*) y maní (*Arachis hypogaea*) para remover el plomo y zinc. Las muestras con presencia de metales pesados fueron preparadas bajo las mismas condiciones estándar, pero a diferentes concentraciones.

El contenido del presente estudio consta de VI capítulos, en el capítulo I se detalla la problemática, se determina los objetivos, e hipótesis; en el capítulo II se define los principales fundamentos teóricos, marco referencial, conceptual y marco teórico; en el capítulo III, se plantea la metodología de la investigación, técnicas y procedimientos empleados para la evaluación de nuestros componentes. En el capítulo IV se redacta los análisis del resultado, mientras que en el capítulo V tenemos la discusión con otros autores y finalmente en el capítulo VI se concluye la presente investigación.

1.1 Descripción y formulación del problema

A nivel internacional

Muchas actividades productivas a nivel internacional se han visto en la obligación de encontrar nuevas alternativas tecnológicas para tratar sus efluentes de tipo industrial, dentro de estas actividades podemos considerar a las de mayor envergadura como el minero metalúrgicas y fundiciones. La presencia de metales pesados no es ajena a ninguna de las realidades de los diversos países del mundo, sin embargo, sus métodos de tratamiento consideran un alto consumo de energía. En este sentido urge la necesidad de buscar sistemas

de tratamiento más amigables con el ambiente, es así que resulta imprescindible desarrollar técnicas de remoción de sustancias contaminantes en base a productos biodegradables u orgánicos.

A nivel nacional

Ante los hechos de contaminación del agua producida en los últimos años en el Perú por las diferentes actividades que el hombre realiza y en especial por la descarga de elementos metálicos, nace la preocupación de desarrollar en el presente trabajo un estudio de metodologías factibles como la biosorción de metales a través del uso de floculantes naturales como cascara de maracuyá (*Passiflora edulis*) y maní (*Arachis hypogaea*), con los cuales se pretende lograr una eficiencia en la remoción de dos metales como son plomo y zinc presentes en los efluentes que son vertidos a los cuerpos de agua natural. De tal manera se busca aprovechar los residuos de las frutas cuya composición es elemental en el tratamiento, además de posicionar el método como factible, económico y viable en las empresas, ya que los insumos son de fácil accesibilidad y sobre todo re aprovechables.

Teniendo en cuenta que los metales pesados (plomo y zinc), representan un alto riesgo tanto en la salud de la población como en el ambiente y los recursos naturales en general, planteamos la presente metodología a través de muestras sintéticas de agua residual, donde podremos verificar la eficiencia en la remoción de los metales.

Finalmente la meta principal es priorizando la estabilidad nuestros recursos y los seres vivos, evitando los daños irreversibles que pudiesen provocando las acciones del ser humano, así mismo enfocar a las industrias o empresas generadoras de dichos metales a mantener un compromiso de cumplimiento de las leyes ambientales vigentes, además de formar una visión de reaprovechamiento de aquellos residuos que por sus múltiples propiedades pueden inferir en la disminución de contaminantes como los metales pesados.

1.1.1 Problema general

¿Cómo será la eficiencia de los floculantes naturales a partir de la cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) y maní (*Arachis hypogaea*) en los ensayos de biosorción de plomo y zinc en muestras de agua sintéticas?

1.1.2 Problemas específicos

- ¿Cuál será la dosis óptima de los floculantes naturales a partir de la cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) y maní (*Arachis hypogaea*) en los ensayos de biosorción de plomo en muestras de aguas sintéticas?
- ¿Cuál será la dosis óptima de los floculantes naturales a partir de la cáscara de maracuyá y maní en los ensayos de biosorción de zinc en muestras de aguas sintéticas?
- ¿Cómo será la eficiencia de los floculantes naturales a partir de la cáscara de maracuyá y maní en los ensayos de biosorción de plomo en muestras de aguas sintéticas?
- ¿Cómo será la eficiencia de los floculantes naturales a partir de la cáscara de maracuyá y maní en los ensayos de biosorción de zinc en muestras de aguas sintéticas?

1.2 Antecedentes

Cano (2018), en su investigación titulada “Retención de cromo hexavalente contenido en muestras sintéticas de agua mediante adsorción utilizando biosorbente naturales modificados”, indica lo siguiente:

Tuvo como objetivo determinar la capacidad de retención de biosorbente elaborados a partir de residuos naturales (cáscara de naranja, maracuyá y arroz), siendo estas modificadas en muestras de agua, elaboradas en el laboratorio, contenido de cromo hexavalente aplicando el principio de adsorción. Su estudio consistió en la

elaboración de biosorbente (la cascara de naranja, cascara de maracuyá y la cascara de arroz natural) y reactivos, para seguidamente realizar el ensayo termodinámico lo que consistió en entrar en contacto la fase sólida y líquida. Logrando concluir que los biosorbente naturales son una excelente alternativa para la remoción de cromo, los cuales según a los datos obtenidos se determinó que con el modelo Langmuir la cascara de arroz presenta una mayor capacidad de adsorción alcanzando una capacidad máxima de 9,6 mg/g con la granulometría de 600 μm , en comparación de los biosorbente de maracuyá y naranja que presentaron una capacidad de 2 mg/g y 5 mg/g respectivamente.

Tapia et al. (2018), en su investigación “Remoción de iones cobre y níquel con cascara de maní”, se tiene que:

Tuvo como objetivo principal el estudio la remoción de iones de níquel y cobre utilizando la cascara de maní, para su desarrollo se tomó en cuenta el tiempo de contacto, pH, concentración de biosorbente, para ello se trabajó mediante pruebas en lote en sistemas. Se concluyó que la cascara de maní fue un biosorbente relativamente efectivo, alcanzando una remoción de 68.3% para iones de cobre en 30 minutos, mientras que para níquel vario de 47.6% en 60 minutos con un pH 3.

Ordoñez (2017), en su investigación “Determinación de la capacidad adsorbente de los residuos de la industria de la papa (*Solanum tuberosum*) para la remoción de metales pesados en aguas contaminadas”. Tuvo como objetivo:

Determinar la capacidad de biosorción de la cascara de papa para la remoción de metales pesados. Durante su desarrollo uso 0.1gr de biosorbente y determino que el pH ideal para trabajar en el caso de plomo (Pb) y cromo (Cr) es de 4, así mismo con respecto al tiempo de contacto se determinó que para la concentración de 25 ppm es de 90 min, para las concentraciones de 50 ppm y 100 ppm es de 120 min y mientras

que para 10 ppm es un tiempo óptimo de 60 min, con lo cual mediante los modelos isotérmicos se calculó que la tasa máxima de retención de metales es 14.59 mg/g para Pb y 93.39 mg/g para Cr. Concluyendo que el biosorbente tiene una alta capacidad de retención de Pb y Cr.

Verdugo (2017), en su investigación “Bioadsorción de iones de plomo y cromo procedentes de aguas residuales utilizando la cascara de la mandarina (*Citrus reticulata var clementina*)”, tuvo lo siguiente:

Como objetivo, evaluar la capacidad de bioadsorción de plomo y cromo utilizando la cascara de mandarina, durante el desarrollo pudo determinar ciertas variaciones en algunos parámetros como el tiempo de agitación, concentración de los metales y el tamaño de la partícula considerando menores a 0.3 mm y mayores a 0.6 mm. Su metodología consistió en preparar dos soluciones con los metales y determinar el pH, elaboro una solución con una concentración de 5 ppm la cual se mantuvo en agitación en un tiempo de 2 horas, finalmente se determinó que tanto para plomo y cromo el pH ideal es 4. El resultado final dio como eficiencia un 71.9% y 54.4% respectivamente para cada elemento.

Albis et al. (2016), en su investigación “Remoción de plomo de soluciones acuosas usando cascara de yuca modificada con ácido cítrico”, se rescata lo siguiente:

Estudió la capacidad de adsorción de plomo empleando la cascara de yuca modificada por ácido cítrico, se determinó características como temperatura de contacto entre el ácido cítrico y la cascara de yuca, tiempo de secado. Concluyendo que la cascara de yuca logro absorber hasta en un 95% con tiempos de 20 a 25 minutos, mientras que la cinética pudo ser ajustada al modelo de pseudo – segundo orden.

Oré et al. (2015), en su investigación “Biosorción de Pb (II) de aguas residuales de mina usando el marlo de maíz (*Zea mays*)”, planteo lo siguiente:

Objetivo: remover los iones de plomo utilizando marlo de maíz, mediante el sistema Batch, considerando la dosis del biosorbente, el tiempo de contacto, la concentración inicial de la solución y pH. Finalmente pudo determinar que el marlo de maíz posee una capacidad máxima de biosorción logrando remover un 97% de Pb(II).

Mendoza (2015), en su investigación titulada “Biosorción de Cd, Pb y Zn por biomasa pre tratada de algas rojas, cascara de naranja y tuna”, se resume lo siguiente:

como objetivo disminuir la concentración de Cd, Pb y Zn empleando biomasa de algas rojas, tuna y la cascara de naranja, para su desarrollo se empleó soluciones de sodio y calcio, los resultados fueron evaluados mediante un reactor de flujo continuo a 75 g de biomasa, con un volumen de 400 ml y un tiempo de una y dos horas aproximadamente, se tuvo que para las tres biomásas la remoción de los metales Pb y Cd tiene promedios elevados de eficiencia de 95%, mientras que para Zn solo se obtuvo una eficiencia de 62%.

Iliná (2009), en su investigación titulada “Ciosorción de arsénico en materiales derivados de maracuyá”, se tiene que:

Buscó demostrar que el material obtenido a partir de pulpa y cascara de maracuyá pueda ser considerado como biosorbentes para los iones de arsénico, sin tratamientos adicionales de determino que una mayor capacidad de biosorción de arsénico son en los materiales enriquecidos con Fe(III).

Muñoz (2007), en su investigación titulada “Biosorción de Pb(II) por cáscara de naranja citrus *Cinensis pretatada*”, teniendo como objetivos principales el estudio de Pb(II) a partir de soluciones acuosas diluidas por cascara de naranja así mismo la influencia de factores en biosorción del metal, tales como pH, tamaño de partículas, peso de biosorbente, agitación. Durante el desarrollo de su investigación se usó como material biosorbente la cascara de naranja, así mismo la reticulación con solución 0.2 m de CaCl₂, a pH 5, y

agitación constante durante 24 horas. El material fue secado en estufa a T° de 40°C por 24 horas. Finalmente, los resultados obtenidos definieron que el Ph óptimo se encuentra entre 4.5 – 5, por otro lado, el equilibrio alcanzo en 4 horas de iniciar el proceso, el tamaño de las partículas varió entre $180\ \mu\text{m}$ – $250\ \mu\text{m}$ y el porcentaje de remoción de Pb(II) fue de 40%.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Evaluar la eficiencia de los floculantes naturales a partir de la cascara de maracuyá (*Passiflora edulis*) y maní (*Arachis hypogaea*) en los ensayos de biosorción de plomo y zinc en muestras de aguas sintéticas.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar la dosis óptima de los floculantes naturales a partir de la cáscara de maracuyá y maní en los ensayos de biosorción de plomo en muestras de aguas sintéticas.
- Determinar la dosis óptima de los floculantes naturales a partir de la cáscara de maracuyá y maní en los ensayos de biosorción de zinc en muestras de aguas sintéticas.
- Determinar la eficiencia de los floculantes naturales a partir de la cáscara de maracuyá y maní en los ensayos de biosorción de plomo en muestras de aguas sintéticas.
- Determinar la eficiencia de los floculantes naturales a partir de la cáscara de maracuyá y maní en los ensayos de biosorción de zinc en muestras de aguas sintéticas.

1.4 Justificación

La presente investigación nos permitirá dar a conocer las propiedades de biosorción

que presentan los compuestos orgánicos considerados de desecho, y que nos pueden ayudar a solucionar en gran medida el problema de la contaminación por la presencia de metales pesados en las aguas naturales producto de los vertimientos industriales, las cascaras en general poseen características especiales en la fijación de elementos iónicos con cargas positivas o negativas, haciendo posible su fijación y remoción.

A nivel industrial puede ayudar a reducir considerablemente el uso de floculantes inorgánicos elaborados a partir de hidróxido de calcio, carbonatos, cloruro férrico, sulfato de aluminio, etc., aportando de manera significativa en el consumo de compuestos biodegradables de desecho como la cascara de maní y maracuyá. Así mismo, el costo de operación en el tratamiento de efluentes con metales como plomo y zinc, se reducirían considerablemente, ver Anexo 1.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general

Los floculantes naturales elaborados a partir de la cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) y maní (*Arachis hypogaea*) presentan una elevada eficiencia de biosorción de plomo y zinc en muestras de aguas sintéticas.

1.5.2 Hipótesis específicas

- Los floculantes naturales elaborados a partir de la cáscara de maracuyá y maní difieren en sus dosis óptimas de ensayo en la biosorción de plomo para muestras de aguas sintéticas.
- Los floculantes naturales elaborados a partir de la cáscara de maracuyá y maní difieren en sus dosis óptimas de ensayo en la biosorción de zinc para muestras de aguas sintéticas.
- Los floculantes naturales elaborados a partir de la cáscara de maracuyá y maní difieren en sus eficiencias de ensayo en la biosorción de plomo para muestras de

aguas sintéticas.

- Los floculantes naturales elaborados a partir de la cáscara de maracuyá y maní difieren en sus eficiencias de ensayo en la biosorción de zinc para muestras de aguas sintéticas.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Bases teóricas

2.1.1 *Conceptos generales*

Biosorción: es un proceso que ocurre cuando los cationes de los metales se juntan por interacciones electrostáticas a los sitios aniónicos de las paredes celulares de los biosorbentes, dicho proceso físico-químico, tiene como objetivo la remoción de los metales pesados a través de una sustancia denominada biosorbente (algas, hongos, frutos, microorganismos, polímeros), los cuales están disponibles en abundancia en la naturaleza Muñoz (2007, p.8).

Eficiencia: se define como la capacidad de lograr un efecto deseado, utilizando el mínimo de recursos y lograr lo que se quiere.

Floculación: es el proceso de agitación mediante el cual las partículas coloidales tienden aglomerarse formando el incremento de flóculos y rápida precipitación. Para la eficiencia de dicho proceso se tiene adicionar una sustancia denominada floculante Ramírez y Jaramillo (2015, p.138).

Floculante natural: son denominados polímeros, extraídos de sustancias animales o vegetales, tales como plantas, semillas, algas, almidones (papa, yuca), cascara de frutas, etc., Díaz (2014, p.25). El floculante en el proceso de biosorción actúa como biosorbente.

Metales: son aquellos elementos químicos, que tiene la capacidad de transportar calor y electricidad, así mismo tienen una resistencia mecánica.

Muestra sintética: son muestras de agua que son comúnmente elaboradas en laboratorios, en las cuales se logra un nivel de calidad deseado Baeza et al. (2007, p.7).

2.1.2 *Metales pesados*

“...los metales pesados debido a su importancia tecnológica, sus componentes están presentes en muchos procesos industriales, como la minería, industria de papel, pesticidas,

etc., generando que las aguas residuales hagan altas descargas sea directas o indirectas”, Febrianto (2009), por otro lado, los metales pesados pueden ser disueltos por agentes químicos y físicos y ser lixiviados, además no pueden ser derribados o degradados.

2.1.3 Plomo

En la tabla periódica este componente tiene el símbolo de Pb y de número atómico 82, muy particular por su capacidad y flexibilidad química, usado para las industrias humanas. Diego (2012), afirma que “El plomo es utilizado en acumuladores de baterías, en recubrimiento de cables, en la construcción, además, es empleada como aditivo en gasolinas (...) su uso es en diferentes actividades industriales, hace que esté presente en el agua, alimentos y medio ambiente”

Hernández (2014) menciona que el plomo, es un metal altamente tóxico que está presente en gran parte de las actividades que desempeña el hombre - fundición, agricultura, fábricas de baterías- y en pinturas y combustibles como aditivo, este metal es capaz de producir alteraciones en diversos sistemas del organismo: nervioso, renal, circulatorio, inmunológico, reproductor y hematopoyético.

2.1.3.1 Efectos del plomo

A) En los seres vivos:

Lenntech (2013), menciona que el ingerir o inhalar el plomo no únicamente genera intoxicación si no también daño cerebral, enfermedades cardiovasculares, hipertensión, efectos en el sistema nervioso, inhibición de la biosíntesis de la hemoglobina y la anemia e incluso problemas de aborto en las mujeres.

El plomo es importante para los seres vivos ya que se puede encontrar en varios recursos, como, por ejemplo: comidas enlatadas, cosméticos, cerámica, tuberías soldadas e insecticidas; además es un metal que es usado para los utensilios de cocina y después desechados en los ríos o sedimentos lejanos.

B) En el ambiente:

El plomo presenta presencias importantes en el ambiente; su ingreso al ambiente es a través de los tubos de escape de los coches; en el suelo o la superficie de aguas estarán las partículas grandes del plomo y las pequeñas permanecerán en la atmosfera a través del aire viajando largas distancias, pero siempre caerá un poco de plomo sobre la tierra. Según Wase y Forster (1997) “La aplicación del plomo en gasolinas, se genera un ciclo no natural que da lugar al plomo quemado producto de los motores de los vehículos, por ello que estas sales entran en contacto con el ambiente la cual se percibirán en el entorno”

C) Industrias peruanas que utilizan plomo:

Limo (2013), afirma que “cerca del 100% de parque automotriz del país, utiliza baterías de principio ácido – plomo, y también es verídico que, casi todas las acumuladoras son de fabricación nacional, ya que el plomo y sus derivados son baratos, así como el electrolito a base de ácido sulfúrico”. En la Tabla 1, se puede observar el uso que se da al plomo en diferentes industrias del Perú.

Tabla 1

La utilización del plomo en diversas industrias del Perú

Industria	Uso
Industria metalúrgica	Utiliza el plomo para el recubrimiento de cables y como recubrimiento en la producción automovilística.
Pigmentos	Las sales de plomo constituyen a muchos pigmentos y pinturas: el sulfato y carbonato de plomo son utilizados como los cromados de lomo pigmento naranja, amarillo, verde de cromo y rojo.
Industria química	Es utilizado el plomo con otros metales como el estaño, bismuto, arsénico y antimonio para mejorar las propiedades químicas
Agricultura	Es utilizado el arseniato de plomo como un insecticida.

Nota. Información obtenida de Romero (2008)

2.1.4 Zinc

Es un elemento químico cuyo símbolo es representado por Zn, de número atómico 30 y de peso atómico 65.37. Este metal es maleable, dúctil y de color gris. Es uno de los elementos menos comunes y es esencial para el desarrollo de muchas clases de organismos vegetales y animales. Vela (2016), afirma que “es un componente natural de la corteza terrestre, no solo está presente en la roca sino también en el suelo, agua, aire y la biosfera”.

2.1.4.1 Efectos del zinc

A) En los seres vivos:

Nordberg (2001), indica que “es un nutriente esencial para la vida. Forma parte de numerosas enzimas en el cuerpo humano, pudiendo tener un rol catalítico, estructural o regulador”.

Este metal en los seres vivos daña por la sobreexposición de humo de óxido de zinc, por ello puede provocar fiebre por humos metálicos, escalofríos, náuseas, fiebres y vómitos, que pueden aparecer después de muchas horas. Además, pueden dañar levemente los ojos, la nariz, la garganta y las vías respiratorias superiores.

B) En el ambiente:

El zinc ocurre de forma natural en el aire, agua y suelo. El agua es uno de los más contaminados por el zinc, ya que las aguas residuales de plantas industriales tienen presencia de zinc en grandes cantidades, los suelos de granja es otro contaminado por el zinc porque los animales absorben y les dañan su salud. Además, amenaza a las plantas a menudo, es un elemento que interrumpe de momentos las actividades.

Según (Galvanizado, 2018) menciona que “se encuentra en todas las partes de nuestro cuerpo. Está en nuestros órganos, tejidos, huesos, fluidos y células. Los músculos y huesos concentran cerca del 90% del zinc del cuerpo. Entre todas las vitaminas y minerales, es el zinc el que causa el efecto más poderoso en nuestro sistema inmunológico”.

2.1.5 Métodos de tratamiento para aguas contaminadas por metales

“El tratamiento de aguas consiste en la eliminación de metales pesados aplicando tecnologías como los procesos de filtración de membrana, oxidación - reducción, procesos de intercambio iónico” Wase y Forster (1997).

Este método tiene por objetivo producir agua limpia o reutilizable en el ambiente, estas aguas son generadas por instituciones, residencias y locales industriales. Se trata dentro de tanques sépticos u otros medios de depuración, de vez en cuando ciertos contaminantes de origen industrial están presentes en aguas residuales en métodos de tratamientos especializados.

Filtración por membrana: Izquierdo (2010), afirma que “se basa principalmente en la separación de solutos presentes en agua al pasar por una membrana con tipo de iones”, esta filtración por membrana se divide en ultrafiltración, micro filtración, osmosis inversa y nano filtración, la diferencia entre estos tipos de filtración se debe por el material que constituye la membrana, el mecanismo de separación, tamaño de poro y la fuerza impulsadora.

Oxidación y reducción: la reacción de transferencias de electrones se debe a una reacción de oxidación - reducción, cuando un electrón se pierde y porque se oxida y cuando gana se reduce. Wase y Forster (1997), menciona que “es la adición de un compuesto que interviene como un agente reductor, ocasionándose una permutación por la transferencia electrónica entre los compuestos presentes y el compuesto añadido”.

Coagulación y floculación: son tratamientos previos esenciales para muchos sistemas de purificación de agua. En el proceso de coagulación y floculación, las partículas se concentran en pequeños conjuntos de masa superior al del agua llamadas flósculos, depende de las características orgánicas e inorgánicas pueden ser movidas totalmente del agua porque a mayor congregación de materia, mayor es la turbiedad que presenta el cuerpo de agua Arboleda (1992).

Bioadsorción: Pinzón y Vera (2009), sostienen que “la bioadsorción radica en la utilización de residuos orgánicos como material adsorbente para trastornar concentraciones de metales”. Por otro lado, Cañizares (2000), refiere que es un proceso que involucra una fase sólida (adsorbente) y una líquida (solvente), en donde se lleve a cabo la correlación del adsorbente por los adsorbatos, es decir, donde por diferentes componentes este último sean trasladados hacia el elemento sólido (p. 131).

Esta alternativa de bioadsorción en aguas residuales es eficiente, debido a los bajos costos de mantenimiento e implementación en relación a los metales pesados para tratamientos tradicionales. Cuervo et al. (2009), afirman que es un proceso que se caracteriza por la unión rápida y reversible de iones y que la bioadsorción es la técnica de eliminación de compuestos mediante diversos tipos de biomasa que actúa en procesos no metabólicos.

A) Parámetros que intervienen en el proceso:

Para la eficiencia del proceso de bioadsorción se debe tener en cuenta ciertos factores, los cuales permitirán desarrollar satisfactoriamente el proceso, dichos factores son:

- parámetros fisicoquímicos,
- propiedades del contaminante,
- propiedades de la biomasa y
- condiciones del medio.

Para ser absorbido, todo principio activo debe disolverse previamente excepto en algunos casos: la velocidad de absorción, la velocidad de difusión, todos los factores que tengan influencia sobre estos parámetros condicionan dicha velocidad de absorción.

B) Factores que afectan el proceso:

Durante el proceso de biosorción, existen ciertos factores que influyen en la viabilidad del proceso como también pueden llegar a afectarlo los cuales son:

- peso de biosorbente,

- pH de la solución,
- concentración de metales en solución,
- aniones y cationes en la solución,
- velocidad de agitación y
- temperatura de la solución.

2.1.6 Maracuyá y maní como biosorbente

Maracuyá

Incorporado (2013), es una planta trepadora del género pasiflora, nativa de las regiones cálidas de América del Sur: esta especie es sumamente apreciada por su fruto y en menor medida por sus flores, siendo cultivada en ocasiones como ornamental. Por otro lado, se consideran las siguientes características principales:

Forma: el maracuyá es redonda u ovoide, de color amarilla son las de mayor tamaño. La cascara es dura, acolchada y lisa para proteger a la pulpa y su forma es oval, son dulces y la variedad es la que depende el grosor de la fruta.

Tamaño y peso: el maracuyá pesa 30 gramos aproximadamente con un diámetro de 35 a 80 milímetros, la fruta de color amarilla es la más larga.

Color: el color de la fruta varía entre anaranjado, morado y amarillo. Su parte interna es blanca, cubierta de pepas negras de carne anaranjada, amarilla o verdosa, con un aroma de buen gusto y muy sabrosa.

Sabor: su sabor es agridulce muy refrescante, afrutado y exótico. Los más dulces son de pulpa gelatinosa, se podría comparar una consistencia similar de mermelada, convirtiéndose una de las variedades más dulces que existe.

Semilla: la semilla del maracuyá es de color negro o marrón más oscuro. Las semillas están constituidas por aceites en un 20% – 25% y un 10% de proteína, la mayoría de ellas tienen huecos y cada semilla es de ovario fecundado por un grano de polen.

Taxonomía: descrita en la siguiente la Tabla 2.

Tabla 2

Taxonomía del maracuyá

División	Espermatofita
Subdivisión	Angiosperma
Clase	Dicotiledónea
Sub clase	Arquiclamídea
Orden	Parietales
Suborden	Flacourtiinae
Familia	Passifloraceae
Genero	Passiflora
Especie	Edulis
Variedad	Purpurea y flavicarpa

NOTA. Información obtenida Incorporado (2013)

Maní

Para Subtrópico (2000), el maní o también conocido como cacahuete es una fuente importante de aceite vegetal y de proteína en las zonas tropicales y subtropicales. Es originario de América del Sur de donde se distribuye a otros países. Mientras que para Steven (2002), el maní, junto con los fréjoles y las habichuelas, pertenecientes al reino vegetal, son las que proveen la mejor fuente de proteína concentrada. El maní, a pesar de ser una legumbre, en la cocina se utiliza como un tipo de nuez.

Por otro lado, se consideran las siguientes características principales:

Forma: es una planta fibrosa, llega a medir de 30 cm a 50 cm de altura. Su cascara es

leñosa sin pulpa, considerada como fruta seca. Cada vaina tiene dos a tres semillas, por dentro es leñosa con crecimiento bajo el suelo.

Tamaño y peso: su tamaño varía dependiendo muchos aspectos y el peso también, el peso va desde 1/5 gramos a 5 gramos. Cada vaina tiene dos semillas.

Color: el color del maní presenta una tonalidad castaño amarillento al marrón rojizo.

Sabor: su sabor es parecido a la nuez cuando sea tostado, frito u horneado.

Semilla: la mayoría de las semillas se encuentran enterradas en la tierra para madurar, además pueden tener hasta seis semillas.

Taxonomía: se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3

Taxonomía del maní

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Tribu	<i>Arquiclamídea</i>
Orden	<i>Fabales</i>
Familia	<i>Fabaceae</i>
Subfamilia	<i>Faboideae</i>
Genero	<i>Arachis</i>
Especie	<i>Arachis hypogaea</i>

NOTA. Información obtenida de Hashimoto (2006)

2.1.7 Eficiencia

La Real Academia Española ([RAE], 2017), define eficiencia, como la capacidad de

disponer de algo o alguien para lograr obtener un determinado efecto utilizando apropiadamente los recursos y en menor tiempo.

La eficiencia de remoción (ER), estará determinado por la concentración inicial (CI) del contaminante y la concentración final (CF) de acuerdo a la siguiente fórmula. Chuchón y Aybar (2008.p.166).

$$\%ER = \frac{Ci - Cf}{Ci} \times 100$$

III. MÉTODO

3.1 Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo experimental debido a la intervención que tiene el investigador al modificar la variable independiente.

El nivel de la investigación explicativo, puesto que los estudios experimentales se basaron en antecedentes de investigaciones anteriores, y aplicativo a causa de las intervenciones realizadas para obtener un resultado.

El diseño tiene un enfoque cuantitativo donde la investigación es experimental puro, ya que a nivel del laboratorio tenemos control absoluto de la variable independiente, es decir los coagulantes naturales dados por las cascaras de maracuyá y maní, aplicando los tratamientos para observar la remoción de los contaminantes como variable dependiente. Para Hernández, et al. (2010), mencionan el diseño experimental se refiere a la manipulación de una o dos variables independientes para luego analizar los efectos de la manipulación que tiene las variables dependientes (p. 160).

3.2 Ámbito temporal y espacial

3.2.1 *Ámbito temporal*

A fin de alcanzar los objetivos y resultados esperados se consideró desarrollar el trabajo de investigación en un tiempo aproximado de 8 meses, iniciándose en el mes de julio hasta diciembre del 2019, culminando en ese tiempo con la recolección de información y el desarrollo completo de la parte experimental. En los dos primeros meses del año 2020, se analizaron los resultados obtenidos y se llegaron a las conclusiones finales.

3.2.2 *Ámbito espacial*

Por el nivel de investigación de la tesis, no se requirió realizar toma de muestras o monitoreos en campo, las muestras sintéticas y los ensayos fueron preparados y desarrollados en las instalaciones del laboratorio de la facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y

Ecoturismo (FIGAE) de la Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV), durante los meses de setiembre a diciembre del 2019. Todos los ensayos experimentales se circunscribieron únicamente al ambiente del laboratorio, lugar donde se prepararon las muestras sintéticas y se llevaron a cabo los procesos de coagulación y floculación, concluyendo finalmente con las determinaciones en los equipos analíticos.

3.3 Variables

3.3.1 Variable independiente

Floculantes naturales

3.3.2 Variable dependiente

Biosorción

Tabla 4*Operacionalización de variables*

Variab		Dimensiones	Indicadores	Unidad	Instrumento		
Variable independiente	Floculantes naturales	Estructura orgánica del maní	Dosis	mg/L	Ficha de observación de datos		
			Tiempo	Minutos			
			Velocidad de agitación	RPM			
			Eficiencia	%			
		Estructura orgánica del maracuyá	Dosis	mg/L			
			Tiempo	Minutos			
			Velocidad de agitación	RPM			
			Eficiencia	%			
		Variable dependiente	Biosorción	Fisicoquímica del plomo		Concentración inicial	mg/L
						Concentración final	mg/L
Temperatura	°C						
Fisicoquímica del zinc	Concentración inicial				mg/L		
	Concentración final			mg/L			
	Temperatura			°C			

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

Está compuesta por el agua sintética preparada en el laboratorio.

3.4.2 Muestra

Se considera censal, ya que se selecciona una determinada cantidad requerida en la experimentación del agua preparada. Finalmente, la unidad de análisis se consideró como 1 litro.

3.5 Instrumentos

Se realizó la recolección de datos obtenido durante la experimentación en una libreta de campo, los mismo que fueron digitados en el programa de cálculo Excel.

Posteriormente se procedió a la tabulación de datos mediante la elaboración de cuadros, gráficos en los softwares: Microsoft Word, Microsoft Excel.

3.5.1 equipos y materiales de la experimentación

Equipos:

- potenciómetro,
- agitador automático de vaivén,
- espectrómetro de absorción atómica equipado con una lámpara de cadmio de cátodo hueco y un conjunto nebulizador – quemador de aire –acetileno,
- embudos de decantación,
- centrifuga,
- estufa, plancha de calentamiento,
- balanza analítica y
- bomba de vacío.

Materiales:

- vaso de precipitado,

- papel filtro,
- espátula,
- bolsas ziploc y
- cuchara, motero, espátula, pizeta, pipeta, matraz, probeta, etc.

3.6 Procedimientos

Etapa 1. Preparación de muestra sintética:

En las instalaciones del laboratorio se preparó las muestras de agua sintética bases, de tal manera que se obtuvo tres concentraciones diferentes para cada metal siendo estas las que se describen en la Tabla 5.

Tabla 5

Concentraciones iniciales para cada metal

Metal	Concentración		
	1 (mg/L)	2 (mg/L)	3 (mg/L)
Plomo	1	2.5	5
Zinc	5	10	15

Etapa 2. Método de jarras:

En este segundo procedimiento se aplicó el método de jarras (Jar test), considerando un volumen constante de un litro para cada muestra, así mismo se hizo tres corridas para cada metal. El tiempo considerado por cada corrida fue de 30 minutos, donde se tomaron dos tiempos, uno de 25 minutos, con una velocidad de agitación de 250 RPM (rápida), y otra de cinco minutos con una velocidad de agitación de 50 RPM (lenta), con cinco dosis diferentes de floculante y tres concentraciones iniciales para cada metal, tal como se describen en la Tabla 6 y Tabla 7.

Tabla 6*Características de los tratamientos para metal plomo*

Tratamiento	Concentración inicial (mg/L)	Muestras	Dosis de c/floculante (mg/L)
1	1	Mn-01	0.25
		Mn-02	0.50
		Mn-03	1
		Mn-04	2
		Mn-05	2.5
2	2.5	Mn-06	0.25
		Mn-07	0.50
		Mn-08	1
		Mn-09	2
		Mn-10	2.5
3	5	Mn-11	0.25
		Mn-12	0.50
		Mn-13	1
		Mn-14	2
		Mn-15	2.5

Tabla 7*Características de los tratamientos para metal zinc*

Tratamiento	Concentración inicial (mg/L)	Muestras	Dosis de c/floculante (mg/L)
1	5	Mn-01	0.25
		Mn-02	0.50
		Mn-03	1
		Mn-04	2
		Mn-05	2.5
2	10	Mn-06	0.25
		Mn-07	0.50
		Mn-08	1
		Mn-09	2
		Mn-10	2.5
3	15	Mn-11	0.25
		Mn-12	0.50
		Mn-13	1
		Mn-14	2
		Mn-15	2.5

Etapa 3: Análisis de muestra

Seguidamente que la muestra fuese tratada en la etapa anterior, se procedió a tomar una alícuota de 100 ml, agregándole 5 ml de ácido nítrico, y ser llevado a la plancha de calentamiento, con el objetivo que esta muestra pase un proceso de digestión a una temperatura de 95 °C por un tiempo de 50 minutos, en dicho proceso se observó una

reducción del volumen, finalmente se dejó enfriar para su posterior análisis

Etapa 4: Análisis final

Luego de todo este proceso se realizó los respectivos análisis, con el equipo espectrofotómetro de absorción atómica, en el cual se usó un blanco y 3 soluciones estándares (0.5 mg/L, 1 mg/L y 2 mg/L) para calibrar el equipo, así mismo como se utilizó combustible gas de acetileno y finalmente determinar la concentración final de cada una de las muestras.

3.7 Análisis de datos

Para el análisis de datos estadísticos de la presente tesis se utilizó el programa Excel, en el cual se procesó los datos obtenidos durante la experimentación. Por otro lado, también se utilizó el programa SPSS; esto para la contratación de la hipótesis.

IV. RESULTADOS

4.1 Dosis óptima para la remoción del plomo

Para encontrar la dosis óptima para el primer tratamiento se consideró una concentración inicial de 1 mg/L de plomo, así mismo en cada muestra se añadió cinco dosis diferentes de cada floculante y por cada tratamiento tres corridas, con tiempos de 30 minutos, y con temperaturas que oscilaban entre 22.4 °C y 23.4 °C, obteniendo los siguientes resultados descritos en la Tabla 8 y Tabla 9.

Tabla 8

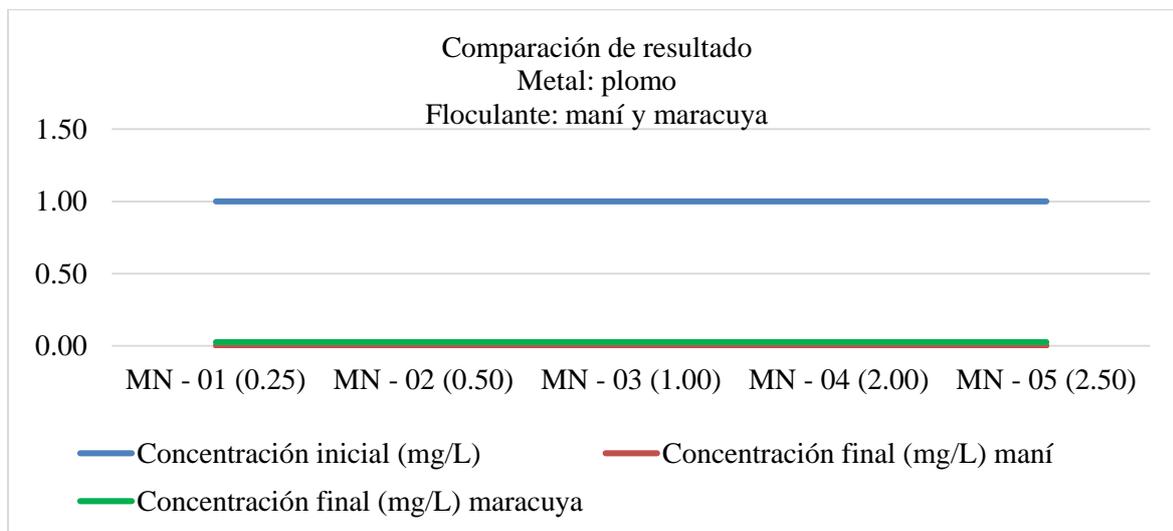
Remoción de plomo – tratamiento N° 1

Muestra (g)	Concentración	Concentración final (mg/L)			Concentración final (mg/L)		
	inicial (mg/L)	floculante maní			floculante maracuyá		
		Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3
Mn – 01 (0.25)	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn - 02 (0.50)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn - 03 (1.00)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn - 04 (2.00)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn - 05 (2.50)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Nota. La aplicación de los floculantes (maní y maracuyá), para remoción del metal plomo, disminuyeron la concentración inicial de 1 mg/L hasta 0.00 mg/L, en los tres ensayos y/o corridas realizadas.

Figura 1

Remoción plomo – T1/ C-1, C-2 y C-3



Nota. Ambos floculantes lograron remover el plomo de la muestra sintética.

Donde:

T1: tratamiento N° 1

C-1: corrida 1

C-1: corrida 2

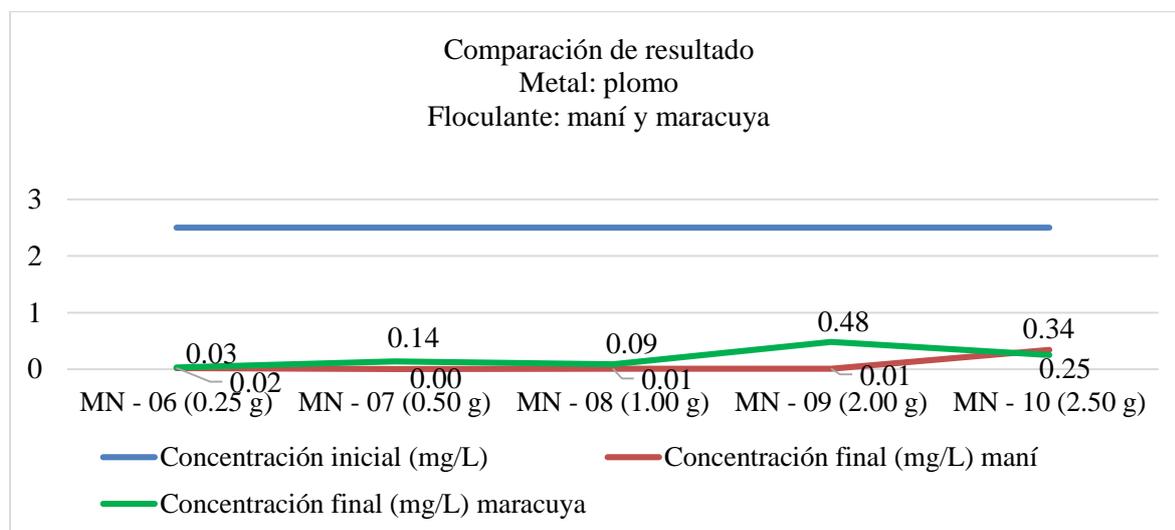
C-1: corrida 3

Para encontrar la dosis óptima en el segundo tratamiento se consideró una concentración inicial de 2.5 mg/L de plomo, así mismo en cada muestra se añadió cinco dosis diferentes de cada floculante y por cada tratamiento tres corridas, obteniendo así los siguientes resultados descritos en las tablas posteriores, con su gráfico respectivo.

Tabla 9*Remoción plomo – tratamiento N° 2*

Muestra (g)	Concentración inicial (mg/L)	Concentración final (mg/L) floculante maní			Concentración final (mg/L) floculante maracuyá		
		Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3
Mn - 06 (0.25)	2.50	0.02	0.04	0.03	0.03	0.05	0.04
Mn - 07 (0.50)		0.00	0.01	0.02	0.14	0.12	0.13
Mn - 08 (1.00)		0.01	0.03	0.02	0.09	0.08	0.10
Mn - 09 (2.00)		0.01	0.02	0.03	0.48	0.49	0.50
Mn - 10 (2.50)		0.34	0.36	0.32	0.25	0.27	0.29

Tal como se muestra en el siguiente gráfico, el primer ensayo y/o corrida para el segundo tratamiento con una concentración inicial de 2.5 mg/L del metal plomo disminuyó considerablemente hasta 0.02 mg/L, 0.00 mg/L, 0.01 mg/L, 0.01 mg/L y 0.34 mg/L, en diferentes dosis del floculante elaborado en cascara de maní, mientras que para el floculante con cascara de maracuyá las concentraciones del metal disminuyeron desde 2.5 mg/L hasta 0.03 mg/L, 0.14 mg/L, 0.09 mg/L, 0.48 mg/L y 0.25 mg/l para las diferentes dosis.

Figura 2*Remoción de plomo – T2/ C-1*

Nota. Se muestra que, en el caso del plomo, el floculante maracuyá logra bajar más la concentración en comparación a maní.

Dónde:

T2: tratamiento N° 2

C1: corrida 1

Tabla 10

Dosis óptima para el tratamiento de Pb de 2.5 mg/L en la corrida N° 1

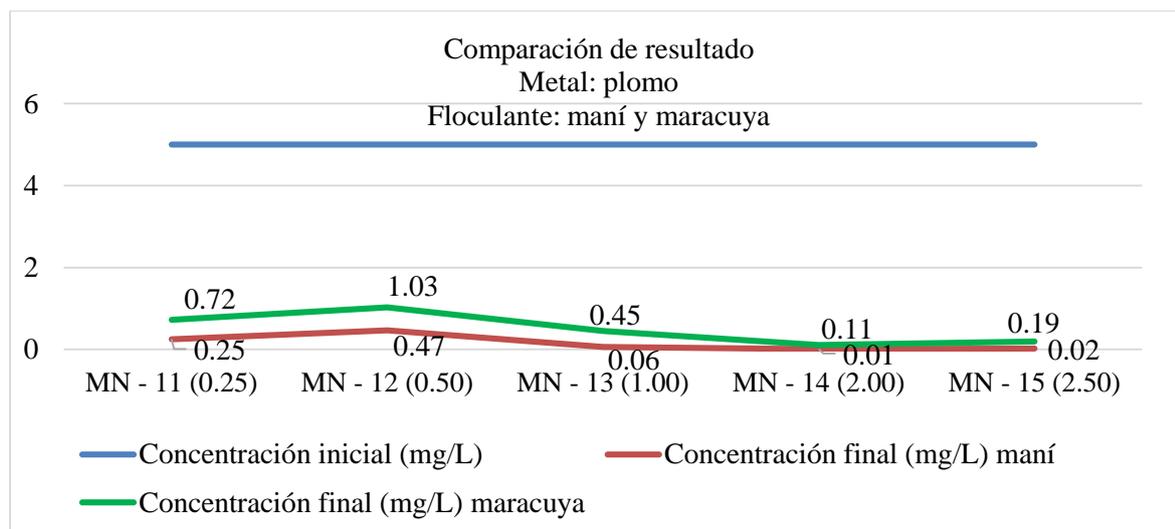
Floculante	Dosis óptima (g)	Concentración inicial (mg/L)	Concentración final (mg/L)
Maní	0,50	2.5	0.00
Maracuyá	0.25	2.5	0.03

En la Figura 3 se muestra el segundo ensayo y/o corrida para el segundo tratamiento con una concentración inicial de 2.5 mg/L del metal plomo disminuyo considerablemente hasta 0.04 mg/L, 0.01 mg/L, 0.03 mg/L, 0.02 mg/L, 0.36 mg/L, en diferentes dosis del floculante elaborado en cascara de maní, mientras que para el floculante con cascara de

maracuyá las concentraciones del metal disminuyeron desde 2.5 mg/L hasta 0.05 mg/L, 0.12 mg/L, 0.08 mg/L, 0.49 mg/L y 0.27 mg/L para las diferentes dosis.

Figura 3

Remoción de plomo – T2/C-2



Nota. En la remoción del plomo, el floculante maracuyá disminuye mayor concentración.

Dónde:

T2: tratamiento N° 2

C2: corrida 2

Tabla 11

Dosis óptima para el tratamiento de Pb de 2.5 mg/L en la corrida N° 2

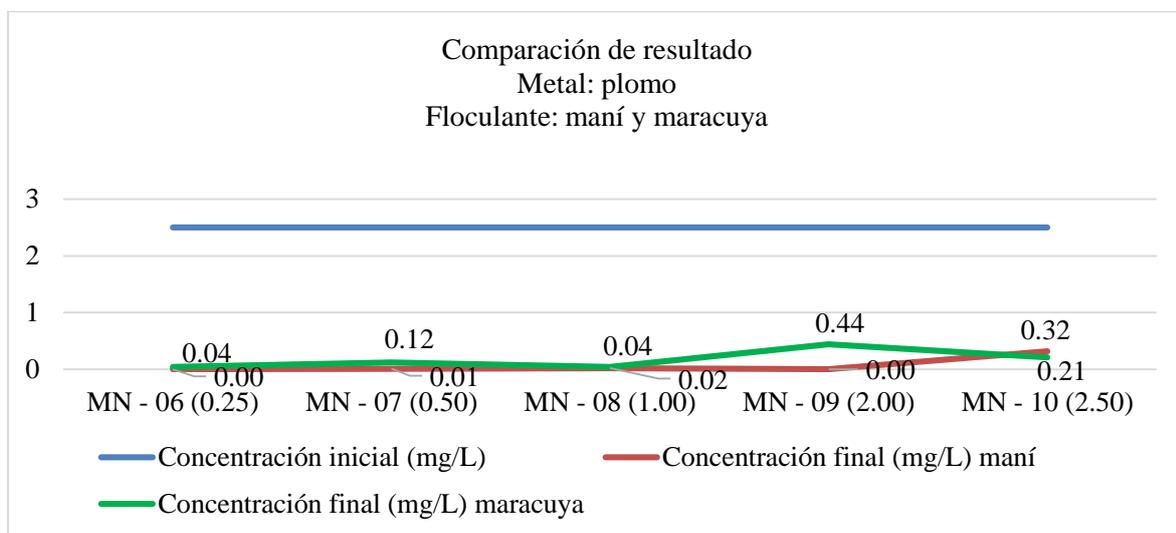
Floculante	Dosis óptima (g)	Concentración inicial (mg/L)	Concentración final (mg/L)
Maní	0.50	2.5	0.01
Maracuyá	0.25	2.5	0.05

En la Figura 4 se muestra el tercer ensayo y/o corrida para el segundo tratamiento con una concentración inicial de 2.5 mg/L del metal plomo disminuyo considerablemente hasta

0.03 mg/L, 0.02 mg/L, 0.02 mg/L, 0.03 mg/L, 0.32 mg/L, en diferentes dosis del floculante elaborado en cascara de maní, mientras que para el floculante con cascara de maracuyá las concentraciones del metal disminuyeron desde 2.5 mg/L hasta 0.04 mg/L, 0.13 mg/L, 0.10 mg/L, 0.50 mg/L y 0.29 mg/L para las diferentes dosis.

Figura 4

Remoción de plomo – T2/C- 3



Nota. En el caso del plomo, el floculante maracuyá es el que disminuye en mayor cantidad la concentración.

Dónde:

T2: tratamiento N° 2

C3: corrida 3

Tabla 12

Dosis óptima para el tratamiento de Pb de 2.5 mg/L en la corrida N° 3

Floculante	Dosis óptima (g)	Concentración inicial (mg/L)	Concentración final (mg/L)
Maní	0.50	2.5	0.02
Maracuyá	0.25	2.5	0.04

Para encontrar la dosis óptima en el tercer tratamiento se consideró una concentración inicial de 5 mg/L de plomo, así mismo en cada muestra se añadió 5 dosis diferentes de cada floculante y por cada tratamiento 3 corridas, obteniendo así los siguientes resultados descritos en la Tabla 13, Tabla 14, Tabla 15 y Tabla 16.

Tabla 13

Remoción plomo tratamiento N° 3

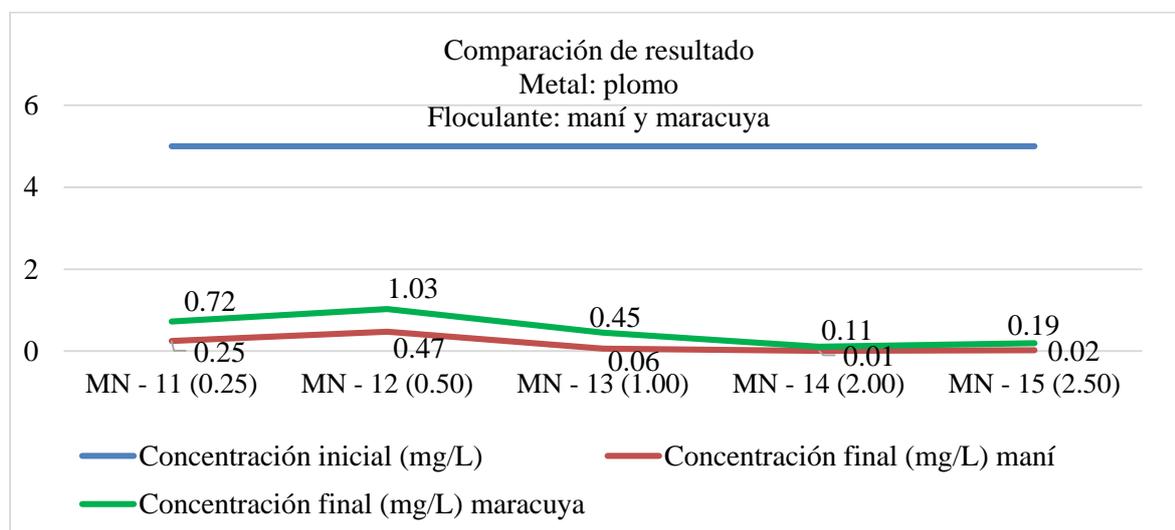
Muestra (g)	Concentración inicial (mg/L)	Concentración final (mg/L)			Concentración final (mg/L)		
		floculante maní			floculante maracuyá		
		Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3
Mn - 11 (0.25)	5.00	0.25	0.23	0.21	0.72	0.70	0.69
Mn - 12 (0.50)		0.47	0.45	0.43	1.03	1.07	1.09
Mn - 13 (1.00)		0.06	0.04	0.02	0.45	0.43	0.44
Mn - 14 (2.00)		0.01	0.03	0.04	0.11	0.13	0.10
Mn - 15 (2.50)		0.02	0.01	0.03	0.19	0.17	0.16

Tal como se muestra en la Figura 5, el primer ensayo y/o corrida para el tercer

tratamiento con una concentración inicial de 5 mg/L del metal plomo disminuyo considerablemente hasta 0.25 mg/L, 0.47 mg/L, 0.06 mg/L, 0.01 mg/L y 0.02 mg/L, en diferentes dosis del floculante elaborado en cascara de maní, mientras que para el floculante con cascara de maracuyá las concentraciones del metal disminuyeron desde 5 mg/L hasta 0.72 mg/L, 1.03 mg/L, 0.45 mg/L, 0.11 mg/L y 0.19 mg/L para las diferentes dosis.

Figura 5

Remoción de plomo – T3/C-1



Nota. La remoción de plomo de la muestra sintética se da en mayor efectividad al usar maní.

Dónde:

T3: tratamiento N° 3

C1: corrida 1

Tabla 14

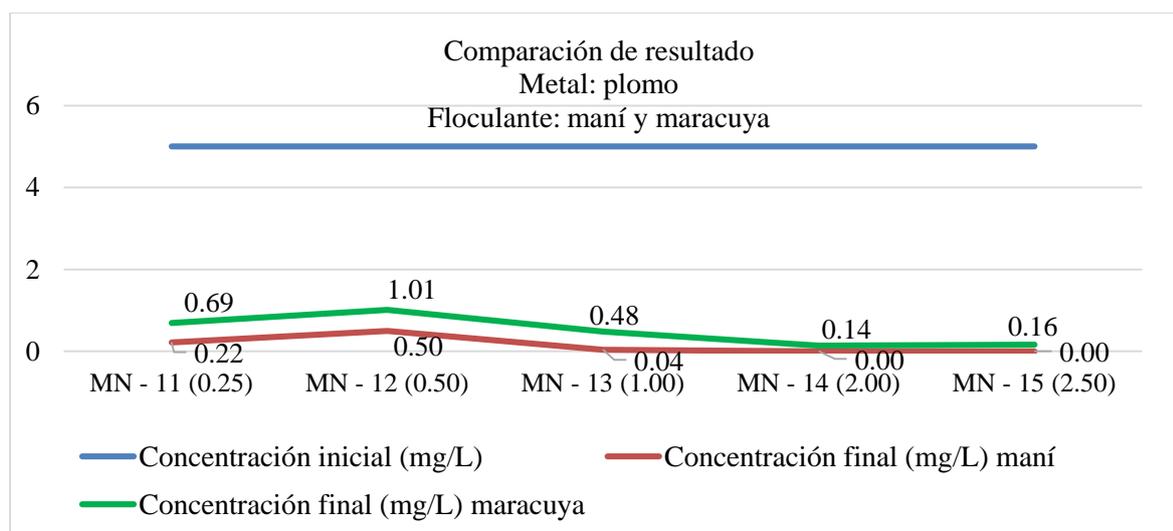
Dosis óptima para el tratamiento de Pb de 5 mg/L en la corrida N° 1

Floculante	Dosis óptima (g)	Concentración inicial (mg/L)	Concentración final (mg/L)
Maní	2.00	5	0.01
Maracuyá	2.00	5	0.11

En la Figura 6 se muestra el segundo ensayo y/o corrida para el tercer tratamiento con una concentración inicial de 5 mg/L del metal plomo disminuyo considerablemente hasta 0.23 mg/L, 0.45 mg/L, 0.04 mg/L, 0.03 mg/L, 0.01 mg/L, en diferentes dosis del floculante elaborado en cascara de maní, mientras que para el floculante con cascara de maracuyá las concentraciones del metal disminuyeron desde 2.5 mg/L hasta 0.70 mg/L, 1.07 mg/L, 0.43 mg/L, 0.13 mg/L y 0.17 mg/L para las diferentes dosis.

Figura 6

Remoción de plomo – T3/C-2



Nota. En la remoción del plomo, se tiene menor concentración del mismo al usar maní.

Dónde:

T3: tratamiento N° 3

C2: corrida 2

Tabla 15

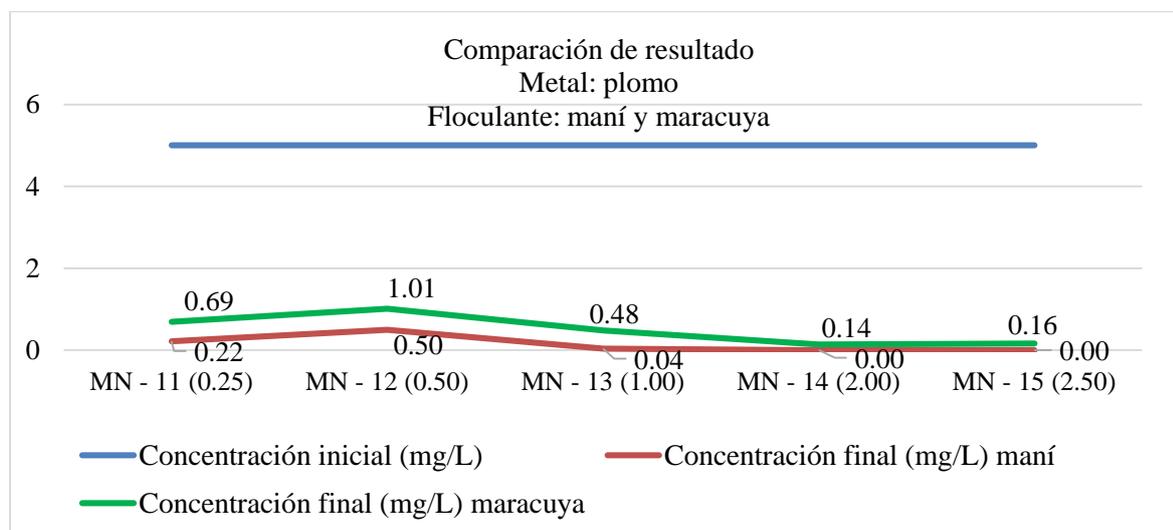
Dosis óptima para el tratamiento de Pb de 5 mg/L en la corrida N° 2

Floculante	Dosis óptima (g)	Concentración inicial (mg/L)	Concentración final (mg/L)
Maní	2.50	5	0.01
Maracuyá	2.00	5	0.13

En la Figura 7 se muestra el tercer ensayo y/o corrida para el tercer tratamiento con una concentración inicial de 5 mg/L del metal plomo disminuyo considerablemente hasta 0.21 mg/L, 0.43 mg/L, 0.02 mg/L, 0.04 mg/L, 0.03 mg/L, en diferentes dosis del floculante elaborado en cascara de maní, mientras que para el floculante con cascara de maracuyá las concentraciones del metal disminuyeron desde 2.5 mg/L hasta 0.69 mg/L, 1.09 mg/L, 0.44 mg/L, 0.10 mg/L y 0.16 mg/L para las diferentes dosis.

Figura 7

Remoción de plomo — T3/C-3



Nota. Para la remoción del plomo el maní es más efectivo.

Dónde:

T3: tratamiento N° 3

C3: corrida 3

Tabla 16

Dosis óptima para el tratamiento de Pb de 5 mg/L en la corrida N° 3

Floculante	Dosis óptima (g)	Concentración inicial (mg/L)	Concentración final (mg/L)
Maní	1.00	5	0.02
Maracuyá	2.00	5	0.10

De acuerdo a los resultados finales podemos concluir que, para el caso de remoción de plomo, considerando una concentración inicial de 1 mg/L, todas las dosis de maní y maracuyá (0.25 g, 1.0 g, 1.5 g, 2.0 g y 2.5 g), lograron bajar dicho nivel hasta los 0.0 mg/L, resultando ser óptimas en todos los casos para un tiempo de 30 minutos. Cuando se trabajó con una concentración inicial de 2.5 mg/L de plomo, la dosis óptima alcanzada por el maní

fue de 0.5 g, llegando a removerlo hasta una concentración final de 0.0 mg/L, mientras que para el caso del floculante a base de cascara de maracuyá, la dosis óptima fue de 0.25 g, llegando a removerlo hasta los 0.03 mg/L. Finalmente, cuando se trabajó con la concentración más alta de 5 mg/L de plomo, la dosis óptima alcanzada por el maní fue de 2 g, llegando a removerlo hasta 0.01 mg/L, mientras que para el caso de la cascara de maracuyá, la dosis óptima también fue de 2 g, llegando a removerlo hasta los 0.1 mg/L.

4.2 Tratamiento de zinc

Para encontrar la dosis óptima en el primer tratamiento se consideró una concentración inicial de 5 mg/L de zinc, así mismo en cada muestra se añadió cinco dosis diferentes de cada floculante y por cada tratamiento tres corridas, obteniendo así los siguientes resultados descritos en la Tabla 17.

Tabla 17

Remoción de zinc tratamiento N° 1

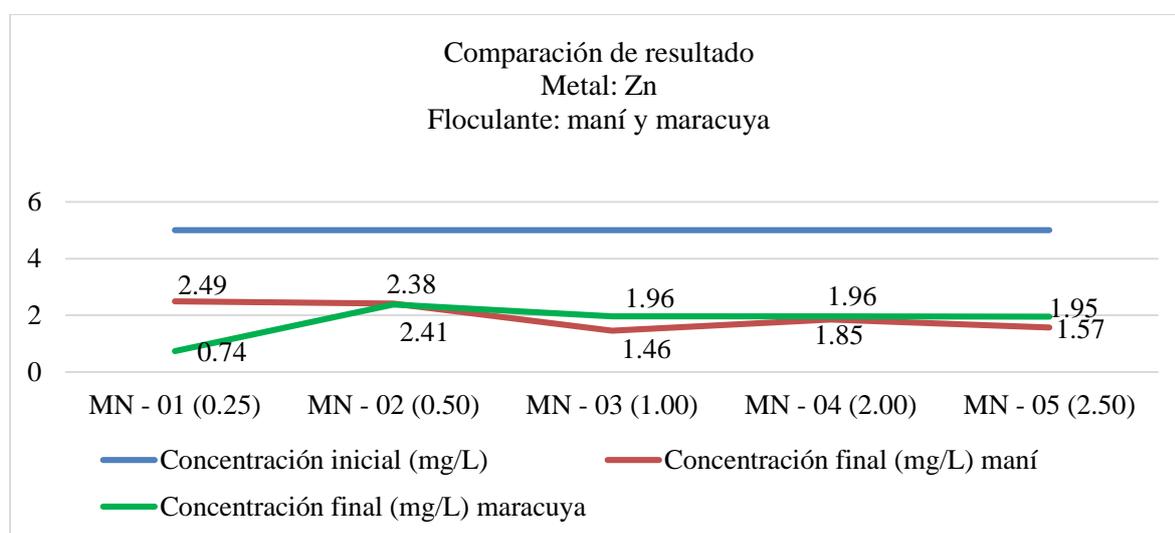
Muestra (g)	Concentración inicial (mg/L)	Concentración final (mg/L) floculante maní			Concentración final (mg/L) floculante maracuyá		
		Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3
Mn - 01 (0.25)	5.00	2.49	2.45	2.43	0.74	0.71	0.69
Mn - 02 (0.50)		2.41	2.39	2.37	2.83	2.36	2.37
Mn - 03 (1.00)		1.46	1.43	1.41	1.96	1.94	1.92
Mn - 04 (2.00)		1.85	1.87	1.86	1.96	1.95	1.94
Mn - 05 (2.50)		1.57	1.55	1.54	1.95	1.98	1.96

Tal como se muestra en la Figura 8, en el primer ensayo y/o corrida, para el primer

tratamiento, la aplicación del floculante en base a cascara de maní obtuvo una disminución en la remoción del metal zinc, desde una concentración inicial de 5 mg/L hasta 2.49 mg/L, 2.41 mg/L, 1.46 mg/L, 1.85 mg/L y 1.57 mg/L, del mismo modo en la aplicación del floculante con cascara de maracuyá, la remoción del metal zinc, disminuyo desde la concentración inicial mg/L, hasta 0.74 mg/L, 2.83 mg/L, 1.96 mg/L, 1.96 mg/L y 1.95 mg/L.

Figura 8

Remoción de zinc – T1 / C1



Nota. En el caso del Zinc, el maní actúa con mayor eficiencia.

Dónde:

T1: tratamiento N° 1

C1: corrida 1

Tabla 18

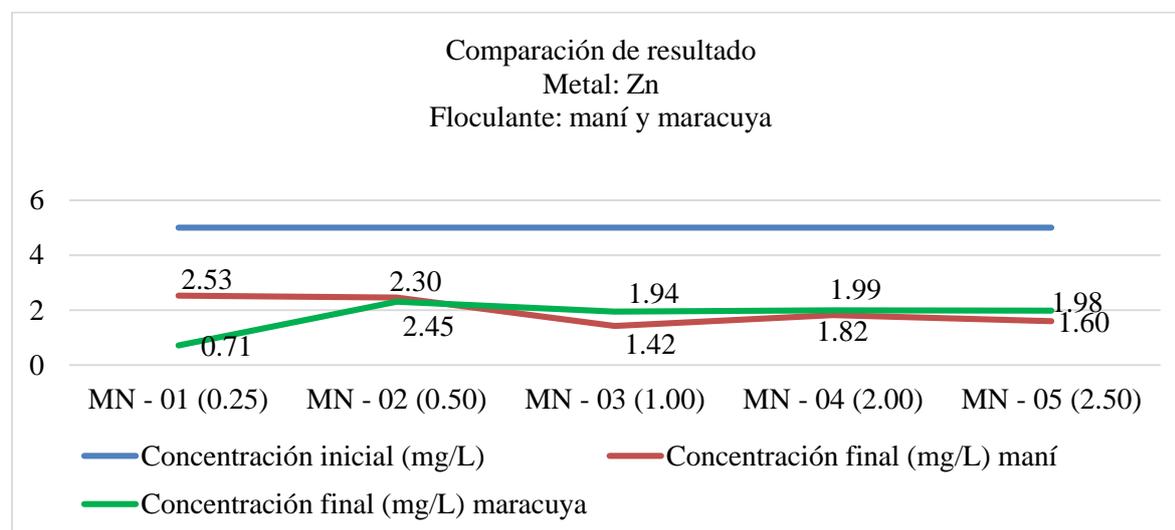
Dosis óptima para el tratamiento de Zn de 5 mg/L en la corrida N° 1

Floculante	Dosis óptima (g)	Concentración inicial (mg/L)	Concentración final (mg/L)
Maní	1.00	5	1.46
Maracuyá	0.25	5	0.74

En la Figura 9, se muestra el segundo ensayo y/o corrida, la aplicación del floculante en base a cascara de maní obtuvo una disminución en la remoción del metal zinc, desde una concentración inicial de 5 mg/L hasta 2.45 mg/L, 2.39 mg/L, 1.43 mg/L, 1.87 mg/L y 1.55 mg/L, del mismo modo en la aplicación del floculante con cascara de maracuyá, la remoción del metal zinc, disminuyó desde la concentración inicial mg/L, hasta 0.71 mg/L, 2.63 mg/L, 1.94 mg/L, 1.95 mg/L y 1.98 mg/L.

Figura 9

Remoción de zinc – T1 / C2



Nota. Para la remoción del Zinc se tiene que los floculantes actúan a la remoción de este en la muestra.

Dónde:

T1: tratamiento N° 1

C2: corrida 2

Tabla 19

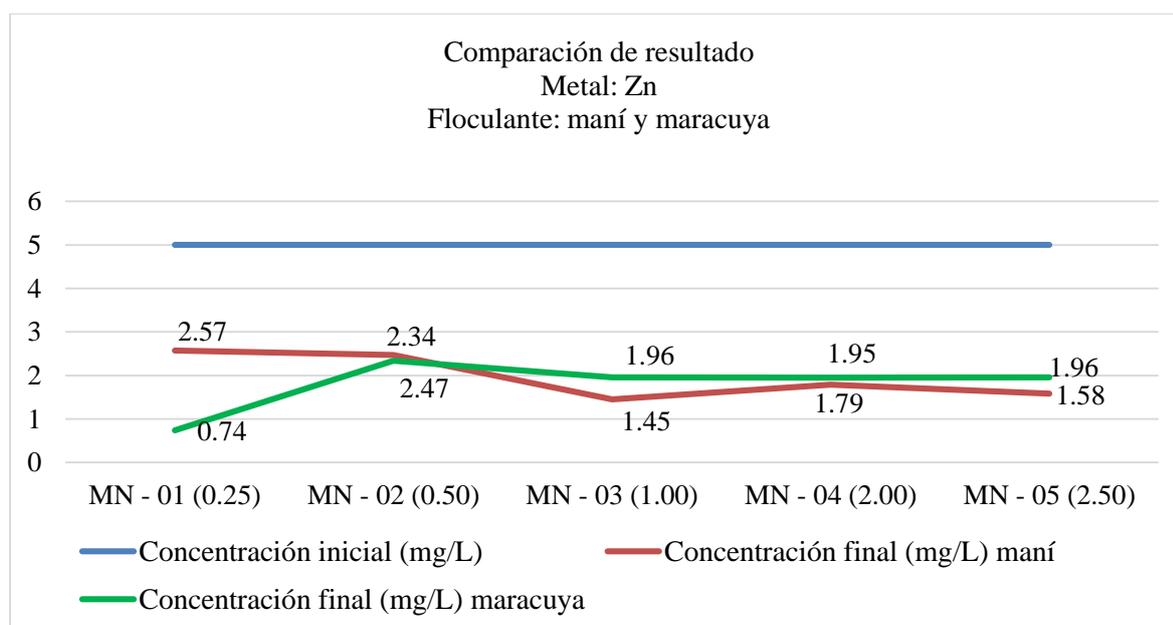
Dosis óptima para el tratamiento de Zn de 5 mg/L en la corrida N° 2

Floculante	Dosis óptima (g)	Concentración inicial (mg/L)	Concentración final (mg/L)
Maní	1.00	5	1.43
Maracuyá	0.25	5	0.71

En la Figura 10 se muestra el tercer ensayo y/o corrida, la aplicación del floculante en base a cascara de maní obtuvo una disminución en la remoción del metal zinc, desde una concentración inicial de 5 mg/L hasta 2.43 mg/L, 2.37 mg/L, 1.41 mg/L, 1.86 mg/L y 1.54 mg/L, del mismo modo en la aplicación del floculante con cascara de maracuyá, la remoción del metal zinc, disminuyo desde la concentración inicial mg/L, hasta 0.69 mg/L, 2.37 mg/L, 1.92 mg/L, 1.94 mg/L y 1.96 mg/L.

Figura 10

Remoción de zinc – T1 / C3



Nota. Para remoción de Zinc, se logró disminuir la concentración con maní y maracuyá.

Dónde:

T1: tratamiento N° 1

C3: corrida 3

Tabla 20

Dosis óptima para el tratamiento de Zn de 5 mg/L en la corrida N° 3

Floculante	Dosis óptima (g)	Concentración inicial (mg/L)	Remoción final (mg/L)
Maní	1.00	5	1.41
Maracuyá	0.25	5	0.69

Para encontrar la dosis óptima en el segundo tratamiento se consideró una concentración inicial de 10 mg/L de zinc, así mismo en cada muestra se añadió cinco dosis diferentes de cada floculante y por cada tratamiento tres corridas, obteniendo así los siguientes resultados descritos en la Tabla 21.

Tabla 21

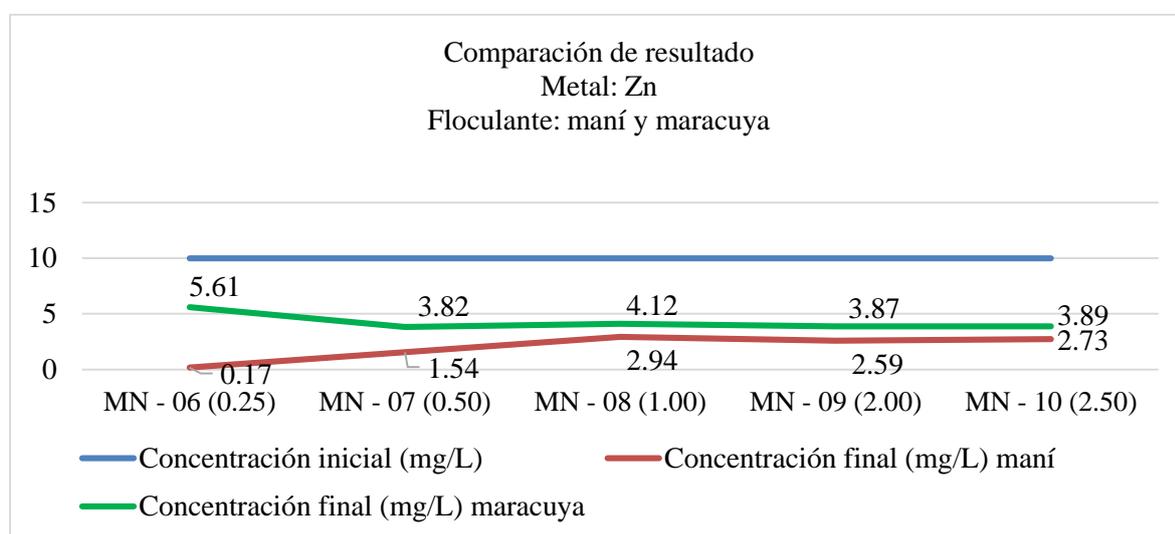
Remoción de zinc tratamiento N° 2

Muestra (g)	Concentración inicial (mg/L)	Concentración final (mg/L) floculante maní			Concentración final (mg/L) floculante maracuyá		
		Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3
Mn - 06 (0.25)	10.00	0.17	0.19	0.18	5.61	5.63	5.60
Mn - 07 (0.50)		1.54	1.57	1.53	3.82	3.79	3.77
Mn - 08 (1.00)		2.94	2.90	2.89	4.12	4.15	4.13
Mn - 09 (2.00)		2.59	2.48	2.46	3.87	3.85	3.84
Mn - 10 (2.50)		2.73	2.71	2.70	3.89	3.92	3.91

Tal como se muestra en la Figura 11, en el primer ensayo y/o corrida, para el segundo tratamiento, la aplicación del floculante en base a cascara de maní obtuvo una disminución en la remoción del metal zinc, desde una concentración inicial de 10 mg/L hasta 0.17 mg/L, 1.54 mg/L, 2.94 mg/L, 2.59 mg/L y 2.73 mg/L, del mismo modo en la aplicación del floculante con cascara de maracuyá, la remoción del metal zinc, disminuyó desde la concentración inicial mg/L, hasta 5.61 mg/L, 3.82 mg/L, 4.12 mg/L, 3.87 mg/L y 3.89 mg/L.

Figura 11

Remoción de zinc – T2 / C1



Nota. Para la remoción del Zinc, se comprueba la efectividad de ambos floculantes.

Dónde:

T2: tratamiento N° 2

C1: corrida 1

Tabla 22

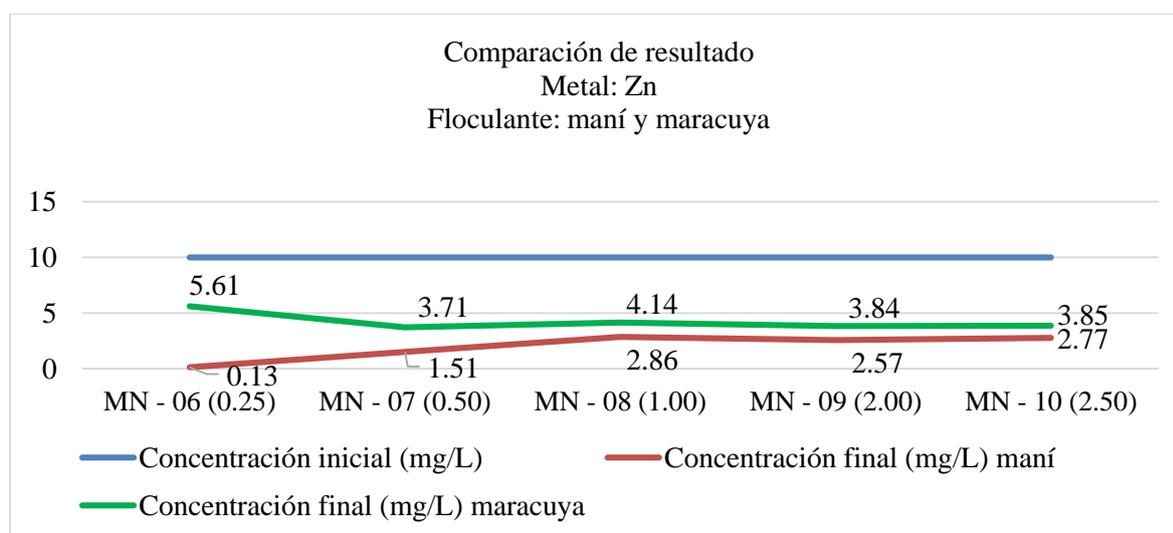
Dosis óptima para el tratamiento de Zn de 10 mg/L en la corrida N° 1

Floculante	Dosis óptima (g)	Concentración inicial (mg/L)	Remoción final (mg/L)
Maní	0.25	10	0.17
Maracuyá	0.50	10	3.82

En la Figura 12 se muestra el segundo ensayo y/o corrida, la aplicación del floculante en base a cascara de maní obtuvo una disminución en la remoción del metal zinc, desde una concentración inicial de 10 mg/L hasta 0.19 mg/L, 1.57 mg/L, 2.90 mg/L, 2.48 mg/L y 2.71 mg/L, del mismo modo en la aplicación del floculante con cascara de maracuyá, la remoción del metal zinc, disminuyó desde la concentración inicial mg/l, hasta 5.63 mg/L, 3.79 mg/L, 4.15 mg/L, 3.85 mg/L y 3.92 mg/L .

Figura 12

Remoción de zinc – T2 / C2



Nota. Para la remoción de Zinc, se comprueba la efectividad de los floculantes.

Dónde:

T2: tratamiento N° 2

C2: corrida 2

Tabla 23

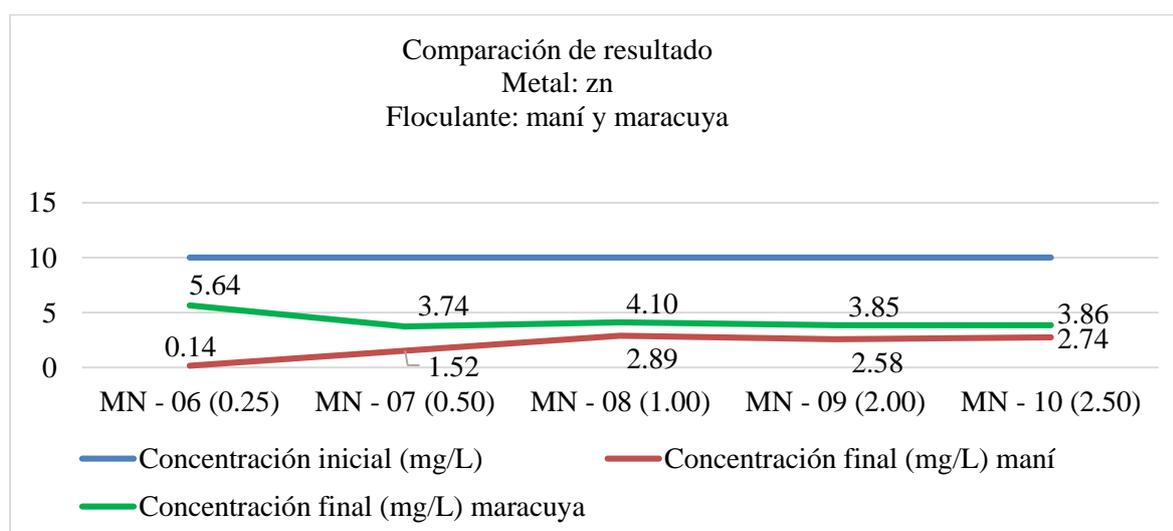
Dosis óptima para el tratamiento de Zn de 10 mg/L en la corrida N° 2

Floculante	Dosis óptima (g)	Concentración	
		inicial (mg/L)	final (mg/L)
Maní	0.25	10	0.19
Maracuyá	0.50	10	3.79

En la Figura 13 se muestra el tercer ensayo y/o corrida, la aplicación del floculante en base a cascara de maní obtuvo una disminución en la remoción del metal zinc, desde una concentración inicial de 10 mg/L hasta 0.18 mg/L, 1.53 mg/L, 2.89 mg/L, 2.46 mg/L y 2.70 mg/L, del mismo modo en la aplicación del floculante con cascara de maracuyá, la remoción del metal zinc, disminuyó desde la concentración inicial mg/L, hasta 5.60 mg/L, 3.77 mg/L, 4.13 mg/L, 3.84 mg/L y 3.91 mg/L.

Figura 13

Remoción de zinc – T2 / C3



Nota. En la remoción del Zinc se puede ver la efectividad de los floculantes.

Dónde:

T2: tratamiento N° 2

C3: corrida 3

Tabla 24

Dosis óptima para el tratamiento de Zn de 10 mg/L en la corrida N° 3

Floculante	Dosis óptima (g)	Concentración inicial (mg/L)	Remoción final (mg/L)
Maní	0.25	10	0.18
Maracuyá	0.50	10	3.77

Para encontrar la dosis óptima en el tercer tratamiento se consideró una concentración inicial de 15 mg/L del metal zinc, así mismo en cada muestra se añadió 5 dosis diferentes de cada floculante y por cada tratamiento 3 corridas, obteniendo así los siguientes resultados descritos en la Tabla 25.

Tabla 25

Remoción de zinc tratamiento N° 3

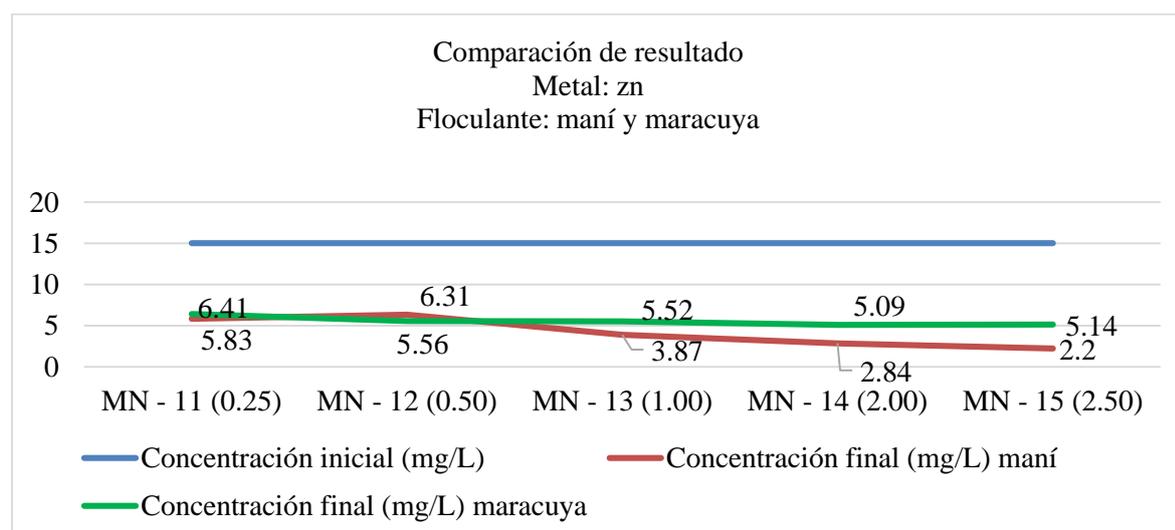
Muestra (g)	Concentración inicial (mg/L)	Concentración final (mg/L) floculante maní			Concentración final (mg/L) floculante maracuyá		
		Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3
	15.00						
Mn - 11 (0.25)		5.83	5.79	5.81	6.41	6.43	6.42
Mn - 12 (0.50)		6.31	6.33	6.29	5.56	5.55	5.54
Mn - 13 (1.00)		3.87	3.83	3.85	5.52	5.54	5.50

Muestra (g)	Concentración inicial (mg/L)	Concentración final (mg/L) floculante maní			Concentración final (mg/L) floculante maracuyá		
		Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3
		Mn - 14 (2.00)	2.84	2.85	2.83	5.09	5.11
Mn - 15 (2.50)	2.20	2.50	2.30	5.14	5.16	5.15	

Tal como se muestra en la Figura 14, en el primer ensayo y/o corrida, para el segundo tratamiento, la aplicación del floculante en base a cascara de maní obtuvo una disminución en la remoción del metal zinc, desde una concentración inicial de 10 mg/L hasta 0.17 mg/L, 1.54 mg/L, 2.94 mg/L, 2.59 mg/L y 2.73 mg/L, del mismo modo en la aplicación del floculante con cascara de maracuyá, la remoción del metal zinc, disminuyó desde la concentración inicial mg/L, hasta 5.61 mg/L, 3.82 mg/L, 4.12 mg/L, 3.87 mg/L y 3.89 mg/L.

Figura 14

Remoción de zinc – T3 / C1



Nota. Para el zinc se tiene la efectividad de los floculantes.

Dónde:

T3: tratamiento N° 3

C1: corrida 1

Tabla 26

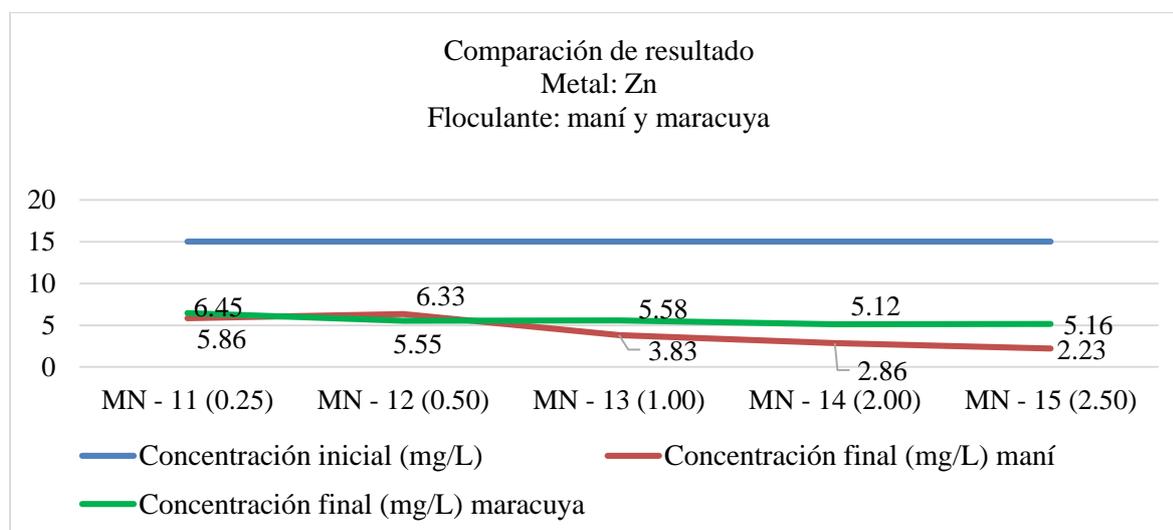
Dosis óptima para el tratamiento de Zn de 15 mg/L en la corrida N° 1

Floculante	Dosis óptima (g)	Concentración inicial (mg/L)	Concentración final (mg/L)
Maní	2.50	15	2.20
Maracuyá	2.00	15	5.09

En la Figura 15 se muestra el segundo ensayo y/o corrida, la aplicación del floculante en base a cascara de maní obtuvo una disminución en la remoción del metal zinc, desde una concentración inicial de 10 mg/L hasta 5.79 mg/L, 6.33 mg/L, 3.83 mg/L, 2.85 mg/L y 2.50 mg/L, del mismo modo en la aplicación del floculante con cascara de maracuyá, la remoción del metal zinc, disminuyo desde la concentración inicial mg/L, hasta 6.43 mg/L, 5.55 mg/L, 5.54 mg/L, 5.11 mg/L y 5.16 mg/L.

Figura 15

Remoción de zinc – T3 / C2



Nota. Se comprueba la eficacia de los floculantes en la remoción del Zinc.

Dónde:

T3: tratamiento N° 3

C2: corrida 2

Tabla 27

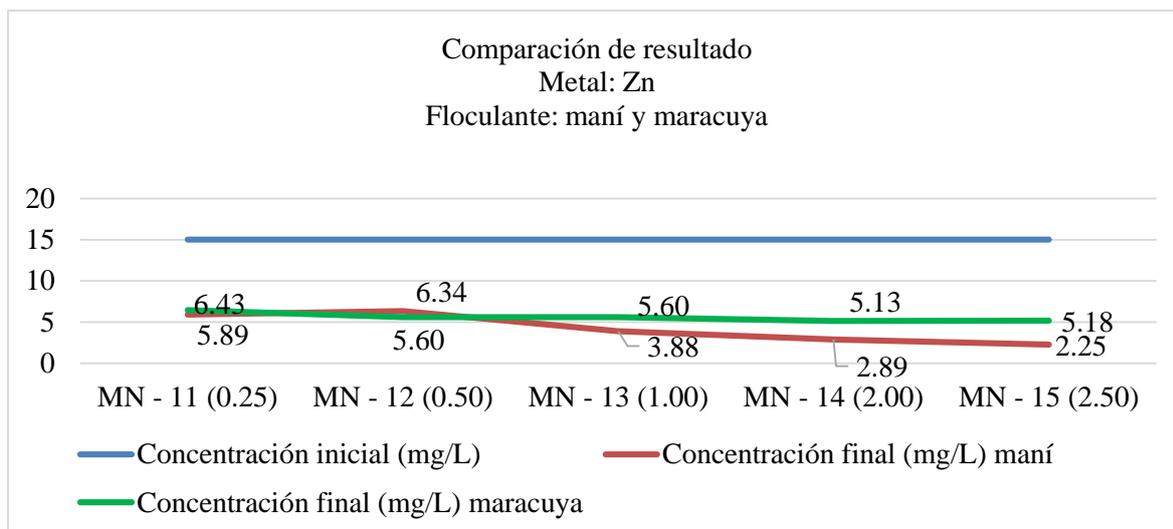
Dosis óptima para el tratamiento de Zn de 15 mg/L en la corrida N° 2

Floculante	Dosis óptima (g)	Concentración	Remoción
		inicial (mg/L)	final (mg/L)
Maní	2.50	15	2.50
Maracuyá	2.00	15	5.11

En la Figura 16 se muestra el tercer ensayo y/o corrida, la aplicación del floculante en base a cascara de maní obtuvo una disminución en la remoción del metal zinc, desde una concentración inicial de 10 mg/L hasta 5.81 mg/L, 6.29 mg/L, 3.85 mg/L, 2.83 mg/L y 2.30 mg/L, del mismo modo en la aplicación del floculante con cascara de maracuyá, la remoción del metal zinc, disminuyó desde la concentración inicial mg/L, hasta 6.42 mg/L, 5.54 mg/L, 5.50 mg/L, 5.12 mg/L y 5.15 mg/L.

Figura 16

Remoción de zinc – T3 / C3



Nota. Se comprueba la eficacia de los floculantes en la remoción del Zinc.

Dónde:

T3: tratamiento N° 3

C3: corrida 3

Tabla 28

Dosis óptima para el tratamiento de Zn de 15 mg/L en la corrida N° 3

Floculante	Dosis óptima (g)	Concentración inicial (mg/L)	Concentración final (mg/L)
Maní	2.50	15	2.30
Maracuyá	2.00	15	5.12

Para el caso del zinc, podemos concluir que al trabajar con una concentración inicial de 5 mg/L, la dosis óptima alcanzada por el maní fue de 1 g, llegando a removerlo hasta una concentración final de 1.41 mg/L, mientras que para el caso del floculante a base de cascara de maracuyá, la dosis óptima fue de 0.25 g, llegando a removerlo hasta los 0.69 mg/L.

Cuando se trabajó con una concentración inicial de 10 mg/L de zinc, la dosis óptima alcanzada por el maní fue de 0.25 g, llegando a removerlo hasta una concentración final de 0.17 mg/L, mientras que para el caso del floculante a base de cascara de maracuyá, la dosis óptima fue de 0.5 g, llegando a removerlo hasta los 3.77 mg/L. Finalmente, cuando se trabajó con la concentración más alta de 15 mg/L de zinc, la dosis óptima alcanzada por el maní fue de 2.5 g, llegando a removerlo hasta 2.2 mg/L, mientras que para el caso de la cascara de maracuyá, la dosis óptima fue de 2 g, llegando a removerlo hasta los 5.09 mg/L.

4.3 eficiencia de los floculantes en la biosorción de plomo

Tabla 29*Eficiencia de los floculantes vs concentración del plomo*

Resumen del caso del Pb			
Dosis		Eficiencia maracuyá contra Pb	Eficiencia maní contra Pb
0.25	Mínimo	85.60	95.00
	Máximo	100.00	100.00
	Media	94.7778	98.0667
	Desv. Tip.	6.67416	2.08567
0.5	Mínimo	78.20	90.60
	Máximo	100.00	100.00
	Media	91.1778	96.8667
	Desv. Tip.	9.60804	4.41248
1.00	Mínimo	91.00	98.80
	Máximo	100.00	100.00
	Media	95.8667	99.4667
	Desv. Tip.	3.83797	0.48990
2.00	Mínimo	80.00	98.80
	Máximo	100.00	100.00
	Media	92.7111	99.5556
	Desv. Tip.	9.28876	0.43333
2.50	Mínimo	88.40	85.60
	Máximo	100.00	100.00
	Media	95.2444	95.3333
	Desv. Tip.	4.79456	6.71491

En la tabla antes mostrada, se observa la eficiencia de cada floculante de acuerdo a la cantidad de dosis aplicada en los tratamientos, así tenemos que:

La dosis óptima de maracuyá en relación a la remoción del metal plomo es de 1 g, siendo eficiente en un 95.9%.

La dosis óptima de maní en relación a la remoción del metal plomo es de 2 g, siendo eficiente en un 99.5%

4.4 Eficiencia de los floculantes en la biosorción de zinc

Tabla 30

Eficiencia de los floculantes vs concentración del zinc

Resumen del caso del Zn			
Dosis		Eficiencia maní contra Zn	Eficiencia maracuyá contra Zn
0.25	Mínimo	50.20	43.70
	Máximo	98.30	86.20
	Media	70.1111	62.2667
	Desv. Tip.	21.54498	18.52471
0.5	Mínimo	51.80	52.40
	Máximo	84.70	63.10
	Media	64.8889	59.2222
	Desv. Tip.	14.94293	4.98592
1.00	Mínimo	70.60	58.50
	Máximo	74.50	63.30
	Media	72.1889	61.0222
	Desv. Tip.	1.64579	1.97976
2.00	Mínimo	62.60	60.80
	Máximo	81.10	66.10
	Media	72.9222	62.8111
	Desv. Tip.	8.05586	2.37931
2.50	Mínimo	68.60	60.04
	Máximo	85.30	65.70
	Media	75.4111	62.4444
	Desv. Tip.	6.99865	2.42441

La dosis óptima de maní en relación a la remoción del metal zinc es de 2.5 g, siendo eficiente en un 75.4%.

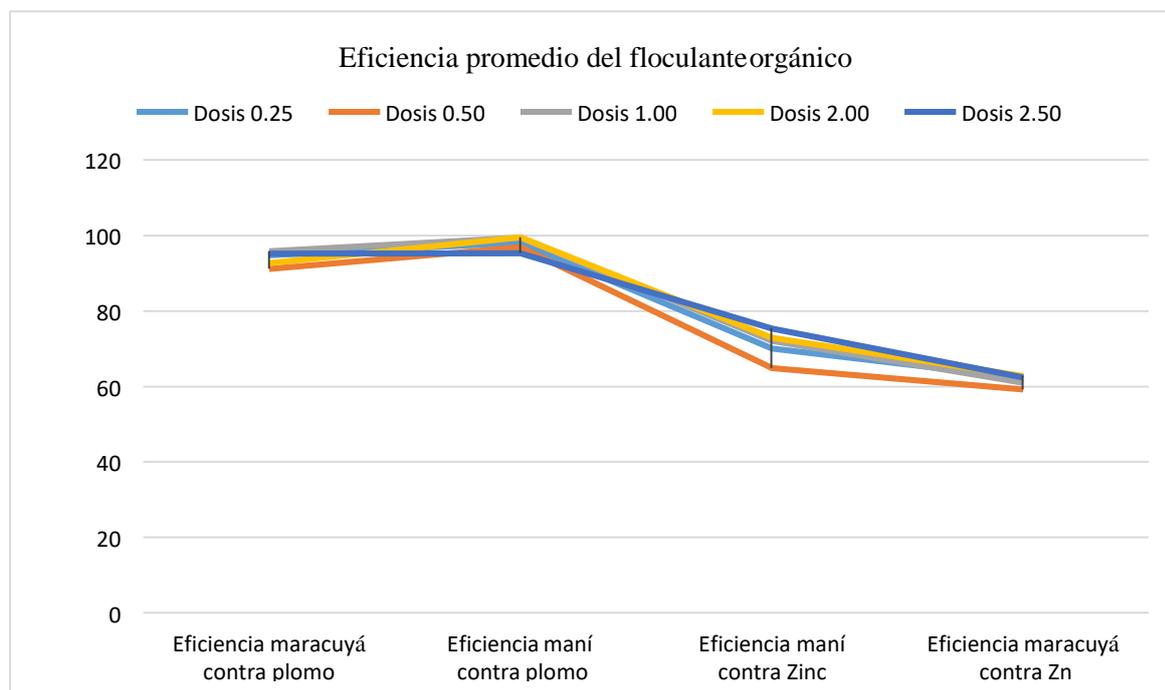
La dosis óptima de maracuyá en relación a la remoción del metal zinc es de 2 g,

siendo eficiente en un 62.8%.

Dichos valores de eficiencia se denotan en la Figura 17, donde se define que para la remoción del metal plomo el floculante en base a cascara de maní, mientras que para la remoción del metal zinc la cascara de maracuyá.

Figura 17

Eficiencia promedio del floculante orgánico



4.5 Análisis inferencial

4.5.1 Prueba de normalidad

Para identificar la prueba de hipótesis adecuada a la presente investigación se ha aplicado la prueba de Shapiro-Wilk para los diferentes valores obtenidos en la presente investigación, se ha considerado esta prueba ya que la muestra total por floculante es 45 datos (prueba válida para muestra de menos de 50 datos).

Para ello se han considerado la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alterna (H_a), con la finalidad de verificar el requisito de normalidad, necesario para las pruebas paramétricas, así

se tiene:

- Ho: los puntajes obtenidos cumplen con el requisito de normalidad.
- Ha: los puntajes obtenidos no cumplen el requisito de normalidad.

En la Tabla 31 se muestra la prueba de normalidad del puntaje obtenido al utilizar los floculantes orgánicos en la biosorción de plomo y zinc, donde los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk muestran valores de SIG menores que 0.05, lo cual permite rechazar la hipótesis nula, y con ello se puede afirmar que no se cumple el requisito de normalidad en casi todos los valores analizados ($SIG < 0.05$), por ello para el análisis de los datos se aplicaran técnicas no paramétricas.

Tabla 31

Tabla de normalidad

Ítem	Shapiro-wilk			
	Estadístico	G1	Sig.	Distribución
Concentración final zinc (maní)	0.862	45	0.000	No normal
Eficiencia maní contra zinc	0.957	45	0.097	No normal
Concentración final de Zn (maracuyá)	0.916	45	0.003	No normal
Eficiencia maracuyá contra Zn	0.803	45	0.000	No normal
Concentración final de plomo (maní)	0.608	45	0.000	No normal
Eficiencia maní contra plomo	0.595	45	0.000	No normal
Concentración final de plomo (maracuyá)	0.765	45	0.000	No normal
Eficiencia maracuyá contra plomo	0.804	45	0.000	No normal

4.5.2 Prueba de hipótesis

Para comparar las diferentes dosis para cada floculante orgánico (maní y maracuyá) se ha considerado la prueba no paramétrica de comparación de medias de Kruskal-Wallis con una significancia del 5%.

Hipótesis específica 1

H1: los floculantes naturales elaborados a partir de la cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) y maní (*Arachis hypogaea*) difieren en sus dosis óptimas de ensayo en la biosorción de plomo para muestras de aguas sintéticas.

Hipótesis estadísticas:

- H1o: los floculantes naturales elaborados a partir de la cáscara de maracuyá y maní no difieren en sus dosis óptimas de ensayo en la biosorción de plomo para muestras de aguas sintéticas.
- H1a: los floculantes naturales elaborados a partir de la cáscara de maracuyá y maní difieren en sus dosis óptimas de ensayo en la biosorción de plomo para muestras de aguas sintéticas.

En la Tabla 32 se muestra la prueba de Kruskal-Wallis para identificar la dosis óptima para cada floculante orgánico en la biosorción de plomo.

Tabla 32

Prueba de Kruskal-Wallis – hipótesis específica 1

	Estadísticos de contraste	
	Concentración final de plomo (maní)	Concentración final de plomo (maracuyá)
Chi-cuadrado	1.003	0.695
G1	4	4
Sig. Asintót.	0.909	0.952

Los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis muestran una probabilidad superior a 0.05 (0.909 para el maní y 0.952 para el maracuyá), con ello se acepta la hipótesis nula, y se concluye que los valores de concentración final al aplicar el maní en el tratamiento del plomo

a diferentes dosis analizadas son estadísticamente iguales, un resultado similar se encuentra al aplicar el maracuyá para el tratamiento del plomo, los valores de concentración final al aplicar el maracuyá en el tratamiento del plomo a diferentes dosis analizadas son estadísticamente iguales.

Hipótesis específica 2

H2: los floculantes naturales elaborados a partir de la cáscara de maracuyá y maní difieren en sus dosis óptimas de ensayo en la biosorción de zinc para muestras de aguas sintéticas.

Hipótesis estadísticas:

- H2o: los floculantes naturales elaborados a partir de la cáscara de maracuyá y maní no difieren en sus dosis óptimas de ensayo en la biosorción de zinc para muestras de aguas sintéticas.
- H2a: los floculantes naturales elaborados a partir de la cáscara de maracuyá y maní difieren en sus dosis óptimas de ensayo en la biosorción de zinc para muestras de aguas sintéticas.

En la siguiente tabla se muestra la prueba de Kruskal-Wallis para identificar la dosis óptima para cada floculante orgánico en la biosorción de zinc.

Tabla 33

Prueba de Kruskal-Wallis – hipótesis específica 2

	Estadísticos de contraste	
	Concentración final zinc (maní)	Concentración final de zinc (maracuyá)
Chi-cuadrado	1.221	2.873
G1	4	4
Sig. Asintót.	0.875	0.579

Los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis muestran una probabilidad superior a 0.05 (0.875 para el maní y 0.579 para el maracuyá), con ello se acepta la hipótesis nula, y se concluye que los valores de concentración final al aplicar el maní en el tratamiento del zinc a diferentes dosis analizadas son estadísticamente iguales, un resultado similar se encuentra al aplicar el maracuyá para el tratamiento del zinc, los valores de concentración final al aplicar el maracuyá en el tratamiento del zinc a diferentes dosis analizadas son estadísticamente iguales.

Hipótesis específica 3

H3: los floculantes naturales elaborados a partir de la cáscara de maracuyá y maní difieren en sus eficiencias de ensayo en la biosorción de plomo para muestras de aguas sintéticas.

Hipótesis estadísticas:

- H3o: los floculantes naturales elaborados a partir de la cáscara de maracuyá y maní no difieren en sus eficiencias de ensayo en la biosorción de plomo para muestras de aguas sintéticas.
- H3a: los floculantes naturales elaborados a partir de la cáscara de maracuyá y maní difieren en sus eficiencias de ensayo en la biosorción de plomo para muestras de aguas sintéticas.

En la Tabla 34 se muestra la prueba de Kruskal-Wallis para analizar la eficiencia de cada floculante orgánico en la biosorción de plomo.

Tabla 34*Prueba de Kruskal-Wallis – hipótesis específica 3*

	Estadísticos de contraste	
	Eficiencia maní contra plomo	Eficiencia maracuyá contra plomo
Chi-cuadrado	1.448	1.197
Gl	4	4
Sig. Asintót.	0.836	0.879

En términos de eficiencia para el tratamiento del plomo, los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis muestran una probabilidad superior a 0.05 (0.836 para el maní y 0.879 para el maracuyá), con ello se acepta la hipótesis nula, y se concluye que los valores de eficiencia al aplicar el maní en el tratamiento del plomo a diferentes dosis analizadas son estadísticamente iguales, un resultado similar se encuentra al aplicar el maracuyá para el tratamiento del plomo, los valores de eficiencia al aplicar el maracuyá en el tratamiento del plomo a diferentes dosis analizadas son estadísticamente iguales.

Hipótesis específica 4

H4: los floculantes naturales elaborados a partir de la cáscara de maracuyá y maní difieren en sus eficiencias de ensayo en la biosorción de zinc para muestras de aguas sintéticas.

Hipótesis estadísticas:

- H4o: los floculantes naturales elaborados a partir de la cáscara de maracuyá) y maní difieren en sus eficiencias de ensayo en la biosorción de zinc para muestras de aguas sintéticas.
- H4a: los floculantes naturales elaborados a partir de la cáscara de maracuyá y maní difieren en sus eficiencias de ensayo en la biosorción de zinc para muestras de aguas sintéticas.

En la Tabla 35 se muestra la prueba de Kruskal-Wallis para analizar la eficiencia de cada floculante orgánico en la biosorción de zinc.

Tabla 35

Prueba de Kruskal-Wallis – hipótesis específica 3

	Estadísticos de contraste	
	Eficiencia maní contra zinc	Eficiencia maracuyá Contra zinc
Chi-cuadrado	4.382	2.975
Gl	4	4
Sig. Asintót.	0.357	0.562

En términos de eficiencia para el tratamiento del zinc, los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis muestran una probabilidad superior a 0.05 (0.357 para el maní y 0.562 para el maracuyá), con ello se acepta la hipótesis nula, y se concluye que los valores de eficiencia al aplicar el maní en el tratamiento del zinc a diferentes dosis analizadas son estadísticamente iguales, un resultado similar se encuentra al aplicar el maracuyá para el tratamiento del zinc, los valores de eficiencia al aplicar el maracuyá en el tratamiento del zinc a diferentes dosis analizadas son estadísticamente iguales.

Hipótesis general

H5: los floculantes naturales elaborados a partir de la cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) y maní (*Arachis hypogaea*) presentan una elevada eficiencia de biosorción de plomo y zinc en muestras de aguas sintéticas.

Hipótesis estadísticas:

- H5o: los floculantes naturales elaborados a partir de la cáscara de maracuyá y maní no presentan una elevada eficiencia de biosorción de plomo y zinc en muestras de aguas sintéticas.

- H5a: los flocculantes naturales elaborados a partir de la cáscara de maracuyá y maní presentan una elevada eficiencia de biosorción de plomo y zinc en muestras de aguas sintéticas.

En la Tabla 36 se muestra la prueba u de Mann-Whitney para analizar la eficiencia de cada flocculante orgánico en la biosorción de plomo y zinc.

Tabla 36

Prueba u de Mann-Whitney – hipótesis general

	Zinc		Plomo	
	Maní	Maracuyá	Maní	Maracuyá
	71.10	61.55	97.86	93.96
U de mann-whitney	549 000		712 000	
Sig. Asintót. (bilateral)	0.000		0.013	

Dado que los valores de SIG al aplicar la prueba de Mann-Whitney son menores a 0.05 se rechaza la hipótesis nula, se concluye que los resultados, en el caso del zinc, el maní muestra una eficiencia significativamente mayor ($SIG=0.000 < 0.05$) en comparación de la eficiencia observada al aplicar el maracuyá, un resultado similar se ha encontrado en el tratamiento del plomo, el maní muestra una eficiencia significativamente mayor ($SIG=0.013 < 0.05$) en comparación de la eficiencia observada al aplicar el maracuyá.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

1. Durante el desarrollo de la investigación se ha determinado que Ordoñez (2017), utilizo la capacidad de biosorción de la cascara de papa (*Solanum tuberosum*), para la remoción de plomo, determinando que para una concentración inicial de 10 mg/L de plomo su tiempo máximo de remoción fue de 60 min, a diferencia de los resultados en la presente investigación en el cual se utilizó 5 mg/L de concentración inicial de plomo, se llegó a remover hasta 0.01 mg/L en 30 min.
2. En su investigación, Verdugo (2017), utiliza la cascara de mandarina para la biosorción de plomo y cromo a partir de una concentración de 5 mg/L en un tiempo de agitación de 2 horas, llegando a encontrar que el pH óptimo se encuentra en 4 para ambos metales, alcanzando eficiencias de 54.4% para el cromo y 71.9% para el plomo, en relación a nuestro trabajo de investigación con plomo, se utilizó como biosorbente la cascara de maracuyá para su remoción a partir de 5 mg/L como concentración inicial, llegando hasta los 0.1 mg/L, con una dosis de 2 g, alcanzando una eficiencia del 95% a un pH aproximado de 6.5.
3. Así tenemos a Muñoz (2007), quien utiliza la cascara de naranja para la biosorción de plomo II, en base a una solución preparada de pH igual a 5 y con un tiempo de agitación de 24 horas, obteniéndose un 40% de remoción con un pH ideal que varía entre 4 y 4.5, en el caso de nuestra investigación utilizando otro biosorbente cítrico como la cascara de maracuyá, se alcanzó remociones que varían entre 0.0 mg/L, 0.03 mg/L y 0.1 mg/L, a partir de 1,2.5 y 5 mg/L de plomo respectivamente y con pH que varían entre 6.5 y 7.5.
4. Por otro lado, Tapia et al. (2018), realizó un procedimiento con cascara de maní para remover iones de cobre y níquel, alcanzando una eficiencia de 68,3% para cobre en 30 minutos, mientras que para níquel fue de 47.6% en 60 minutos, a diferencia del

trabajo de investigación que hemos desarrollado donde se logró para el plomo una eficiencia en un 99% y para zinc alcanzo una eficiencia del 75%. Ambos en 30 minutos.

VI. CONCLUSIONES

1. Los floculantes naturales elaborados a partir de la cascara de maní y maracuyá alcanzaron dosis diferentes en cuanto a la remoción de plomo, siendo de 2 g y 1 g respectivamente.
2. Para el caso del zinc, los floculantes naturales elaborados a partir de la cascara de maní y maracuyá alcanzaron sus dosis máximas de remoción de zinc en 2.5 g y 2 g respectivamente.
3. En relación a la eficiencia, podemos indicar que el porcentaje de remoción de plomo con floculantes naturales de maracuyá y maní, alcanzaron el 95.9% y 99.5% respectivamente.
4. Finalmente, en relación a la eficiencia alcanzada en la remoción de zinc con los floculantes naturales de maracuyá y maní, fue del 62.8% y 95.4% respectivamente.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda para investigaciones futuras modificar las variables de análisis como el tiempo, temperatura, dosis, pH, concentración y volumen, a fin de conocer posibles cambios en cuanto a la dosis óptima para la biosorción de plomo y zinc.
2. Se recomienda la elaboración de otros floculantes naturales sintetizados a partir de las cascaras de otros frutos considerados como desecho, a fin de comparar su eficiencia en relación a los floculantes de maní y maracuyá en la biosorción de metales.
3. Considerar la aplicación de la presente metodología teniendo en cuenta el tipo de actividad y efluente, a fin de poder ser desarrollado a escala industrial.
4. Se recomienda probar los floculantes estudiados maracuyá (*Passiflora edulis*) y maní (*Arachis hypogaea*), con otro tipo de metales presentes en las aguas residuales industriales.
5. Se recomienda emplear la pulpa de los floculantes maracuyá y maní en la remoción de metales, de tal modo definir cuál de ambos componentes del fruto actúa más como biosorbente.
6. Se recomienda profundizar y analizar más detalladamente las características de los biosorbentes naturales maracuyá y maní, de tal modo definir su capacidad y componente principal en la remoción de metales.

VIII. REFERENCIAS

- Admen (2013). *Eliminación de metales pesados de las aguas residuales utilizando residuos agrícolas e industriales como adsorbentes* (vol. 9).
[Https://doi.org/10.1016/j.hbrcej.2013.08.004](https://doi.org/10.1016/j.hbrcej.2013.08.004)
- Albis, Martínez, Severiche, y Garcia (2016). Remoción de plomo de soluciones acuosas usando cáscara de yuca modificada con ácido cítrico. *Avances: Investigación En Ingeniería*, 13(1). [Https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.2.254](https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.2.254)
- Baeza (2007). Procedimiento para la preparación de muestras de agua para determinar la actividad de emisores gamma. Retención de yodo y extracción selectiva de cesio.
[Https://www.csn.es/documents/10182/27786/INT-04-07+Vigilancia+radiol%C3%B3gica+ambiental.+Procedimiento+1.13/5b4d44ea-c66f-4bcc-98d1-9ab53a19663f](https://www.csn.es/documents/10182/27786/INT-04-07+Vigilancia+radiol%C3%B3gica+ambiental.+Procedimiento+1.13/5b4d44ea-c66f-4bcc-98d1-9ab53a19663f)
- Cano (2018). *Retención de cromo hexavalente contenido en muestras sintéticas de agua mediante adsorción utilizando biosorbentes naturales modificados*. [Tesis de bachiller, Universidad Santo Tomás].
[Https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/15370/2019danielacano.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/15370/2019danielacano.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cañizare, r. (2000). Bioadsorción de metales pesados mediante el uso de biomasa microbiana. *Revista Latinoamericana de Microbiología* (2000) 42:131-143.
[Https://www.medigraphic.com/pdfs/lamicro/mi-2000/mi003f.pdf](https://www.medigraphic.com/pdfs/lamicro/mi-2000/mi003f.pdf)
- Chuchón, s. &. (2008). Evaluación de la capacidad de remoción de bacterias coliformes fecales y demanda bioquímica de oxígeno de la planta de tratamiento de aguas residuales La totora. *La Molina* (vols. *Ecología aplicada*, 7).
[Https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/eau/article/view/372](https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/eau/article/view/372)

- Díaz (2014). *Coagulantes-floculantes orgánicos e inorgánicos elaborados de plantas u reciclaje de chatarra, para el tratamiento de aguas contaminadas*. [Tesis de bachiller, Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán]. [Http://www.cervantesvirtual.com/downloadPdf/coagulantes-floculantes-organicos-e-inorganicos-elaborados-de-plantas-y-del-reciclaje-de-la-chatarra-para-el-tratamiento-de-aguas-contaminadas/](http://www.cervantesvirtual.com/downloadPdf/coagulantes-floculantes-organicos-e-inorganicos-elaborados-de-plantas-y-del-reciclaje-de-la-chatarra-para-el-tratamiento-de-aguas-contaminadas/)
- Febrianto (2009). Equilibrium and kinetic studies in adsorption of heavy metals using biosorbent; a summary of recent studies. *Journal of hazardous materials volume 162, Issues 2–3*.
[Https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030438940800928X?via%3Dihub](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030438940800928X?via%3Dihub)
- Galvanizado (2018). Metal zinc. Ee. Uu. : teck.
- Hashimoto (2006). Maní. *Trujillo: gerencia regional de recursos naturales y gestión de medio ambiente*.
[Http://www.regionlalibertad.gob.pe/web/opciones/pdfs/manual%20de%20man%C3%AD.pdf](http://www.regionlalibertad.gob.pe/web/opciones/pdfs/manual%20de%20man%C3%AD.pdf)
- Hernandez, i. C. (2014). El plomo y sus efectos en la salud. *Acta Médica del Centro / Vol. 8 - No. 3 - 2014h*.
[Http://www.revactamedicacentro.sld.cu/index.php/amc/article/view/164/222](http://www.revactamedicacentro.sld.cu/index.php/amc/article/view/164/222)
- Hernández, r. F. (2014). *Metodología de la investigación* (6 ed.). Mexico: mcgraw-hill education.
- Iliná, a. (2009). Biosorción de arsénico en materiales derivados de maracuyá. *Rev. Int. Contam. Ambient vol.25 no.4 México nov. 2009*.
[Http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992009000400001](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992009000400001)

Limo (2013). *Estudio sobre la presencia del plomo en el medio ambiente de Talara*.

Monografía, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

https://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtual/monografias/Ingenie/ubillus_lj/ubillus_lj.htm

Linares, d. B. (1999). *Bioadsorción de plomo y zinc por una bacteria aislada de un jal minero*. [Tesis de maestría, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey].

https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/569087/DocsTec_6999.pdf?sequence=1

Londoño, I. E. (2016). Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal.

Biotechnología en el sector agropecuario y agroindustrial. 14.

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-35612016000200017&script=sci_abstract&tlng=es)

[35612016000200017&script=sci_abstract&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-35612016000200017&script=sci_abstract&tlng=es)

Mendoza (2015). Biosorción de Cd, Pb y Zn por biomasa pre tratada de algas rojas, cascara de naranja y tuna. *Ciencia e ingeniería neogranadina*.

https://www.researchgate.net/publication/287107850_Biosorcion_de_Cd_Pb_y_Zn_por_biomasa_pretratada_de_algas_rojas_cascara_de_naranja_y_tuna

Muñoz (2007). *Biosorción de plomo (II) por cáscara de naranja Citrus cinensis pre tratada*.

[Tesis de bachiller, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].

<https://core.ac.uk/download/pdf/323353409.pdf>

Nordberg, g. (2001). Metales: propiedades químicas y toxicidad.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental ([OEFA], 2014). La fiscalización ambiental en residuos sólidos. https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=16983

Ordoñez, a. (2017). *Determinación de la capacidad adsorbente de los residuos de la industria de la papa (Solanum tuberosum) para la remoción de metales pesados en aguas contaminadas*. [Tesis de bachiller, Universidad Politécnica Salesiana].

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14969/1/UPS-CT007386.pdf>

- Oré (2015). Biosorción de Pb (II) de aguas residuales de mina usando el marlo de maíz Rev. Soc. Quím. Perú vol.81 No.2 Lima abr./jun. 2015. 122 - 134.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2015000200005
- Ramírez (2015). Agentes naturales como alternativa para el tratamiento del agua. *Facultad de ciencias básicas, 11*.
<https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/view/1303>
- Robards, k. (2011). Cadmiun: toxicology and analysis - a review. *Analyst, 3*.
- Rodríguez, a. &. (2008). Niveles de plomo en sangre y factores de riesgo asociados en niños de 2 a 10 años en el barrio Villa Francisca, Santo Domingo. *Ciencia y sociedad, 18*.
<https://www.redalyc.org/pdf/870/87012672005.pdf>
- Subtropico (2000). Maní (*Cacahuete*). *Asociación Naturland - 1ª edición 2000*.
<https://www.naturland.de/images/SP/Productores/cacao.pdf>
- Tapia (27 de marzo de 2018). Remoción de iones cobre y níquel con cascara de maní.
<https://doi.org/10.15628/holos.2018.7064>
- Vela (2016). El zinc: un elemento esencial para la vida. Asociación latinoamericana de zinc.
[Http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112007000100012](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112007000100012)
- Verdugo, j. (2017). *Bioadsorción de iones de plomo y cromo procedentes de aguas residuales utilizando la cascara de la mandarina (citrus reticulada var. Clementina)*.
Cuenca. [Tesis de bachiller, Universidad Politécnica Salesiana].
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14249/1/UPS-CT007003.pdf>

IX. ANEXOS

1. Anexo 1: matriz de consistencia

PROB.	PROBLEMA (S)	OBJETIVO (S)	HIPÓTESIS	TIPO	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
GENERAL	¿Cómo será la eficiencia de los floculantes naturales a partir de la cáscara de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>) Y maní (<i>Arachis hypogaea</i>) en los ensayos de biosorción de Plomo y Zinc en muestras de agua sintéticas?	Evaluar la eficiencia de los floculantes naturales a partir de la cáscara de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>) y maní (<i>Arachis hypogaea</i>) en los ensayos de biosorción de Plomo y Zinc en muestras de aguas sintéticas.	Los Floculantes naturales elaborados a partir de la cáscara de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>) y maní (<i>Arachis hypogaea</i>) presentan una elevada eficiencia de biosorción de Plomo y Zinc en muestras de aguas sintéticas.	VARIBALE INDEPENDIENTE	FLOCULANTES NATURALES	Floculación: Es el proceso de agitación mediante el cual las partículas coloidales tienden a aglomerarse formando el incremento de flóculos y rápida precipitación. (RAMIREZ, H. y JARAMILLO, J., 2015, p.138). Floculante Natural: Son polímeros, extraídos de sustancias animales o vegetales, (DÍAZ, J., 2014, p.25). El cual en el proceso de biosorción actúa como biosorbente.	Se utilizó el método de jarras considerando un volumen contante de 1 litro y velocidad de 250, 150 y 50 rpm, en tiempos de 15, 10 y 5 min respectivamente, así mismo para cada metal se consideró 3 concentraciones iniciales diferentes y para cada concentración se aplicó 5 dosis, finalmente se hizo 3 corridas para en cada tratamiento.	ESTRUCTURA ORGANICA DEL MANI Y MARACUYA.	Dosis (mg/l)	Ficha de observación
									Tiempo (min)	
									Velocidad de agitación (rpm)	
									Eficiencia (%)	

PROB.	PROBLEMA (S)	OBJETIVO (S)	HIPÓTESIS	TIPO	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
ESPECIFICOS	¿Cuál será la dosis óptima de los floculantes naturales a partir de la cáscara de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>) y maní (<i>Arachis hypogaea</i>) en los ensayos de biosorción de Plomo en muestras de aguas sintéticas?	Determinar la dosis óptima de los floculantes naturales a partir de la cáscara de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>) y maní (<i>Arachis hypogaea</i>) en los ensayos de biosorción de Plomo en muestras de aguas sintéticas.	Los floculantes naturales elaborados a partir de la cáscara de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>) y maní (<i>Arachis hypogaea</i>) difieren en sus dosis óptimas de ensayo en la biosorción de Plomo para muestras de aguas sintéticas.	VARIABLE DEPENDIENTE	BIOSORCIÓN	La bioadsorción radica en la utilización de residuos orgánicos como material adsorbente para trastornar concentraciones de metales" (PINZÓN y VERA, 2009, p.131),	Se preparó la muestra base a diferentes concentraciones de los metales Pb (1, 2.5, 5 mg/l); para Zn (5, 10, 15 mg/l); dichas concentraciones se basaron en los LMP	FISICOQUIMICA DEL PLOMO Y ZINC.	Concentración Inicial (mg/l)	
	¿Cuál será la dosis óptima de los floculantes naturales a partir de la cáscara de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>) y maní (<i>Arachis hypogaea</i>) en los ensayos de biosorción de Zinc en muestras de aguas sintéticas?	Determinar la dosis óptima de los floculantes naturales a partir de la cáscara de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>) y maní (<i>Arachis hypogaea</i>) en los ensayos de biosorción de Zinc en muestras de aguas sintéticas.	Los floculantes naturales elaborados a partir de la cáscara de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>) y maní (<i>Arachis hypogaea</i>) difieren en sus dosis óptimas de ensayo en la biosorción de Zinc para muestras de aguas sintéticas.						Concentración Final (mg/l)	
	¿Cómo será la eficiencia de los floculantes naturales a partir de la cáscara de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>) y maní (<i>Arachis hypogaea</i>) en los ensayos de biosorción de Plomo en muestras de aguas sintéticas?	Determinar la eficiencia de los floculantes naturales a partir de la cáscara de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>) y maní (<i>Arachis hypogaea</i>) en los ensayos de biosorción de Plomo en muestras de aguas sintéticas.	Los floculantes naturales elaborados a partir de la cáscara de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>) y maní (<i>Arachis hypogaea</i>) difieren en sus eficiencias de ensayo en la biosorción de Plomo para muestras de aguas sintéticas.						Temperatura (°C)	
	¿Cómo será la eficiencia de los floculantes naturales a partir de la cáscara de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>) y maní (<i>Arachis hypogaea</i>) en los ensayos de biosorción de Zinc en muestras de aguas sintéticas?	Determinar la eficiencia de los floculantes naturales a partir de la cáscara de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>) y maní (<i>Arachis hypogaea</i>) en los ensayos de biosorción de Zinc en muestras de aguas sintéticas.	Los floculantes naturales elaborados a partir de la cáscara de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>) y maní (<i>Arachis hypogaea</i>) difieren en sus eficiencias de ensayo en la biosorción de Zinc para muestras de aguas sintéticas.							