



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Aplicación de residuos de *Ananas Comosus* y su efecto en la remoción de plomo
en soluciones acuosas sintéticas

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Jimenez Shapiama, Pool Erick (orcid.org/0000-0002-9696-436X)

Rodriguez Paredes, Valeria Noemi (orcid.org/0000-0002-6106-9939)

ASESOR:

Dr. Cruz Monzon, Jose Alfredo (orcid.org/0000-0001-9146-7615)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de Residuos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Dedicamos este gran logro a nuestros padres, gracias al apoyo y motivación de cada uno de ellos podemos lograr este gran ípaso de los nuevos ingenieros ambientales en nuestro país y poder brindar un servicio que pueda ayudar a nuestra población

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios y a todas aquellas personas que nos apoyaron incondicionalmente en nuestra carrera profesional; así también a la Universidad César Vallejo y a cada uno de nuestros docentes que nos inculcaron sabiduría y conocimiento acerca de la carrera profesional, esa sabiduría que aplicaremos día a día en nuestro campo laboral

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CRUZ MONZON JOSE ALFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Aplicación de residuos de Ananas Comosus y su efecto en la remoción de plomo de soluciones acuosas sintéticas", cuyos autores son RODRIGUEZ PAREDES VALERIA NOEMI, JIMENEZ SHAPIAMA POOL ERICK, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 30 de Noviembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CRUZ MONZON JOSE ALFREDO DNI: 18887838 ORCID: 0000-0001-9146-7615	Firmado electrónicamente por: JACRUZM el 09-12- 2023 18:16:15

Código documento Trilce: TRI - 0674802



DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, RODRIGUEZ PAREDES VALERIA NOEMI, JIMENEZ SHAPIAMA POOL ERICK estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Aplicación de residuos de Ananas Comosus y su efecto en la remoción de plomo de soluciones acuosas sintéticas", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
VALERIA NOEMI RODRIGUEZ PAREDES DNI: 74356466 ORCID: 0000-0002-6106-9939	Firmado electrónicamente por: VRODRIGUEZPA17 el 30-11-2023 18:00:35
POOL ERICK JIMENEZ SHAPIAMA DNI: 76643551 ORCID: 0000-0002-9696-436X	Firmado electrónicamente por: PJIMENEZSH el 30-11- 2023 06:33:59

Código documento Trilce: TRI - 0674803



ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	9
3.1. Tipo y diseño de investigación	9
3.2. Variables de Operacionalización.	9
3.3. Población, muestra y muestreo.	9
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	10
3.5. Procedimientos	10
3.6. Método y análisis de datos	13
3.7. Aspectos éticos.....	13
IV. RESULTADOS	14
V. DISCUSIÓN	23
VI. CONCLUSIONES	27
VII. RECOMENDACIONES	28
REFERENCIAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Remoción de plomo según dosis, velocidad de agitación y tiempo.	14
Tabla 2 Estadísticos Descriptivos - Dosis.....	15
Tabla 3 Prueba de homogeneidad de varianzas	16
Tabla 4 Análisis de varianza ANOVA	16
Tabla 5 Estadísticos Descriptivos – Velocidad de agitación	17
Tabla 6 Prueba de homogeneidad de varianzas	18
Tabla 7 Análisis de Varianza ANOVA	18
Tabla 8 Comparaciones Múltiples	19
Tabla 9 Estadísticos Descriptivos – Tiempo de contacto.....	20
Tabla 10 Prueba de homogeneidad de varianzas	21
Tabla 11 Análisis de Varianza ANOVA	21
Tabla 12 Comparaciones múltiples	22
Tabla 13 Equipos de laboratorio	60
Tabla 14 Materiales de laboratorio	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Evaluación dosis de biomasa en la remoción de plomo en soluciones sintéticas	14
Figura 2 Velocidad de agitación en la remoción de Pb en soluciones sintéticas...	17
Figura 3 Evaluación del tiempo en la remoción de Pb en soluciones sintéticas ...	20

RESUMEN

La presencia de plomo en los cuerpos de agua representa un peligro ambiental crítico debido a la toxicidad y persistencia en el medio ambiente, por lo cual es necesario investigar sobre alternativas de remoción. El propósito de este estudio es evaluar el efecto que tiene la dosis y velocidad de agitación del biosorbente elaborado a base de cáscaras y coronas deshidratadas, trituradas y tamizadas de *Ananás comosus* para la remoción de plomo en soluciones acuosas sintéticas. Se aplicó un diseño experimental controlado donde se varió la dosis de biomasa y velocidades de agitación en tiempos específicos. Los resultados destacan la influencia directa de la biomasa, donde se aplicaron dosis de 1; 2 y 3 gramos de biosorbente, los cuales fueron sometidos a velocidades de agitación de 200, 600 y 1000 rpm en un agitador magnético DLAB-MS7-H5550-PRO, en tiempos de contacto de 10; 15 y 30 minutos, evidenciando que la capacidad de remoción máxima fue de 41,18% con una dosis de 3 gramos de residuos de cáscaras y coronas de piña, a una velocidad de 1000 rpm, en un periodo de 30 minutos. Estos hallazgos proporcionarán información relevante para futuras investigaciones orientadas a estrategias para la remoción de plomo en soluciones acuosas.

Palabras clave: *Ananás Comosus*, dosis, velocidad de agitación, solución sintética, plomo.

ABSTRACT

The presence of lead in bodies of water represents a critical environmental hazard due to its toxicity and persistence in the environment, making it necessary to investigate removal alternatives. The purpose of this study is to evaluate the effect of dosage and agitation speed of the biosorbent made from dehydrated, crushed, and sieved shells and crowns of *Ananas comosus* for the removal of lead in synthetic aqueous solutions. A controlled experimental design was applied, varying the biomass dosage and agitation speeds at specific times. The results highlight the direct influence of the biomass, where doses of 1, 2, and 3 grams of biosorbent were applied, subjected to agitation speeds of 200, 600, and 1000 rpm in a DLAB-MS7-H5550-PRO magnetic stirrer, at contact times of 10, 15, and 30 minutes. It was evidenced that the maximum removal capacity was 41.18% with a dosage of 3 grams of pineapple shell and crown residues, at a speed of 1000 rpm, within a 30-minute period. These findings will provide relevant information for future research aimed at strategies for lead removal in aqueous solutions.

Keywords: *Ananas Comosus*, dosage, agitation speed, synthetic solution, lead.

I. INTRODUCCIÓN

La contaminación de cuerpos de agua con metales pesados es una problemática latente en las sociedades de las últimas décadas, debido a dos fuentes fundamentales de contaminación las cuales pueden ser de origen natural o de origen antropogénico (Navarrete-Forero et al. 2020, p. 733). El plomo es un metal pesado muy perjudicial para la salud humana y para todo ser vivo que se vea expuesto (Sarria-Villa, 2020, p.94), a nivel global la contaminación de los recursos hídricos por metales son originados principalmente por las industrias dedicadas a la extracción de minerales, textil, agroindustrial; fabricación de pesticidas, insecticidas, baterías, tuberías de agua, acabados de metales, entre otras (Salas-Ávila et al. 2021, p. 146).

Existe una gran diversidad de métodos para la remediación de aguas y estos pueden ser físicos tales como floculación, filtración de membrana; químicos como intercambio iónico, precipitación química, coagulación; y métodos fisicoquímicos como la electrofloculación, electrocoagulación, electrodiálisis, osmosis inversa, nanofiltración, ultrafiltración, flotación, adsorción, entre otros (Gómez et al. 2020, p.110), los cuales se han implementado para la remoción de metales existentes en el recurso hídrico. Sin embargo, métodos como la separación de membranas o electroquímica, precipitación química, intercambio iónico, osmosis inversa, presentan altos costos operativos y de producción, sobre todo cuando los metales están disueltos en grandes volúmenes de agua y en concentraciones significativamente bajas (Lluilema & Suárez, 2021, p. 19), además, los sub productos de estos métodos pueden ser tóxicos, esta producción de lodos, necesitan un tratamiento debido a la presencia de metales y microorganismos, para lo cual se requiere su caracterización, haciendo de esta una tarea difícil para su aprovechamiento como abono o para su correcta disposición final (Duany-Thimoste et al. 2022, p. 100); por otra parte, algunos de estos métodos están limitados por no ser factibles técnicamente o económicamente (Santos et al. 2018, p.07).

De todos los métodos antes mencionados, la adsorción es una de las alternativas más estudiadas y empleados para la eliminación de metales pesados en aguas, esto se debe a su alta eficacia la cual se fundamenta el proceso de intercambio de moléculas del solvente a una superficie adsorbente activa (Gómez et al. 2022, p.

18), esta tiene efectos positivos en términos de flexibilidad, costos, diseño, simplicidad en su funcionamiento e insensibilidad a sustancias tóxicas a diferencia de otras metodologías aplicadas (Vargas & Rodríguez, 2021, p. 18), de hecho, su aplicación como tratamiento de remoción de metales en aguas residuales industriales, apertura el desarrollo de esta técnica como un proceso innovador (Aguirre, Piraneque y Linerto-Cuerto, 2021 p. 8), sin embargo, presenta distintas técnicas para su utilización, entre ellos, el carbón activado, el cual es uno de los adsorbentes más ampliamente usado, a pesar de ello, su gran desventaja es el alto costo ya que su producción involucra activaciones físicas y químicas, así como elevadas condiciones de temperatura y presión controlada, por esta razón, el uso de carbón activado a gran escala, actualmente, para la recuperación de grandes volúmenes de agua contaminadas o efluentes industriales no es una opción viable (Villa, 2022, p. 18).

Por otro lado, la utilización de biomasa lignocelulósicas, que por lo general son residuos agrícolas, son aprovechados debido a que tienen propiedades eficaces y económicas para el tratamiento de cuerpos de aguas contaminadas con metales pesados (Fernández, 2020, p.23), es así que entra la aplicación de biomasa vegetal o materia deshidratada molida como biosorbente por representar una opción viable para quitar trazas de iones de metales presentes en aguas contaminadas ya que posee gran eficiencia para aislar los contaminantes en el agua y su purificación (Rufasto & Huamani, 2023, p.4).

La problemática frente a la presencia de plomo en efluentes, originó que se realizaran varios estudios que se relacionan con los métodos o nuevas técnicas de tratamiento de aguas contaminadas usando materiales orgánicos que son producidos por la industria agrícola y que pueden emplearse de forma directa o posterior a recibir tratamientos (Paccha & Paccha, 2019, p.4), tales como la cascarilla de arroz, café, cáscara de naranja, cáscara de limón, cáscara de piña, entre otros (Osorio et al. 2021, p. 8).

La presente investigación se realizó a partir de la siguiente interrogante para el planteamiento como problema general: ¿Cuál es el efecto de la dosis y velocidad de agitación para la remoción de plomo en soluciones acuosas sintéticas aplicando de cáscaras y coronas deshidratadas de *Ananás comosus*?, y como específicos:

¿Cuál es la dosis más eficaz del biosorbente elaborado a base de cáscaras y coronas de *Ananás comosus* para la remoción de plomo en soluciones sintéticas? ¿Cuál es la velocidad de agitación más eficaz para la remoción de plomo en soluciones sintéticas? y ¿Cuál es el tiempo óptimo para la eficacia en la remoción de plomo en soluciones acuosas sintéticas?

La importancia del presente estudio en el marco ambiental, fue promover el máximo aprovechamiento de residuos orgánicos para la remediación de daños ambientales; este trabajo de investigación estuvo direccionado hacia el desarrollo de la técnica de adsorción con biomasas lignocelulósicas no tratadas, ni modificadas químicamente, a fin de valorar su efecto frente a cuerpos de agua contaminadas con plomo. Así mismo, como justificación en el marco social, esta investigación puede ser tomada como referente para futuras aplicaciones en las comunidades y las grandes empresas comprometidas con el ambiente, partiendo desde la implementación de proyectos de recuperación o biorremediación de áreas afectadas por la presencia de plomo, garantizando seguridad y calidad de vida.

El objetivo general que tuvo esta investigación fue determinar la dosis y velocidad de agitación para la remoción de plomo de soluciones sintéticas utilizando cáscara y coronas deshidratadas de *Ananás comosus*; y como objetivos específicos tenemos: evaluar la dosis de residuos de *Ananás comosus* que permita las mejores condiciones de remoción de plomo de soluciones sintéticas, evaluar la velocidad de agitación a las mejores condiciones de dosis de *Ananás comosus* que permita la remoción de plomo en soluciones sintéticas, evaluar el tiempo de remoción de Pb en soluciones sintéticas a las mejores condiciones de dosis y velocidad de agitación.

Como hipótesis, se consideró que la aplicación de cáscaras y coronas deshidratadas de *Ananás comosus* si es eficaz para la remoción de plomo en soluciones acuosas sintéticas, y como hipótesis nula, la aplicación de cáscara y coronas deshidratadas de *Ananás comosus* para la remoción de plomo en soluciones acuosas sintéticas no es eficaz.

II. MARCO TEÓRICO

Si bien en cierto hoy en día existen técnicas para eliminar metales pesados presentes en cuerpos de agua, así mismo existen diversas técnicas efectivas, como la biorremediación, tratamiento con cal, filtración por membranas, precipitación, intercambio iónico y adsorción, entre todas las técnicas mencionadas se destaca especialmente la adsorción, la cual se considera un método muy eficaz para eliminar una amplia gama de sustancias tóxicas presentes en aguas contaminadas con metales pesados debido a la minería informal (Ruiz-Paternina et al. 2022, p.16). Por consiguiente, el término utilizado para describir la sustancia capturada en el proceso de adsorción se le conoce como “adsorbato” mientras que el material que se emplea para la realización de esta captura se denomina “adsorbente” o “sustrato”, esta distinción se basa en las fuerzas de interacción que existe entre el adsorbato y el adsorbente. Según, Valladares-Cisneros et al. (2017, p.67), durante los procedimientos de eliminación, el objetivo primordial es prevenir la modificación o degradación de las moléculas, ya sea mediante ruptura o intercambio de grupos funcionales, esto se hace como propósito para evitar formación de compuestos que sean más reactivos tóxicos en comparación con el compuesto original.

Asimismo, diversos estudios demostraron que las cascara de diversas frutas tienen un alto potencial de adsorción de metales pesados siendo esta alternativa económica y eficiente de solución frente a la contaminación de metales pesados presentes en soluciones acuosas (Pardavé et al. 2020, p.30).

Actualmente la cascara de piña se clasifica como un residuo sólido y su manejo inadecuado en términos de disposición final da lugar a problemas de contaminación en diversos entornos comunitarios donde se almacene, esto se debe a que, durante el proceso de descomposición, la cascara de la piña puede provocar la formación de hongos, liberación de gases, proliferación de vectores y la generación de malos olores debido al su proceso de descomposición (Mendoza & Pardavé, 2023, p. 147).

Sobre el uso de cascara de frutas como residuos sostenibles para la remoción de metales pesados presentes en cuerpos de aguas residuales e industriales, tenemos que los frutos con mayor recomendación para la remoción y adsorción de metales pesados son el limón, plátano, mango, tomate de árbol, piña, maracuyá, naranja,

coco, aguacate, manzana, lulo y mandarina, por consiguiente los metales frecuente removidos, adsorbidos o eliminados con cascara de frutas son: Pb, Cr, Cu, Ni, Cd, y Zn, siendo esta una fuente viable para el tratamiento de aguas contaminadas con metales pesados (Gómez-Aguilar, Rodríguez-Miranda, & Salcedo-Parra, 2022, p. 22).

Ayob et al. (2020, p.08), en su investigación sobre la capacidad de eliminación de plomo con el uso de residuos de piña como un adsorbente para la eliminación de plomo en aguas residuales sintéticas, en el presente estudio se investigó el alto potencial de los residuos de piña como adsorbente para la eliminación de plomo de una solución acuosa, para este estudio se usaron los residuos mixtos de piña estos residuos fueron tratados con hidróxido de sodio, tanto los tratados y los no tratados los cuales fueron caracterizados mediante un análisis infrarrojo por transformada de Fourier (FT-IR), durante el proceso de adsorción se llevó a cabo con una dosis de 1 gramo a un pH de 2, 4, 6, en un tiempo de contacto de (15, 30, 60, 90 minutos), donde se logró descubrir que los residuos tratados con NaOH tienen una mayor adsorción de plomo de un total de 85,88% a diferencia de los no tratados los cuales tienen un promedio de 52,57%, lo que demostraría que los residuos de piña son un medio adecuado para la remoción de plomo en una solución acuosa.

Por otra parte, Hernández et al. (2018, p.10), en su investigación referente a la evaluación de la capacidad de biosorción de plomo presente en efluentes sintéticos, donde se empleó biosorbente de origen vegetal, para el desarrollo de esta investigación emplearon elodea y vaina de alverja, los estudios realizados se hicieron a una escala de laboratorio, donde se preparó una concentración de 100mg/L de $Pb(NO_3)_2$ con un 95 % de pureza, donde se procedieron a preparar concentraciones de 10, 20, 50 y 100 mg/L de Pb (II), los cuales fueron sometidos a una velocidad de agitación de 200 rpm en periodos de tiempo de 10, 20, 30 y 45 minutos, teniendo así valores de remoción del metal entre 97,99 % para el bioadsorbente de elodea mientras que para la vaina de alverja tiene un 93,63%, lo que confirmaría que los bioadsorbentes de origen vegetal tienen la capacidad de remover plomo de soluciones sintéticas.

Tang et al. (2023, p.6), en su investigación para convertir los desechos agrícolas en adsorbentes ecológicos, siendo esta una estrategia compatible y rentable para

la eliminación de desechos sólidos, además de optimizar el control de la contaminación ambiental, en su artículo la muestra de cascara de naranja desechada se purificó mediante hidrólisis acoplada del ácido alcalino, y los adsorbentes obtenidos se aplicaron para eliminar Cadmio tóxico (Cd(II)) de la fase líquida, con base en los experimentos de un solo factor el adsorbente de captura de Cd, el cual se generó bajo la condición de purificación de remojar OP crudo en una solución de NaOH a 2,0 M a una temperatura de 25 °C, sometido a un tratamiento de hidrólisis con solución de HCl 2,5 M a 25°C los análisis espectrales reflejaron la eliminación eficiente de impurezas de hemicelulosa/pectina y lignina, el proceso cinético de eliminación de Cd mediante el biosorbente tratado alcanzó el equilibrio después de 0,5 horas con una eficiencia de eliminación de aproximadamente de un 88%, la capacidad máxima de sorción de Cd fue de 124,90 mg/g, su comportamiento de sorción fue inferido principalmente por la coexistencia de Mg, Cd y metales pesados, en general la muestra extraída de la cascara de naranja tratada (hidrolizada) podría actuar como un descontaminante prometedor para la remediación del medio ambiente acuático contaminado con Cd.

Ardila, Palacio & Barrera (2018, p. 166), llevó a cabo un estudio de adsorción donde investigó la eliminación de una combinación de tintes empleados en la industria textil, este proceso se realizó utilizando cascara de piña cultivadas en las regiones de Chocó y Urabá Antioqueño, donde se realizaron pruebas en diversas condiciones y se tomó en cuenta el pH, tamaño de partícula del adsorbente, tiempo de contacto entre adsorbente y la mezcla de contaminantes, el investigador usó una concentración de contaminantes de 50 ppm y una cantidad de adsorbente de 150 mg, después de haber realizado el proceso experimental y al momento de obtener los resultados el autor se percató que el mejor pH es de 2,1, en un tiempo de contacto de 8 horas, para lograr porcentajes de recuperación de $59,2 \pm 1,9$ de colorantes con el uso de cáscaras de piñas del Urubá y del $51,7 \pm 2,1$ con las cascara de piña del Chocó.

Urrego et al. (2018, p. 87), en su investigación sobre la remoción de colorante rojo 40 con el uso de cascara de piñas, donde se usó una dosis de 100 mg, 150 mg y 200 mg de biosorbente a una velocidad de agitación de 120 rpm por un periodo de tiempo de 24 horas, donde los mejores resultados de remoción de colorante se

dieron en una dosis de 150 mg con un tamaño de partícula de 0,125 mm y 0,180 mm, donde se logró determinar hasta un 84 % de remoción de colorante, donde se resalta que el uso de biosorbente a base de cascara de piña no requiere procesos químicos haciendo el proceso de obtención de este material de muy bajo costo.

Así mismo Valerio-Cárdenas et al. (2021, p.54), para el desarrollo de su investigación sobre la carga cero de las cascara de *Ananás comosus* y su aplicación como un adsorbente de metales pesados Cu, donde se procedió a preparar seis soluciones de 0,5 gramos de sorbente en medio acuoso con un rango de pH de 3-8, siendo estos agitados a una velocidad de 225 rpm donde se evaluó el pH inicial y final, con el propósito de determinar el punto cero, así mismo para la adsorción de cobre se procedió a preparar soluciones de Sulfato Cúprico en concentraciones de 2; 4; 6; 8 y 10 mg/L, donde se agregaron dosis de 0,1 gramo a una velocidad de 225 rpm durante 24 horas, donde se obtuvo una eliminación de cobre de un 50%.

Trujillo del Bosque et al. (2021, p.63), en su investigación sobre el uso del meollo del bagazo de la caña de azúcar como biosorbente para remoción de plomo en soluciones acuosas sintéticas, en este estudio se incluyó la caracterización físico-química y morfológica del meollo para remoción de plomo, además de la determinación y optimización de las condiciones experimentales para el proceso de biosorción, lográndose una remoción de 22,39 mg/g de remoción de plomo en soluciones acuosas sintéticas.

Por otro lado, Carbajal & Mendoza (2021, p.122), abordan en su investigación sobre la reducción de la concentración de metales pesados mediante el proceso de adsorción empleando cascara de naranja, inicialmente las cascara de naranja se tratan en una solución de hidróxido de sodio con una concentración 2 moles, posteriormente se procede a reticular las pectinas presentes en las cascara con el fin de mejorar la eficacia del adsorbente, donde se aplicó dosis de 2,5; 5 y 10 (g) de residuos de naranja en agua contaminadas con el plomo y hierro, logrando una eliminación del 70% de hierro y plomo usando dosis de 10 gramos de cascara de naranja, por lo cual estos resultados sugieren que el uso de cascara de naranja son una opción viable para la remoción de plomo y hierro en cuerpos de agua,

debido a su bajo costo en la obtención de materia prima y su reducido impacto en el ambiente.

Tapia et al. (2018, p.115), en su estudio se enfocaron en la eliminación de iones de cobre y níquel empleando cascaras de maní como un agente de biosorción, el estudio a bordo de diversas variables incluyendo el pH, tiempo, concentración del biosorbente y la concentración del ion metálico, los resultados experimentales demostraron que la cascara de maní aplicada en una dosis de 20g/L demostró ser un biosorbente altamente eficaz a un pH 3, el cual fue sometido a una velocidad constante de 700 rpm, con un tiempo de 5 a 60 minutos, además la máxima adsorción se logró en un plazo de 30 minutos para el cobre y 60 minutos para el níquel, cuanto a la pruebas de eliminación simultanea se encontró que la remoción de iones de níquel fue de un 45,7% mientras que para los iones de cobre fue de 69,9% de eliminación.

En tal contexto, se señala que los enfoques para llevar a cabo los análisis cuantitativos de metales pesados son amplios y varían según su tipo de muestra que se quiera examinar, en tiempos recientes se ha venido utilizando la espectrometría de masa con acompañamiento a un generador de plasma inductivo debido a su alta sensibilidad, límites de detección y eficacia para la detección de cantidades mínimas y extremadamente bajas de metales pesados, aunque otros estudios sugieren que la espectrofotometría de adsorción atómica ya sea con nebulización directa en llama o mediante un horno de grafito, es efectiva para determinar metales pesados como el Cr, Cd, Ni, Pb, Cu y Zn (García, Bravo & Pérez, 2022, p.131)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Esta investigación fue de tipo básica, ya que nos permitió expandir los conocimientos sobre el tema de estudio a escala de laboratorio y de diseño experimental puro, debido a que se realizó el manejo de las variables independientes para observar sus efectos en la variable dependiente.

3.2. Variables de Operacionalización.

Esta investigación consideró como variables independientes de la categoría cuantitativa, fueron las cáscaras y coronas deshidratadas de *Ananás comosus*, la cual tuvo como dimensión la granulometría y su indicador fue de 0,25 mm, la dosis de aplicación la cual tuvo como dimensión el peso y sus indicadores fueron de 1,2 y 3 gramos y la velocidad de agitación la cual tuvo como dimensión el tiempo los cuales fueron de 10, 15 y 30 minutos y revoluciones por minuto fueron de 200, 600 y 1000, así mismo como variable dependiente de categoría cuantitativa, se consideró la remoción de plomo en soluciones acuosas sintéticas, el cual tuvo como dimensión los parámetros inorgánicos y su indicador fue el porcentaje (%) de remoción de plomo y su pH (Ver Anexo 1).

3.3. Población, muestra y muestreo.

Población y muestra:

Se consideró como población para investigación aguas sintéticas contaminadas con plomo elaborados en laboratorio de la UCV, la muestra fue de 2510 mL de solución sintética, utilizando una confiabilidad del 95%, considerando como unidad de análisis de 100 mL de solución sintética, siendo este volumen requerido para las pruebas experimentales para la remoción de plomo.

Muestreo

Para el muestreo se realizó la toma de una preparación de agua pura contaminada con plomo en laboratorio.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se utilizó fue la observación experimental para la evaluación de residuos de piña para la remoción de plomo en soluciones acuosas sintéticas a escala de laboratorio, con el instrumento de las fichas de registro de datos experimentales de acuerdo a lo expresado en nuestros objetivos planteados.

La validez del instrumento nos permitió obtener los datos confiables en la eficiencia del residuo de *Ananás comosus* para la remoción de Pb en soluciones sintéticas. En la presente investigación se realizó la validación por contenido (Ver Anexo 02).

3.5. Procedimientos

Para el procedimiento se ejecutó en etapas y las cuales consistieron en:

Etapa I: Selección de la materia

Para la selección de la materia a trabajar se utilizó cáscaras y coronas de *Ananás Comosus*, se tuvo en cuenta que las estructuras de estas no presenten daños, por lo que se procedió a retirar las hojas de la corona y otras impurezas que mediante la observación se lograron identificar.

Etapa II: Lavado y trozado de la materia

Las cáscaras y coronas de piña se lavaron con agua destilada corriente para garantizar que se encuentren libres de impurezas y contaminación, luego se introdujeron en un recipiente de la misma durante 12 minutos con el fin de regular su pH.

Posteriormente para lograr su mayor superficie de contacto entre el aire caliente y los residuos de la piña, estas se trozaron de manera cuidadosa en cuadrados de 3 cm x 3 cm.

Etapa III: Secado de la materia prima.

Para el proceso de secado se realizó a una temperatura de 35 °C por un periodo de tiempo de 72 horas de tal forma que el producto obtenido tenga una estructura dura para facilitar el proceso de molienda y la posibilidad de generar granulo sueltos.

Fórmula para determinar el porcentaje de humedad eliminada para la adecuación de materia prima.

$$\%H = \frac{(B - A) - (C - A)}{(B - A)} \times 100$$

Donde:

A= Peso de recipiente de aluminio

B= Peso de recipiente de aluminio + muestra húmeda

C= Peso de recipiente de aluminio + muestra seca

Etapa IV: Molienda y tamizado de la materia prima:

Los trozos de las cáscaras fueron deshidratados para luego ser molidos en un molino de cuchillas y por último se procedió a tamizar en malla de 0,25 mm (Tamiz de Ensayo Estándar Americano), con la finalidad de conocer con mayor certeza la granulometría obtenida del proceso de molienda.

Fórmula para determinar el porcentaje de rendimiento para la conversión de materia.

$$\%R = \frac{mf}{mi} \times 100$$

Donde:

mi= masa inicial húmeda de cáscaras

mf= masa final seca de cáscaras

Etapa V: Preparación de solución sintética.

En una balanza analítica de marca SARTORIUS de precisión de 0.1 mg a 0.01 g, se procedió a pesar 0,0183 g de Pb (NO₃)₂ al 99% de pureza, el cual fue colocado en un vaso de precipitado, luego se afora con agua destilada a 1

litro, obteniendo así la solución madre para el desarrollo del proceso de experimentación. Con esto se busca establecer la metodología para la remoción de metales pesados con residuos de *Ananás Comosus*.

Etapa VI: Experimentación en el equipo de agitación.

El proceso de experimentación se llevó a cabo de forma discontinua y a una temperatura ambiente, considerando cuatro parámetros, pH, velocidad de agitación, tiempo de contacto y la dosis del biosorbente.

La experimentación se inició utilizando la solución madre contaminada con plomo (0,0183 g de $Pb(NO_3)_2$ / 1 L) preparada en laboratorio, la cual con la ayuda de una probeta y un galón vacío de agua destilada vertimos la solución madre y luego la aforamos a 2510 mL, posteriormente se tomó 100 mL como muestra para luego almacenarla en un frasco ámbar para su respectivo análisis de laboratorio y así poder evaluar la concentración inicial.

Paso seguido se procede a pesar en una balanza analítica las dosis de 1, 2 y 3 gramos para cada vaso de precipitado paso seguido se procede a extraer 100 mL de la solución madre en 09 vasos de precipitado, por último, se configura el agitador magnético a las velocidades de 200 rpm por 10 minutos, 600 rpm por 15 minutos y 1000 rpm por 30 minutos y se da el proceso de agitación en los tiempos determinados para cada una de las dosis.

Culminado ya el proceso de agitación de cada solución con el biosorbente se procedió a iniciar el proceso de filtrado con la ayuda de un matraz Kitasato, un embudo Buchner, papel filtro N°4 de 125 mm y una bomba de vacío de manera que culminamos todos los procesos de pesado, agitación, filtración, se procede a embazar y rotular las muestras, se alistan para luego ser derivadas a laboratorio externo para medir la concentración inicial de la solución madre y la concentración final de plomo después del tratamiento.

Todo este proceso se realiza por duplicado, con el fin de seleccionar la mejor dosis y velocidad de agitación para la remoción de plomo en soluciones acuosas sintéticas.

3.6. Método y análisis de datos

El método de análisis fue la observación científica y estadística, debido a que la información obtenida en laboratorio se procesó y analizó utilizando cuadros, tablas y figuras en Microsoft Excel.

Además, se utilizó la aplicación estadística BIM SPSS 26, para el procesamiento de los datos obtenidos, y se utilizó la técnica estadística, para el análisis de varianza ANOVA, y para las comparaciones múltiples se utilizó el método de Bonferroni.

3.7. Aspectos éticos.

Esta investigación se desarrolló con base de valores fundamentales como la honestidad, para la presentación de datos obtenidos y el procesamiento de los mismos, además del respeto a los derechos de propiedad intelectual de cada autor, para lo cual nos guiamos de la normativa ISO 690 Y 690-2, y el código de ética de la universidad.

IV. RESULTADOS

Para la recolección de datos se obtuvo la siguiente base de datos:

Tabla 1 Remoción de plomo según dosis, velocidad de agitación y tiempo.

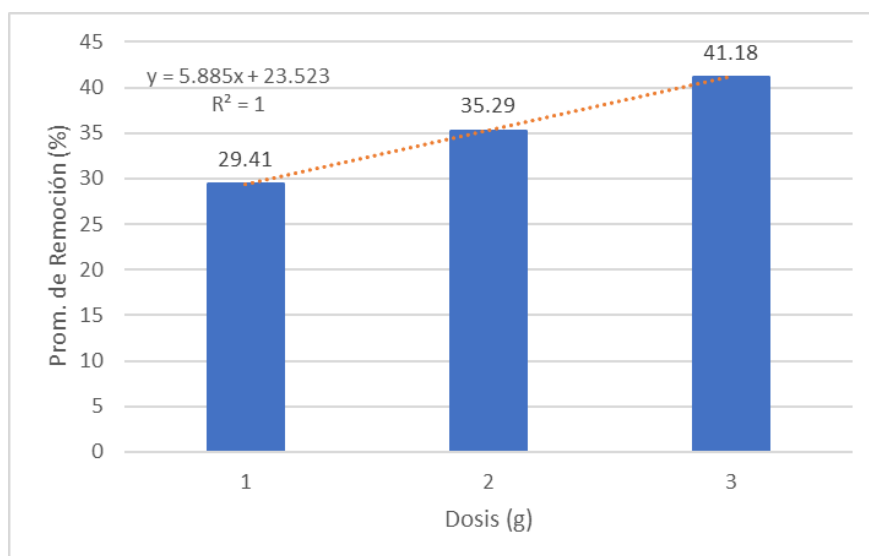
[Pb]inicial (ppm)	Dosis (g)	Vel (rpm)	Tiempo (min)	[Pb]final (ppm)	Rem Pb (ppm)	Rem (%)	Prom
0.17	1.0001	200	10	0.15	0.02	11.76	11.76
	1.0002	200	10	0.15	0.02	11.76	
	1.0002	600	15	0.14	0.03	17.65	17.65
	1.0002	600	15	0.14	0.03	17.65	
	1.0001	1000	30	0.12	0.05	29.41	29.41
	1.0002	1000	30	0.12	0.05	29.41	
	2.0002	200	10	0.14	0.03	17.65	17.65
	2.0001	200	10	0.14	0.03	17.65	
	2.0001	600	15	0.13	0.04	23.53	23.53
	2.0002	600	15	0.13	0.04	23.53	
	2.0002	1000	30	0.11	0.06	35.29	35.29
	2.0003	1000	30	0.11	0.06	35.29	
	3.0000	200	10	0.13	0.04	23.53	23.53
	3.0001	200	10	0.13	0.04	23.53	
	3.0001	600	15	0.12	0.05	29.41	29.41
	3.0002	600	15	0.12	0.05	29.41	
	3.0003	1000	30	0.1	0.07	41.18	41.18
	3.0002	1000	30	0.1	0.07	41.18	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 1 se observa los datos que darán respuesta a los siguientes objetivos e hipótesis.

Objetivo específico 01: Evaluar la dosis de residuos de *Ananás comosus* que permita las mejores condiciones de remoción de plomo de soluciones sintéticas

Figura 1 Evaluación dosis de biomasa en la remoción de plomo en soluciones sintéticas



Fuente: Elaboración propia

Respondiendo a los objetivos planteados en la figura N° 1 podemos observar que la mejor dosis de biosorbente de *Ananás comosus* fue la de 3 gramos con una remoción máxima de 41,18% de plomo en soluciones sintéticas acuosas.

Tabla 2 Estadísticos Descriptivos - Dosis

Descriptivos								
Dosis de residuos de ananás Comosus y remoción de plomo de soluciones sintéticas								
N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo	
				Límite inferior	Límite superior			
1g	6	19,6033	8,03849	3,28170	11,1675	28,0392	11,76	29,41
2g	6	25,4867	8,03751	3,28130	17,0518	33,9215	17,64	35,29
3g	6	31,3733	8,03849	3,28170	22,9375	39,8092	23,53	41,18
Total	18	25,4878	9,02539	2,12730	20,9996	29,9760	11,76	41,18

Nota. SPSS 26

Al analizar el estadístico descriptivo de las dosis de residuos se observó una muestra de seis cada dosis, la de 1g tuvo una media de 19,60, la de 2g tuvo una media de 25,48, mientras que 3g tuvo un promedio de 31,37. Cabe mencionar que sus varianzas son parecidas, pero será el ANOVA quien lo determine.

Tabla 3 Prueba de homogeneidad de varianzas

Prueba de homogeneidad de varianzas

Dosis de residuos y remoción de plomo en soluciones sintéticas

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
,000	2	15	1,000

La prueba de Levene evidencia una significancia bilateral es igual a 1, dejando evidencia que las varianzas pueden ser iguales, para mayor seguridad calculamos el análisis ANOVA.

Tabla 4 Análisis de varianza ANOVA

ANOVA de un factor

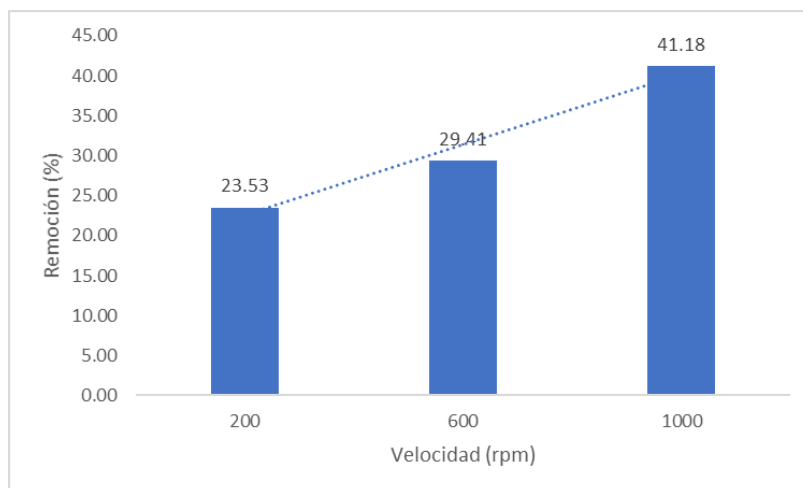
Dosis de residuos y remoción de plomo en soluciones sintéticas

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	415,599	2	207,799	3,216	,069
Intra-grupos	969,181	15	64,612		
Total	1384,780	17			

El ANOVA evidencia una significancia F igual a 0,069, valor mayor a 0,05, indicando que no existe diferencia significativa entre la media de dosis de residuos, entonces, las dosis no intervienen en las mejores condiciones de remoción, quizá debe emplearse dosis más grandes o probar de otra manera.

Objetivo específico 02: Evaluar la velocidad de agitación a las mejores condiciones de dosis de *Ananás comosus* que permita la remoción de plomo en soluciones sintéticas.

Figura 2 Velocidad de agitación en la remoción de Pb en soluciones sintéticas



Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 02 al evaluar el mejor tiempo para la remoción de Pb en soluciones acuosas sintéticas fue de 30 minutos a una velocidad de agitación de 1000 rpm, donde obtuvimos un 41,18% de remoción de plomo en soluciones acuosas sintéticas aplicando una dosis de 3 gramos de residuos de *Ananás comosus*.

Tabla 5 Estadísticos Descriptivos – Velocidad de agitación

Descriptivos

Análisis descriptivo de velocidad de agitación en la mejora de condiciones de dosis de *Ananás comosus* para la remoción de plomo en soluciones sintéticas

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
200	6	17,6433	5,26370	2,14890	12,1194	23,1673	11,76	23,53
600	6	23,5267	5,26370	2,14890	18,0027	29,0506	17,64	29,41
1000	6	35,2933	5,26370	2,14890	29,7694	40,8173	29,41	41,18
Total	18	25,4878	9,02539	2,12730	20,9996	29,9760	11,76	41,18

Se evidencia que la velocidad 200 tiene una media de 17,64, la velocidad de 600 tuvo una media de 23,52, y la velocidad de 1000 tuvo un promedio de 35,29; asimismo, se evidencia que la desviación es igual para las tres velocidades.

Tabla 6 Prueba de homogeneidad de varianzas

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
,000	2	15	1,000

La prueba de Levene evidencia una significancia bilateral es igual a 1, dejando evidencia que las varianzas pueden ser iguales, para mayor seguridad calculamos el análisis ANOVA.

Tabla 7 Análisis de Varianza ANOVA

ANOVA de velocidad de agitación en la mejora de condiciones de dosis de *Ananás comosus* para la remoción de plomo en soluciones sintéticas

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	969,181	2	484,591	17,490	,000
Intra-grupos	415,599	15	27,707		
Total	1384,780	17			

El ANOVA determinó una significancia bilateral igual a $0,000 < 0,05$, dejando evidencia que existe diferencia significativa entre la media de la velocidad de agitación para mejora de condiciones de remoción. Entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, dejando evidencia que existe mejora en las condiciones de remoción de plomo en soluciones sintéticas.

Tabla 8 Comparaciones Múltiples

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: VAR00014

Bonferroni

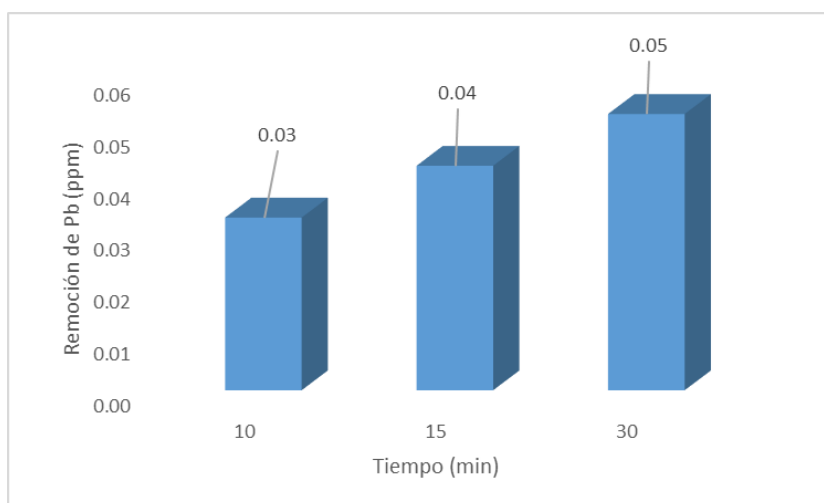
(I) Velocidad (rpm)	(J) Velocidad (rpm)	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
200	600	-5,88333	3,03900	,216	-14,0696	2,3029
	1000	-17,65000*	3,03900	,000	-25,8363	-9,4637
600	200	5,88333	3,03900	,216	-2,3029	14,0696
	1000	-11,76667*	3,03900	,005	-19,9529	-3,5804
1000	200	17,65000*	3,03900	,000	9,4637	25,8363
	600	11,76667*	3,03900	,005	3,5804	19,9529

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Al realizar las comparaciones múltiples, el estadístico Bonferroni detalla que existe diferencia entre velocidades de 200 y 1000, siendo una diferencia de 17,65; asimismo encontró diferencias entre la velocidad 600 con 1000 encontrando una diferencia de 11,76, se hace inferencia que a mayor velocidad de agitación mejor las condiciones de remoción de plomo en soluciones sintéticas.

Objetivo específico 03: Evaluar el tiempo de remoción de Pb en soluciones sintéticas a las mejores condiciones de dosis y velocidad de agitación.

Figura 3 Evaluación del tiempo en la remoción de Pb en soluciones sintéticas



Fuente: Elaboración Propia.

Para evaluar el mejor tiempo de remoción en la figura N° 3 podemos observar que el mejor tiempo para la remoción de plomo es el de 30 minutos, donde existe una remoción de 0,05 ppm en soluciones acuosas sintéticas.

Tabla 9 Estadísticos Descriptivos – Tiempo de contacto

Descriptivos								
Tiempo de remoción de Pb en soluciones sintéticas a las mejores condiciones de dosis y velocidad de agitación								
N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo	
				Límite inferior	Límite superior			
10	6	17,6433	5,26370	2,14890	12,1194	23,1673	11,76	23,53
15	6	23,5267	5,26370	2,14890	18,0027	29,0506	17,64	29,41
30	6	35,2933	5,26370	2,14890	29,7694	40,8173	29,41	41,18
Total	18	25,4878	9,02539	2,12730	20,9996	29,9760	11,76	41,18

Al evaluar los tiempos de remoción de pb en soluciones sintéticas a las mejores condiciones de dosis y velocidad de agitación, donde en 10 minutos se obtuvo un promedio de 17,64, en 15 minutos se tuvo un promedio de 23,52; y en 30 minutos se tiene un promedio de 35,29. Su varianza es igual de 2,1489 para todos los tiempos de remoción.

Tabla 10 Prueba de homogeneidad de varianzas

Prueba de homogeneidad de varianzas

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
,000	2	15	1,000

La prueba de Levene evidencia una significancia bilateral es igual a 1, dejando evidencia que las varianzas pueden ser iguales, para mayor seguridad calculamos el análisis ANOVA.

Tabla 11 Análisis de Varianza ANOVA

ANOVA de un factor

Tiempo de remoción de Pb en soluciones sintéticas a las mejores condiciones de dosis y velocidad de agitación

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	969,181	2	484,591	17,490	,000
Intra-grupos	415,599	15	27,707		
Total	1384,780	17			

El ANOVA determinó una significancia bilateral igual a $0,000 < 0,05$, dejando evidencia que existe diferencia significativa entre la media del tiempo de remoción para mejora de condiciones de remoción. Entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, dejando evidencia que existe mejora en las condiciones de remoción de plomo en soluciones sintéticas.

Tabla 12 Comparaciones múltiples

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Tiempo de remoción

Bonferroni

(I) Tiempo (min)	(J) Tiempo (min)	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
10	15	-5,88333	3,03900	,216	-14,0696	2,3029
	30	-17,65000*	3,03900	,000	-25,8363	-9,4637
15	10	5,88333	3,03900	,216	-2,3029	14,0696
	30	-11,76667*	3,03900	,005	-19,9529	-3,5804
30	10	17,65000*	3,03900	,000	9,4637	25,8363
	15	11,76667*	3,03900	,005	3,5804	19,9529

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Al evaluar el tiempo de remoción se evidenció que existe diferencias significativas entre la remoción en 10 minutos que en 30 minutos (sig=0,000), asimismo, existe diferencia entre tiempo de remoción de 15 minutos y 30 minutos (sig=0,05). Entonces mientras mayor tiempo, se evidencia mejores condiciones de remoción de plomo en soluciones sintéticas.

Cabe mencionar que el tiempo de remoción y la velocidad de agitación mayores permiten mejores condiciones de remoción en soluciones sintéticas.

V. DISCUSIÓN

En la Tabla N° 01 y Figura N° 01, se reflejaron resultados de acuerdo al primer objetivo específico respecto a la evaluación de la dosis de los residuos de *Ananás comosus* que permita las mejores condiciones de remoción de plomo en soluciones acuosas sintéticas, donde se obtuvo que la mejor dosis fue la de 3 gramos de biosorbente elaborado con cáscaras y coronas de piña, logrando un promedio de 31,37% de remoción de plomo en soluciones acuosas sintéticas, este resultado muestra una similitud con los resultados por Ayob et al. (2020), en su investigación sobre la remoción de plomo presente en aguas residuales sintéticas empleando residuos de piña, para lo cual inicio con una solución sintética de 30 mg/L de contaminante, aplicando una dosis de 1 gramo de biosorbente no tratado en 100 mL de dicha solución, obteniendo un promedio del 52,57% de remoción, en cambio, el biosorbente tratado con hidróxido de sodio, en las mismas condiciones, tuvo una remoción de 85,88% de plomo; a diferencia de esta investigación, este biosorbente cuenta con una activación química la cual ayuda captar lo iones metálicos de plomo, demostrando que el pretratamiento contribuye significativamente a la remoción de plomo en soluciones acuosas. Sin embargo, esta investigación se basa en el uso de biosorbentes orgánicos sin modificaciones químicas, tal como lo menciona Valladares-Cisneros et al. (2017), donde concordamos que el objetivo principal es prevenir dichas modificaciones químicas o moleculares, ya sea mediante ruptura o intercambio de grupos funcionales, con el propósito de evitar que la formación de compuestos sea tóxica en comparación con el compuesto original.

Así mismo, contrastamos con los resultados obtenidos por Ardila, Palacio & Barrera (2018), donde empleo 150mg de adsorbente elaborado a base de cascaras de piña en una concentración de 50 ppm de agua contaminada con tintes de la industria textil, donde se logró recuperar el porcentaje de $59,2 \pm 1,9$ de colorantes con el uso de cascaras de piñas del Urubá y del $51,7 \pm 2,1$ con las cascaras de piña del Chocó, demostrando que la cascaras de piña sí poseen propiedades de adsorción.

Por otro lado, comparando con los resultados de Zing et al. (2019), en su investigación para la eliminación de Pb (II) de solución acuosa con residuos de piña, donde la concentración inicial fue de 1000mg/L de $Pb(NO_3)_2$, aplicó una dosis de biosorbente de 0,05 gramos en 25 ml de dicha solución, los cuales fueron

sometidos a una velocidad de agitación de 150 rpm por un periodo de tiempo de 60 minutos, logrando una capacidad máxima de adsorción con 14,25 mg/g de Pb(II) con residuos de piña sin tratamiento; lo que demostraría que los residuos de piña son una alternativa viable para la eliminación de plomo en soluciones acuosas contaminadas.

En la Figura N° 02, respecto al segundo objetivo específico sobre la evaluación la velocidad de agitación a las mejores condiciones de dosis de *Ananás Comosus* que permita la remoción de Pb en soluciones sintéticas, se obtuvo como resultado que la mejor velocidad de agitación para la eliminación de plomo en soluciones sintéticas es de 1000 revoluciones por minuto logrando una remoción máxima del 41,18% de plomo; estos resultados concuerdan con los resultado obtenidos por Fouda-Mbanga et al. (2022), en su revisión respecto a la remoción de contaminantes en aguas con residuos de piña, demuestra que las mejores velocidades de agitación son de 600 revoluciones por minuto, debido a que genera choques cinéticos adecuados entre las partículas y el consiguiente crecimiento de los aglomerados formados, lográndose una remoción del 99,8% de plomo, comprobando que a mayor velocidad de agitación se obtiene mejores resultados de remoción, asimismo, comparando las velocidad de agitación aplicadas en otros estudios donde se usan biosorbentes naturales a base de cáscaras de frutas, los resultados de Tapia et al. (2018), demostraron que la cáscara de maní, es un biosorbente altamente eficaz, ya que logró a una velocidad de 700 rpm en un plazo de 30 minutos para el cobre y 60 minutos para el níquel; la remoción de iones de níquel en un 45,7% y los iones de cobre en un 69,9%, validando lo antes mencionado.

Por otra parte, se difiere con los resultados de Bakalar & Pavolová (2019), la cual, en la etapa de experimentación, sus muestras fueron sometidas al agitador magnético con velocidad de agitación de 200 rpm por 90 minutos, con una eficiencia de remoción del 90% de iones metálicos, influyendo a gran escala el factor tiempo, asimismo, validando la teoría de la relación de velocidad y tiempo.

La velocidad de agitación apoya al biosorbente a romper la resistencia en la transferencia de masas de la capa limite, si la velocidad de agitación es baja, el adsorbato se acumula y permanecen en la parte superior, mientras que los poros

inferiores del producto no participan en dicha transferencia, por lo que la velocidad de agitación debe ser suficiente para garantizar que todo el adsorbato entre en los poros del biosorbente.

En la Figura N° 03, respecto al tercer objetivo específico sobre la evaluación del tiempo de remoción de plomo en soluciones sintéticas a las mejores condiciones de dosis y velocidad de agitación, se obtuvo que el mejor tiempo fue de 30 minutos, concordando con los tiempos empleados en la experimentación de Tamay (2019), las cuales fueron realizadas en tiempos de contacto de 30, 60, 90 y 120 minutos, para la remoción de metales con distintos biosorbentes naturales obtenidos de cáscaras y coronas de piña, donde le asignó tiempos de contacto de 30 y 60 minutos para las concentraciones de plomo bajas y 120 minutos para las mayores concentraciones de plomo en soluciones acuosas.

Por otro lado, comparando con los resultados de otras investigaciones donde se aplicaron biosorbentes orgánicos a base de frutas o verduras, comparamos con el resultado de Tapia et al. (2018), obtuvo como resultado de máxima adsorción de biosorbente a base de cáscara de maní, se logró en un plazo de 30 minutos para el cobre y 60 minutos para el níquel; logrando porcentajes aceptables para la remoción de plomo en soluciones acuosas, asimismo, Ayob et al. (2020) indica que el mejor tiempo de contacto para la remoción de plomo con residuos de piña es de 60 minutos, mientras que, para Amadian et al. (2022), donde aplicó en dosis de su biosorbente de cáscaras de naranjas por un periodo de tiempo de 120 minutos, logró obtener la mayor capacidad de adsorción de aproximadamente de 41,65 mg/g; además, la mayor capacidad de adsorción de Acid Orange 7 se obtuvo de 225mg/g, donde se aplicó la dosis por 90 minutos, demostrando que a mayor tiempo de contacto en el proceso de agitación se obtienen mejores resultados para la remoción de iones metálicos.

Por otro lado, Chuquilin et al. (2016), obtuvo resultados de remoción de plomo y cobre en un 70%, después de haber transcurrido 06 horas; lo cual indica que, a mayor tiempo de contacto se obtienen mejores resultados, además, Urrego et al., (2018), en su investigación sobre la remoción de colorante rojo 40 con el uso de cascarras de piñas, la biomasa fue sometida a una velocidad constante de 120 rpm durante 24 horas, donde se usó la técnica de espectrometría UV VIS, donde el

equipo se calibro a 550 nm, así mismo se obtuvieron resultados favorables de 84% de remoción de colorante rojo 40, en síntesis el autor enfatiza que el uso de cáscaras para la remoción de colorantes en soluciones acuosas tiene una alta viabilidad debido a que no necesitan procesos químicos para su activación y además de su bajo costo.

Y por último, Lavado-Mesa et al. (2020, p.46), en su investigación sobre la biosorción de plomo en soluciones acuosas empleando biomasa de los cladolidios de tuna, donde para identificar las propiedades físicas y químicas, se determinaron por técnicas de FTIR Y SEM/EDX, mediante estas pruebas se logró determinar la presencia de los grupos funcionales $-OH$, $CO-C$, $C=O$ y $-NH_2$, en cambio la micrografía SEM reveló que la tuna tiene la porosidad adecuada para la biosorción de Pb, donde en un sistema discontinuo se obtuvieron los mejores resultados de biosorción con una dosis de 4g/L en un tiempo de contacto de 1 h, así mismo el valor máximo de biosorción fue de 50,25 mg/g, durante esta investigación se logró determinar la cáscara de tuna tiene una capacidad moderada de adsorción de Pb (II), por lo que se considera un adsorbente ecológico y muy eficiente, el cual puede ser usado para el tratamiento de aguas residuales que puedan contener Pb.

Por lo tanto, el uso de residuos de *Ananás comosus* es una fuente viable para la remoción de plomo en soluciones acuosas sintéticas, debido a sus altas propiedades en la remoción de plomo en soluciones sintéticas siendo.

VI. CONCLUSIONES

1. De las dosis evaluadas de *Ananás Comosus*, la que muestra mayor efecto en la remoción de plomo en soluciones sintéticas corresponde a una dosis de biomasa de 3 gramos, sin embargo, al realizar el análisis estadístico ANOVA se evidenció una significancia $F= 0,069$ valor mayor a 0.05, lo que indica que en esta investigación las dosis aplicadas no intervienen en las mejores condiciones de remoción.
2. De las velocidades de agitación evaluadas, la que muestra mayor efecto para la remoción de plomo en soluciones sintéticas, fue de 1000 revoluciones por minuto, esto se valida con la prueba estadística Bonferroni, la cual hace inferencia que a mayor velocidad de agitación mejor condición de remoción de plomo.
3. De los tiempos de contacto evaluados el que mayor efecto tiene para la remoción de plomo en soluciones sintéticas fue de 30 minutos, logrando un 41,18% de remoción de plomo.
4. La aplicación de residuos de *Ananás comosus* como biosorbente orgánico y natural en dosis de 3 gramos tuvo una eficiencia promedio de 31,37% de remoción de plomo de una concentración inicial de 0.17 ppm/L de soluciones acuosas sintéticas contaminadas con plomo.
- 5- El tiempo de remoción y la velocidad de agitación mayores permiten mejores condiciones de remoción en soluciones sintéticas.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar la modificación química con ácido fosfórico o con ácido nítrico al biosorbente para mejorar su eficiencia en la eliminación de plomo en soluciones acuosas sintéticas, asimismo, se sugiere realizar la experimentación con mayores dosis, a fin de obtener mejores resultados.
- Aplicar en los futuros estudios respecto a los biosorbentes naturales el análisis de Isotermas de adsorción y desorción.
- Considerar la evaluación de diferentes variables, tales como, la dosis del biosorbente, velocidades de agitación respecto a la capacidad de remoción, pH y temperatura, además de los parámetros establecidos por la normativa existente (ECA - agua y LMP).
- Para la mejora del modelo aplicado en esta investigación se recomienda ampliar el rango de experimentación y el número de repeticiones; además de evaluar la viabilidad del proceso de adsorción con diferentes tipos de aguas residuales producidas por las manufactureras industriales y agroindustriales.

REFERENCIAS

AGUIRRE, S. E., PIRANEQUE, N. V., y LINERO-CUETO, J. Concentración de metales pesados y calidad físico-química del agua de la Ciénaga Grande de Santa Marta. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* [en línea]. 24(1) enero-junio 2021. [Fecha de consulta: 2 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.31910/rudca.v24.n1.2021.1313>

ISSN: 2619-2551

AHMADIAN, A., GOHARRIZI, B. A., SHAHRIARI, T. y AHMADI S. Adsorption of chromium (VI) and Acid Orange 7 on lemon peel biochar: a response surface methodology approach. *International Journal of Environmental Science and Technology* 20, 28 de diciembre 2023). [Fecha de consulta: 2 de setiembre de 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13762-022-04726-3>.

ARDILA RAMIREZ, Carolina, MARÍA PALACIO Ángela María y BARRERA ZAPATA Rolando. Cáscara de piña como adsorbente de colorantes típicos de la industria textil. *Ciencia en desarrollo* [en línea]. 9 (2), julio-diciembre de 2018. [Fecha de consulta: 15 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.19053/01217488.v9.n2.2018.7689>

ISSN: 0121-7488

AYOB, Amsyar, ZAMRE, Nurfatiha, IZZATI, Nur, HIDAYU, Noor y MOHAMAD, Fadilah. Pineapple Waste as an Adsorbent to Remove Lead from Synthetic Wastewater. *Revista Internacional de Últimas Investigaciones en Ingeniería y Gestión*. [en línea].4(10): 1 -8, octubre de 2020. [fecha de consulta: 10 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16467.91688>

ISSN: 2456-0766

BAKALÁR, Tomás y PAVOLOVÁ, Henrieta. Application of organic waste for adsorption of Zn(II) and Cd(II) ions. *Environment Protection Engineering* [en línea]. 45(2) 2019. [Fecha de consulta: 2 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.37190/epe190203>

ISSN 2450-260X

CARBAJAL OLORTEGUI, Henry Geanfranco, Mendoza Bellido, Damaris. Tesis (Para obtener el grado de Ingeniero Ambiental). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2021. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/89560>

CHUQUILIN GOICOCHEA, Roberto Carlos y ROSALES LAGUNA, Dyana Daysi. Estudio de la biosorción de Cd (II) Y Pb (II) usando como adsorbente *Nostoc sphaericum* Vaucher. Rev. Soc. Quím. Perú [online]. 2016, vol.82, n.1 [citado 2023-09-17], pp.49-60. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2016000100006&lng=es&nrm=iso
ISSN 1810-634X.

DUANY-TIMOSTHE, Sara; ARIAS-LAFARGUE, Telvia; BESSY- HORRUITINER, Taimi y RODRIGUEZ-HEREDIA, Dunia. Bioadsorbentes no convencionales empleados en la remoción de metales pesados. Revisión. RTQ [online]. 2022, vol.42, n.1 [citado 2023-06-02], pp.94-113. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852022000100094&lng=es&nrm=iso - Epub 30-Abr-2022.
ISSN 2224-6185.

FERNANDEZ, Merli, FLOREZ Delia, YACTAYO Melissa, LOVERA Daniel, QUISPE Justiniano, LANDAURO Carlos, y PARDAVE Walter. Remoción de metales pesados desde efluentes mineros, mediante cáscaras de frutas. *AiBi Revista de Investigación, Administración e Ingeniería*. [en línea]. 8, 1 de enero-abril de 2020. (Fecha de consulta: 2 de noviembre de 2023). Disponible en: <https://doi.org/10.15649/2346030X.627>
ISSN: 2346-030X

FOUDA-MBANGA BG, TYWABI-NGEVA Z. Application of Pineapple Waste to the Removal of Toxic Contaminants: A Review. *Toxics*. 2022; 10(10):561. <https://doi.org/10.3390/toxics10100561>

GARCÍA MARCILLO, Ramón Javier, BRAVO SÁNCHEZ, Luis Ramón, y PÉREZ PARRA, Jean Carlos. Heavy metals determination in capsicum annum I. Fruit pulp grown in joa commune, jipijapa canton. *Revista centro de azucar*. [en línea] 49(2): 122- 135, abril de 2022. [fecha de consulta: 10 de diciembre de 2023]. Disponible en:<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=158504293&site=eds-live>.

ISSN: 2223 - 4861

GÓMEZ AGUILAR, Dora Luz; ESTEBAN MUÑOZ, Javier Andrés; BARACALDO GUZMÁN, Deisy. Unconventional technologies for the removal of lead present in wastewater: a 2010-2019 bibliographical review. *Tecnura*, [en línea]. 24(64): 97-116, 2020. [fecha de consulta: 14 de noviembre de 2023]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/tecn/v24n64/0123-921X-tecn-24-64-97.pdf>

GÓMEZ-AGUILAR, Dora Luz; RODRÍGUEZ-MIRANDA, Juan Pablo; SALCEDO-PARRA, Octavio José. Fruit peels as a sustainable waste for the biosorption of heavy metals in wastewater: A review. *Molecules*, [en línea]. 27(7): 2124, 25 de marzo de 2022. [Fecha de consulta: 14 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1420-3049/27/7/2124>

HERNÁNDEZ GÓMEZ, R. C., Garzón Gutiérrez, J., La Rotta La Rotta, M., & Guerra Rodríguez, J. Evaluación de la capacidad de bioadsorción de plomo (ii) presente en afluentes sintéticos, utilizando bioadsorbentes de origen vegetal. *Publicaciones E Investigación*. [en línea]. 12:101-111, 2018. [fecha de consulta: 10 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.22490/25394088.2829>
ISSN 1900-6608

LAVADO-MEZA, Carmencita; SUN-KOU, María R.; CASTRO-ARROYO, Tracy Kate and BONILLA-MANCILLA, Humberto Dax. Biosorción de plomo (II) en solución acuosa con biomasa de los cladodios de la tuna (*Opuntia ficus indica*). *Rev.Colomb.Quim*. [en línea]. 2020, vol.49, n.3 [citado el 15-05-2023], pp.36-46. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28042020000300036&lng=en&nrm=iso - Epub 20 de diciembre de 2020. ISSN 0120-2804. <https://doi.org/10.15446/rcq.v49n3.85823>

LLUILEMA LLUILEMA, Sebastián Anselmo; SUAREZ TOSCANO, Maritza Aracely. Remoción de (Pb) en muestra de agua sintética mediante un biofiltro empacado con adsorbente. Tesis (Titulación). Ecuador: Escuela superior politécnica de Chimborazo. 2021. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/14799>

NAVARRETE-FORERO, Gabriela, MORALES BAREN, Lady, DOMINGUEZ-GRANDA, Luis, PONTÓN CEVALLOS, José y MARÍN JARRÍN, José R. Heavy metals contamination in the gulf of Guayaquil: even limited data reflects environmental impacts from anthropogenic activity. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 35, (3): 731-755. 2019. ISSN: 0188-4999

ORTEGA IBARRA, Edu, HERNÁNDEZ RAMÍREZ, Gabriel y ORTEGA IBARRA, Ilse Haide. Composición nutricional y compuestos fotoquímicos de la piña (*Ananás comosus*) y su potencial emergente para el desarrollo de alimentos funcionales. *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*. 7(14). 5 de julio de 2021. [fecha de consulta: 2 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.29057/icap.v7i14.7232>

OSORIO, Lady, DEL RIO, Laura; FLÓREZ-LÓPEZ, Edwin; GRANDE-TOVAR, Carlos David. The potential of selected agri-food loss and waste to contribute to a circular economy: Applications in the food, cosmetic and pharmaceutical industries. *Molecules*, [en línea]. 26(2): 515 – 520, 2021. [Fecha de consulta: 04 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/molecules26020515>

PACCHA RUFASO, Cesar Augusto, y PACCHA HUAMANI, Pablo Roberto. Capacidad de adsorción de desechos agroindustriales para remover contaminantes de aguas residuales. *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas*. [en línea]. 26, (51), 2 de junio de 2023. [fecha de consulta: 2 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.15381/iigeo.v26i51.25258>.
ISSN: 1682-3087

PARDAVÉ-LIVIA, Walter et al. Remoción de metales pesados desde efluentes mineros, mediante cáscaras de frutas. *Aibi revista de investigación, administración e ingeniería* [en línea]. 2020, 21–28 [consultado el 3 de octubre de 2023]. Disponible en: [doi:10.15649/2346030x.627](https://doi.org/10.15649/2346030x.627)

ISSN: 2346-030X

PARDAVÉ LIVIA, Walter, y Paula Andrea Mendoza Rojas. «Caracterización Físico-Químico de la cáscara de piña (*Ananas Comosus*) tipo perolera del departamento de Santander». *Revista Politécnica*. 19(38): 143-159, 2023. [fecha de consulta: 10 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=607875543009>.

ISSN: 1900-2351

PEREYRA MONJA, José. Bioacumulacion y translocación de plomo en plántulas in vitro de piña (*Ananás Comosus* (L) Merrill), en su función de su concentración en el medio de cultivo 2019. Tesis (Ingeniero Ambiental). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2019. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.14074/3915>

RUIZ-PATERNINA, Erika, Jesús Frías-González, Gerlyn Blanco-González, Candelaria Tejada-Tovar, y Angel Villabona-Ortíz. Dynamic study of NI (II) adsorption onto Musa aab simmonds residue. *Revista EIA*. [en línea]. 19(38): 1-17, junio de 2022. [fecha de consulta: 10 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.24050/reia.v19i38.1537>

ISSN: 1794-1237

SALAS-ÁVILA, Dante, CHAIÑA-CHURA, Fermín Francisco, BELIZARIO-QUISPE, Germán, QUISPE-MAMANI, Edgar, HUANQUI-PÉREZ, Roger, VELARDE-COAQUIRA, Edilberto, BERNEDO-COLCA, Fernando, SALAS-MERCADO, Dante y HERMOZA-GUTIÉRREZ, Marián. Evaluación de metales pesados y comportamiento social asociados con la calidad del agua en el río Suches, Puno, Perú. *Tecnología y ciencias del agua*. [en línea] 12, (6): 145-195, 1 de noviembre de 2021. [Fecha de consulta: 2 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2021-06-04>.

ISSN: 2007-2422

SALAS-MERCADO, Dante, HERMOZA-GUTIÉRREZ, Marián y SALAS-ÁVILA, Dante. Distribution of heavy metals and metalloids in surface waters and on sediments of the Crucero river, Peru. *Revista Boliviana de Química*. [en línea]. 37, (4): 185 – 193, 30 de setiembre de 2020. [Fecha de consulta: 5 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=426365221001>.
ISSN: 2078-3949

SAMUDIO OGGERO, Antonio et al. Eficiencia de la absorción de cobre (Cu) y cromo (Cr), una propuesta de fitorremediación de efluentes mediada por *Typha domingensis*. *Revista de la Sociedad Científica del Paraguay*. [en línea]. 26(2): 100–113, 2021. [Fecha de consulta: el 2 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.32480/rscp.2021.26.2.100>
ISSN 2617-4731

SANCHEZ-SILVA, Jonathan M.; GONZALEZ-ESTRADA, Ramsés R.; BLANCAS-BENITEZ, Francisco J. y FONSECA-CANTABRANA, Ángel. Utilización de subproductos agroindustriales para la bioadsorción de metales pesados. *TIP*. [en línea]. 23: 1-18, 2020. [Fecha de consulta: 15 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2020.0.261>
ISSN: 2395-8723

SANTOS SILVA, Laercio, DE LUNA GALINDO, Izabel Cristina, WILIANS ARAÚJO DO NASCIMENTO, Clístenes, PIMENTA GOMES, Romário, DE FREITAS, Ludmila, AMORIM DE OLIVEIRA, Ivanildo, COSTA CAMPOS, Milton César y DA CUNHA, José Maurício. Heavy metals in waters used for human consumption and crop irrigation. *Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*. 13(4): 1999. 2018.
ISSN: 1980-993X

SARRIA-VILLA, R. A., GALLO-CORREDOR, J. S. y BENÍTEZ-BENÍTEZ, R. Tecnologías para remover metales pesados presentes en aguas. Caso Cromo y Mercurio. *Journal de Ciencia e Ingeniería*. [en línea]. **12**: 94–109, 2020. [Fecha de consulta: 2 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.46571/JCI.2020.1.8>
ISSN: 2145-2628

ROMERO BONILLA, H.I., Ricardo Guerrero Rodríguez and MARÍA, M.M. Efecto De La Velocidad De Agitación En La Cinética De Lixiviación Con Tiourea De Minerales Flotados De Oro. *Ingeniería y Desarrollo*, 01, 2020, vol. 38, no. 1. pp. 243-258 ProQuest Central. ISSN 01223461.

TAMAY CRESPO, Andrea Paulina. Determinación de la capacidad de biosorción y desorción de corona de piña (*Ananás Comosus*) para la remoción de metales pesados. Tesis (para obtener el grado de ingeniera en Biotecnología de los recursos naturales). Ecuador: Universidad Politecnica Salesiana Sede Cuenca, 2019. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17182>

TANG, Haoyue et al. Discard the dross and select the essence: Purified orange peel with coupled alkali-acid hydrolysis as potential Cd(II)-capturing adsorbent. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. [en línea]. 2023, **11**(3), 202. [Fecha de consulta: 2 noviembre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2023.110033>
ISSN 2213-3437

TAPIA, P., O. PAVEZ, N. GARRIDO, y B. SEPÚLVEDA. REMOVAL OF COPPER AND NICKEL IONES WITH PEANUT SHELL. *Holos*. [en línea]. 34(3): 57-69. abril de 2018). [fecha de consulta: 10 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=132139243&site=eds-live>.
ISSN: 1807 – 1600

TEJADA TOBAR, Candelaria et al. Adsorción de cromo (VI) y mercurio (II) en solución utilizando jacinto (*Eichhornia crassipes*). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. [en línea]. **19**: 54–65, 2020 [Fecha de consulta: 2 de noviembre de 2023]. Disponible en: [doi:10.18684/v19.n1.2021.1563](https://doi.org/10.18684/v19.n1.2021.1563)

ISSN: 1692-3561

TRUJILLO-DEL BOSQUE, Alain, Daisy Dopico-Ramírez, Vivian León-Fernández, y Cristina Díaz López. Removal of PB (II) using sugar-cane bagasse pith as biosorbent. *Revista Cubana de Química*. [en línea]. 33(3): 250-273, septiembre de 2021. [fecha de consulta: 10 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=154355456&site=eds-live>.

ISSN: 0258-5995

URREGO DURANGO, Viviana; Vazquez Noreña, Paula; Barrera Zapata, Rolando. Uso de cáscara de piña como adsorbente de rojo 40 (típico de la industria alimentaria). *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, [en línea].5:87-95, 2018. [Fecha de consulta: 05 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsoai&AN=edsoai.on1364228853&site=eds-live>

ISSN 2422-4456

VAIKOSEN, Edebi N., y GIDEON O. Alade. Determination of heavy metals in medicinal plants from the wild and cultivated garden in Wilberforce Island, Niger Delta region, Nigeria. *Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research*. [en línea]. 5(2):129 -143, marzo-abril de 2017. [Fecha de consulta: 08 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496053942006>

ISSN: 0719-4250

VALERIO-CÁRDENAS, Cintya, MARTÍNEZ-HERRERA, Jorge, VELÁZQUEZ-VARGAS, Diana Laura, y DE LA CRUZ-BURELO, Patricia. Determination of the point of zero charge of pineapple (*Ananas comosus* L.) peel and its application as copper adsorbent. *Agro Productividad*. [en línea].14(11), 53-58. noviembre de 2021. [fecha de consulta: 7 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i11.2009>

VARGAS MESÉN, Jairo y RODRÍGUEZ MORA, Karina. Funcionalización de nanocelulosa a partir de rastrojo de piña y raquis de palma africana. *Científica* [en línea]. **25**(2): 1–19, 2021. [Fecha de consulta: 2 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.46842/ipn.cien.v25n2a08>

ISSN: 2594-2921

VALLADARES-CISNEROS, María Guadalupe, VALERIO CÁRDENAS, Cintya, DE LA CRUZ BURELO, Patricia y MELGOZA ALEMÁN, Rosa María. Non-conventional absorbers: sustainable alternatives for wastewater treatment. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*. [en línea]. 16(31): 55-73, julio de 2017. [fecha de consulta: 10 de diciembre]. Disponible en: <https://doi.org/10.22395/rium.v16n31a3>

ISSN: 1692-3324

VILLA SANCHEZ, Fabiola Elena. Evaluación de la capacidad adsorbente de la cascara de naranja (*Citrus Sinensis*) y (*Cocos Nurifera*) para la remocion de metales pesados (Cr, Pb). Tesis (Maestria). Ecuador: Milagro. 2022. Diponible en: <http://repositorio.unemi.edu.ec/handle/123456789/6002>

ZING TING Vivian Loh, YEN PING Tan, HALIM ABDULLAH Abdul. Removal of pb(ii) from aqueous solution by pineapple plant Stem. 2018. Disponible en: <https://doi.org/10.17576/mjas-2019-2302-06>

ANEXOS

Anexo 1: Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Nivel
Independiente: Cuantitativa – Residuos de <i>Ananás Comosus</i>	Son principalmente la cáscara y la corona de la piña, las cuales no son comestibles por los seres humanos, pero sí pueden ser aprovechadas para obtener otros productos de valor agregado (Paredes y Guerrero, 2020).	Determinar la granulometría para evaluar la capacidad de remoción de los residuos de la piña como biosorbente.	Parámetros fisicoquímicos	Granulometría (0.25 mm)	Razón
Velocidad de agitación	Esta variable acelera las reacciones químicas o los procesos de disolución (Rufasto & Huamani, 2023).	Determinar la mejor velocidad de agitación en tiempos determinados para evaluar el porcentaje de remoción del biosorbente.	Revoluciones por minuto Tiempo	Rpm (200, 600 y 1000) Minutos (10, 15 y 30 min)	Razón
Dosis	Cantidad que se administra de un medicamento o tratamiento (Lara et al., 2016).	Determinar la mejor dosis para evaluar la capacidad de remoción de los residuos de la piña como biosorbente.	Peso	Gramos (1 g, 2g, 3g)	Razón
Dependiente: Cuantitativa – Remoción de plomo de soluciones sintéticas.	Preparación líquida que contiene una o más sustancias químicas solubles disueltas en agua (Valladolid & Zuñiga, 2019 p.18).	Determinar la concentración de plomo (parámetros inorgánicos) presentes en el agua.	Parámetros inorgánicos Parámetros químicos	Concentración de Plomo (%) pH	Razón

Fuente: Elaboración propia

	NOMBRES Y APELLIDOS	FIRMA Y DNI	NOMBRES Y APELLIDOS	FIRMA Y DNI
RESPONSABLES DE LAS PRUEBAS	JIMENEZ SHAPIAMA POOL ERICK	 743561466	CARLOS ANTONIO PEREZ CALDERON	 Carlos Antonio Perez Calderon ING. AMBIENTAL CIP. 195339
	RODRIGUEZ PAREDES VALERIA NOEMI	 743561466	Dra. Magaly De La Cruz Noriega CBP: 5640 DNI: 18214853	

46018041

Luis Alberto
Cabrera Claros

432 43081
CBP 8292

Anexo 3

Consentimiento Informado (*)

Título de la investigación: Aplicación de residuos de *Ananás Comosus* y su efecto en la remoción de plomo de soluciones acuosas sintéticas

Investigadores: Jiménez Shapiama, Pool Erick; Rodríguez Paredes, Valeria Noemi.

Propósito del estudio

Le invitamos a participar en la investigación titulada "Aplicación de residuos de *Ananás Comosus* y su efecto en la remoción de plomo de soluciones sintéticas", cuyo objetivo es determinar la dosis y velocidad de agitación para la remoción de plomo de soluciones sintéticas utilizando residuos de *Ananás Comosus*, esta investigación es desarrollada por estudiantes de pre grado de la carrera profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad César Vallejo del campus Trujillo, aprobado por la autoridad correspondiente de la Universidad y con el permiso de la institución

.....



Describir el impacto del problema de la investigación.

Frente a la presencia de plomo en efluentes, se abrieron puertas para nuevos estudios que se relacionaban con métodos o técnicas de tratamiento de aguas contaminadas, que consideren desechos orgánicos que son producidos por la industria agrícola y que pueden emplearse de forma directa o posterior a recibir tratamientos, así como en este proyecto utilizaremos los residuos (cáscaras y coronas) de *Ananás Comosus*, para evaluar su efecto en la remoción de plomo en soluciones acuosas sintéticas.

Procedimiento

Si usted decide participar en la investigación se realizará lo siguiente:

1. Se realizará una ficha de observación donde se recogerán el registro de datos experimentales sobre la investigación titulada: "Aplicación de residuos de *Ananás Comosus* y su efecto en la remoción de plomo de soluciones acuosas sintéticas".
2. Esta ficha de observación tendrá un tiempo aproximado de 60 minutos y se realizará en el ambiente de laboratorio de Moche de la institución Universidad César Vallejo – Moche.
3. Se realizará la selección, lavado, trozado, secado y molienda de la materia prima (cáscara y corona de piña), así mismo, la elaboración de soluciones acuosas sintéticas de nitrato de plomo, y la aplicación del tratamiento (biosorbente) para evaluar la remoción de plomo en dichas aguas.

* Obligatorio a partir de los 18 años



Participación voluntaria (principio de autonomía):

Puede hacer todas las preguntas para aclarar sus dudas antes de decidir si deseaparticipar o no, y su decisión será respetada. Posterior a la aceptación no desea continuar puede hacerlo sin ningún problema.

Riesgo (principio de No maleficencia):

Indicar al participante la existencia que NO existe riesgo o daño al participar en la investigación. Sin embargo, en el caso que existan preguntas que le puedan generar incomodidad. Usted tiene la libertad de responderlas o no.

Beneficios (principio de beneficencia):

Se le informará que los resultados de la investigación se le alcanzará a la institucional término de la investigación. No recibirá ningún beneficio económico ni de ninguna otra índole. El estudio no va a aportar a la salud individual de la persona, sin embargo, los resultados del estudio podrán convertirse en beneficio de la salud pública.

Confidencialidad (principio de justicia):

Los datos recolectados deben ser anónimos y no tener ninguna forma de identificar al participante. Garantizamos que la información que usted nos brinde es totalmente Confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de la investigación. Los datos permanecerán bajo custodia del investigador principal y pasado un tiempo determinado serán eliminados convenientemente.

Problemas o preguntas:

Si tiene preguntas sobre la investigación puede contactar con los Investigadores: Jiménez Shapiama Pool Erick, email: pjimenezsh@ucvvirtual.edu.pe, y Rodríguez Paredes Valeria Noemi, email: vrodriquezpa17@ucvvirtual.edu.pe, Docente asesor Dr. Cruz Monzón José Alfredo, email: jacruz@ucvvirtual.edu.pe

Consentimiento

Después de haber leído los propósitos de la investigación autorizo participar en la investigación antes mencionada.


Nombre y apellidos:


Jiménez Shapiama, Pool Erick
Rodríguez Paredes, Valeria Noemi

Fecha y hora:

Trujillo, 18 de noviembre del 2023, hora 10:00 am

Para garantizar la veracidad del origen de la información: en el caso que el consentimiento sea presencial, el encuestado y el investigador debe proporcionar: Nombre y firma. En el caso que sea cuestionario virtual, se debe solicitar el correo desde el cual se envía las respuestas a través de un formulario Google.


76693551
Jiménez Shapiama Pool Erick..


74356466
Rodríguez Paredes, Valeria Noemi

Anexo 4

Consentimiento Informado del Apoderado**

Título de la investigación: Aplicación de residuos de *Ananás Comosus* y su efecto en la remoción de plomo de soluciones acuosas sintéticas
Investigadores: Jiménez Shapiama, Pool Erick; Rodríguez Paredes, Valeria Noemi.



Propósito del estudio

Estamos invitando a su hijo (a) a participar en la investigación titulada "Aplicación de residuos de *Ananás Comosus* y su efecto en la remoción de plomo de soluciones acuosas sintéticas", cuyo objetivo es determinar la dosis y velocidad de agitación para la remoción de plomo de soluciones sintéticas utilizando residuos de *Ananás Comosus*. Esta investigación es desarrollada por estudiantes de pregrado, de la carrera profesional Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo del campus Trujillo, aprobado por la autoridad correspondiente de la Universidad y con el permiso de la institución

.....
Describir el impacto del problema de la investigación.

Frente a la presencia de plomo en efluentes, se abrieron puertas para nuevos estudios que se relacionaban con métodos o técnicas de tratamiento de aguas contaminadas, que consideren desechos orgánicos que son producidos por la industria agrícola y que pueden emplearse de forma directa o posterior a recibir tratamientos, así como en este proyecto utilizaremos los residuos (cáscaras y coronas) de *Ananás Comosus*, para evaluar su efecto en la remoción de plomo en soluciones acuosas sintéticas.

Procedimiento

Si usted acepta que su hijo participe y su hijo decide participar en esta investigación:

1. Se realizará una ficha de observación donde se recogerán el registro de datos experimentales sobre la investigación titulada: "Aplicación de residuos de *Ananás Comosus* y su efecto en la remoción de plomo de soluciones acuosas sintéticas".
2. Esta ficha de observación tendrá un tiempo aproximado de 60 minutos y se realizará en el ambiente de laboratorio de Moche de la institución Universidad César Vallejo – Moche.
3. Se realizará la selección, lavado, trozado, secado y molienda de la materia prima (cáscara y corona de piña), así mismo, la elaboración de soluciones acuosas sintéticas de nitrato de plomo, y la aplicación del tratamiento (biosorbente) para evaluar la remoción de plomo en dichas aguas.

* * Obligatorio hasta menores de 18 años, consentimiento informado cuando es firmado por el padre o madre. Si fuese otro tipo de apoderado sería consentimiento por sustitución.

Participación voluntaria (principio de autonomía):

Su hijo puede hacer todas las preguntas para aclarar sus dudas antes de decidir si desea participar o no, y su decisión será respetada. Posterior a que su hijo haya aceptado participar puede dejar de participar sin ningún problema.

Riesgo (principio de No maleficencia):

La participación de su hijo en la investigación NO existirá riesgo o daño en la investigación. Sin embargo, en el caso que existan preguntas que le puedan generar incomodidad a su hijo tiene la libertad de responderlas o no.

Beneficios (principio de beneficencia):

Mencionar que los resultados de la investigación se le alcanzará a la institución al término de la investigación. No recibirá ningún beneficio económico ni de ninguna otra índole. El estudio no va a aportar a la salud individual de la persona, sin embargo, los resultados del estudio podrán convertirse en beneficio de la salud pública.

Confidencialidad (principio de justicia):

Los datos recolectados de la investigación deben ser anónimos y no tener ninguna forma de identificar al participante. Garantizamos que la información recogida en la encuesta o entrevista a su hijo es totalmente Confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de la investigación. Los datos permanecerán bajo custodia del investigador principal y pasado un tiempo determinado serán eliminados convenientemente.



Problemas o preguntas:

Si tiene preguntas sobre la investigación puede contactar con los Investigadores: Jiménez Shapiama Pool Erick, email: pjimenezsh@ucvvirtual.edu.pe, y Rodríguez Paredes Valeria Noemi, email: vrodriguezpa17@ucvvirtual.edu.pe, Docente asesor Dr. Cruz Monzón José Alfredo, email: jacruz@ucvvirtual.edu.pe

Consentimiento

Después de haber leído los propósitos de la investigación autorizo que mi menor hijo participe en la investigación.

Nombre y apellidos:


Eduar Armando, Rodríguez Villegas

Teresa, Shapiama Pinedo

Eduardo, Jiménez Arica

Fecha y hora:

Trujillo, 18 de noviembre del 2023, hora 10:00 am


DNI 18074571
EDUAR RODRIGUEZ V


036 04177
EDUARDO JIMENEZ ARICA


036 62764
TERESA SHAPIAMA PINEDO

Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Aplicación de residuos de *Ananás Comosus* y su efecto en la remoción de plomo de soluciones acuosas sintéticas". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez.

Nombre del juez:	CARLOS ANTONIO PEREZ CADELLA
Grado profesional:	Maestría <input checked="" type="checkbox"/> Doctor <input type="checkbox"/>
Área de formación académica:	Clínica <input type="checkbox"/> Social <input type="checkbox"/> Educativa <input checked="" type="checkbox"/> Organizacional <input type="checkbox"/>
Áreas de experiencia profesional:	GESTIÓN AMBIENTAL
Institución donde labora:	CONSULTORÍA Y ASESORÍA VICAL SAC.
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años <input type="checkbox"/> Más de 5 años <input checked="" type="checkbox"/>

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala

Nombre de la Prueba:	Fichas de observación
Autor(es):	Jiménez Shapiama, Pool Erick Rodríguez Paredes, Valeria Noemi
Procedencia:	Trujillo
Administración:	Personal
Tiempo de aplicación:	20 min
Ámbito de aplicación:	A nivel de laboratorio, Moche, Trujillo
Significación:	Está compuesta por cuatro variables: - La primera variable contiene 1 dimensiones, con 1 indicador con 3 ítems. El objetivo es medir la relación de variables. - La segunda variable contiene 2 dimensión, de 2 indicadores con 6 ítems en total. El objetivo es medir la relación de variables.



	<ul style="list-style-type: none"> - La tercera variable contiene 1 dimensión, de 1 indicador con 3 ítems en total. El objetivo es medir la relación de variables. - La cuarta variable contiene 2 dimensión, de 2 indicador. El objetivo es medir la relación de variables.
--	--

4. Soporte teórico

- **Variable 1:** Residuos de *Ananás Comosus* - Son principalmente la cáscara y la corona de la piña, las cuales no son comestibles por los seres humanos, pero sí pueden ser aprovechadas para obtener otros productos de valor agregado (Paredes y Guerrero, 2020).
- **Variable 2:** Velocidad de agitación - Esta variable acelera las reacciones químicas o los procesos de disolución (Rufasto & Huamani, 2023).
- **Variable 3:** Dosis - Cantidad que se administra de un medicamento o tratamiento (Lara et al., 2016).
- **Variable 4:** Remoción de plomo en soluciones acuosas sintéticas - Preparación líquida que contiene una o más sustancias químicas solubles disueltas en agua (Valladolid & Zúñiga, 2019 p.18).



Variable	Dimensiones	Definición
Residuos de Ananás Comosus	Parámetros Físicos (Granulometría)	Aguirre et al. (2021) comenta que los parámetros físicos hacen referencia a los atributos que detallan las propiedades físicas de una muestra, ofreciendo datos sobre los elementos como la composición y su estructura molecular.
Velocidad de Agitación	N° de Vueltas (rpm)	Rufasto et al. (2023) comenta que las revoluciones por minuto son una medida de frecuencia que te indican con qué rapidez está funcionando dicha máquina por minuto.
	Tiempo (minutos)	Rejo et al. (2018) nos dice que el tiempo es el estado de la atmósfera en un momento y lugar determinado, además, se denomina tiempo a una magnitud que sirve para medir la duración o la separación de uno o más acontecimientos.
Dosis	Peso (gramos)	Fernández et al., (2020) comenta que la cantidad de biosorbente aplicada, denominada como dosis, se refiere a la cantidad específica de dicho material agregado a un volumen durante un tratamiento, a fin de asegurar que reacción química sea efectiva.
Remoción de plomo en soluciones acuosas sintéticas	Parámetros Inorgánicos (Concentración de plomo)	Rui et al. (2019) dice que son los compuestos formados por diferentes elementos que no tienen enlaces carbono-hidrógeno analizados en el agua.
	Parámetros químicos (pH)	Navarrete et al. (2019) nos dice que estos parámetros están relacionados con la capacidad del agua para disolver sustancias entre ellos encontramos en pH.

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el cuestionario "Aplicación de residuos de *Ananás Comosus* y su efecto en la remoción de plomo de soluciones acuosas sintéticas" elaborado por Jiménez Shapiama Pool Erick y Rodríguez Paredes, Valeria Noemi en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.



Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos bríndesus observaciones que considere pertinente.

1 No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel

Variable del instrumento: Residuos de Ananás Comosus

- Primera dimensión: Parámetros físicos

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Peso inicial de materia prima	1	4	4	4	NINGUNA
Peso final de materia prima	2	4	4	4	NINGUNA
Granulometría (0.25mm)	3	4	4	4	NINGUNA

Variable del instrumento: Velocidad de Agitación

- Primera dimensión: N° de Vueltas

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Velocidad lenta (200 rpm)	1	4	4	4	NINGUNA
Velocidad intermedia (600 rpm)	2	4	4	4	NINGUNA
Velocidad rápida (1000 rpm)	3	4	4	4	NINGUNA

- Segunda dimensión: Tiempo

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Menor tiempo (10 minutos)	1	4	4	4	NINGUNA
Tiempo intermedio (15 minutos)	2	4	4	4	NINGUNA
Mayor tiempo (30 minutos)	3	4	4	4	NINGUNA

Variable del instrumento: Dosis

- Primera dimensión: Peso

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Cantidad de biosorbente (1g, 2g y 3g)	1	4	4	4	NINGUNA




Variable del instrumento: Remoción de plomo en soluciones acuosas sintéticas

- Primera dimensión: Parámetros inorgánicos

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Concentración de plomo	1	4	4	4	HAAGUNA

- Segunda dimensión: Parámetros químicos

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
pH	1	4	4	4	HAAGUNA



Carlos Antonio Pérez Calderón
ING. AMBIENTAL
CIP. 195339

Mg.
DNI: 46011841

Pd.: el presente formato debe tomar en cuenta:

Williams y Webb (1994) así como Powell (2003), mencionan que no existe un consenso respecto al número de expertos a emplear. Por otra parte, el número de jueces que se debe emplear en un juicio depende del nivel de experticia y de la diversidad del conocimiento. Así, mientras Gable y Wolf (1993), Grant y Davis (1997), y Lynn (1986) (citados en McGartland et al. 2003) sugieren un rango de 2 hasta 20 expertos, Hyrkäs et al. (2003) manifiestan que 10 expertos brindarán una estimación confiable de la validez de contenido de un instrumento (cantidad mínimamente recomendable para construcciones de nuevos instrumentos). Si un 80 % de los expertos han estado de acuerdo con la validez de un ítem éste puede ser incorporado al instrumento (Voutilainen & Liukkonen, 1995, citados en Hyrkäs et al. (2003).

Ver : <https://www.revistaespacios.com/cited2017/cited2017-23.pdf> entre otra bibliografía.



Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Aplicación de residuos de *Ananás Comosus* y su efecto en la remoción de plomo de soluciones acuosas sintéticas". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez.

Nombre del juez:	Magaly De La Cruz Noriega
Grado profesional:	Maestría () Doctor (X)
Área de formación académica:	Clínica () Social () Educativa (X) Organizacional ()
Áreas de experiencia profesional:	Docencia
Institución donde labora:	Universidad Cesar Vallejo
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años () Más de 5 años (X)



2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala

Nombre de la Prueba:	Fichas de observación
Autor(es):	Jiménez Shapiama, Pool Erick Rodríguez Paredes, Valeria Noemi
Procedencia:	Trujillo
Administración:	Personal
Tiempo de aplicación:	20 min
Ámbito de aplicación:	A nivel de laboratorio, Moche, Trujillo
Significación:	Está compuesta por cuatro variables: <ul style="list-style-type: none"> - La primera variable contiene 1 dimensiones, con 1 indicador con 3 ítems. El objetivo es medir la relación de variables. - La segunda variable contiene 2 dimensión, de 2 indicadores con 6 ítems en total. El objetivo es medir la relación de variables.

	<ul style="list-style-type: none"> - La tercera variable contiene 1 dimensión, de 1 indicador con 3 ítems en total. El objetivo es medir la relación de variables. - La cuarta variable contiene 2 dimensión, de 2 indicador. El objetivo es medir la relación de variables.
--	--

4. Soporte teórico

- **Variable 1:** Residuos de *Ananás Comosus* - Son principalmente la cáscara y la corona de la piña, las cuales no son comestibles por los seres humanos, pero sí pueden ser aprovechadas para obtener otros productos de valor agregado (Paredes y Guerrero, 2020).
- **Variable 2:** Velocidad de agitación - Esta variable acelera las reacciones químicas o los procesos de disolución (Rufasto & Huamani, 2023).
- **Variable 3:** Dosis - Cantidad que se administra de un medicamento o tratamiento (Lara et al., 2016).
- **Variable 4:** Remoción de plomo en soluciones acuosas sintéticas - Preparación líquida que contiene una o más sustancias químicas solubles disueltas en agua (Valladolid & Zúñiga, 2019 p.18).



Variable	Dimensiones	Definición
Residuos de Ananás Comosus	Parámetros Físicos (Granulometría)	Aguirre et al. (2021) comenta que los parámetros físicos hacen referencia a los atributos que detallan las propiedades físicas de una muestra, ofreciendo datos sobre los elementos como la composición y su estructura molecular.
Velocidad de Agitación	N° de Vueltas (rpm)	Rufasto et al. (2023) comenta que las revoluciones por minuto son una medida de frecuencia que te indican con qué rapidez está funcionando dicha máquina por minuto.
	Tiempo (minutos)	Rejo et al. (2018) nos dice que el tiempo es el estado de la atmósfera en un momento y lugar determinado, además, se denomina tiempo a una magnitud que sirve para medir la duración o la separación de uno o más acontecimientos.
Dosis	Peso (gramos)	Fernández et al., (2020) comenta que la cantidad de biosorbente aplicada, denominada como dosis, se refiere a la cantidad específica de dicho material agregado a un volumen durante un tratamiento, a fin de asegurar que reacción química sea efectiva.
Remoción de plomo en soluciones acuosas sintéticas	Parámetros Inorgánicos (Concentración de plomo)	Rui et al. (2019) dice que son los compuestos formados por diferentes elementos que no tienen enlaces carbono-hidrógeno analizados en el agua.
	Parámetros químicos (pH)	Navarrete et al. (2019) nos dice que estos parámetros están relacionados con la capacidad del agua para disolver sustancias entre ellos encontramos en pH.

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el cuestionario "Aplicación de residuos de *Ananás Comosus* y su efecto en la remoción de plomo de soluciones acuosas sintéticas" elaborado por Jiménez Shapiama Pool Erick y Rodríguez Paredes, Valeria Noemi en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.



Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brindes sus observaciones que considere pertinente.

1 No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel

Variable del instrumento: Residuos de Ananás Comosus

- Primera dimensión: Parámetros físicos

Indicadores	Item	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Peso inicial de materia prima	1	4	4	4	NINGUNA
Peso final de materia prima	2	4	4	4	NINGUNA
Granulometría (0.25mm)	3	4	4	4	NINGUNA

Variable del instrumento: Velocidad de Agitación

- Primera dimensión: N° de Vueltas

Indicadores	Item	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Velocidad lenta (200 rpm)	1	4	4	4	NINGUNA
Velocidad intermedia (600 rpm)	2	4	4	4	NINGUNA
Velocidad rápida (1000 rpm)	3	4	4	4	NINGUNA

- Segunda dimensión: Tiempo

Indicadores	Item	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Menor tiempo (10 minutos)	1	4	4	4	NINGUNA
Tiempo intermedio (15 minutos)	2	3	3	3	NINGUNA
Mayor tiempo (30 minutos)	3	4	4	4	NINGUNA

Variable del instrumento: Dosis

- Primera dimensión: Peso

Indicadores	Item	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Cantidad de biosorbente (1g, 2g y 3g)	1	4	4	4	NINGUNA



Variable del instrumento: Remoción de plomo en soluciones acuosas sintéticas

- Primera dimensión: Parámetros inorgánicos

Indicadores	Item	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Concentración de plomo	1	4	4	4	NINGUNA

- Segunda dimensión: Parámetros químicos

Indicadores	Item	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
pH	1	4	4	4	NINGUNA



.....
Dra. Magaly De La Cruz Noriega
DNI: 18214853
CBP N° 5640

Pd.: el presente formato debe tomar en cuenta:

Williams y Webb (1994) así como Powell (2003), mencionan que no existe un consenso respecto al número de expertos a emplear. Por otra parte, el número de jueces que se debe emplear en un juicio depende del nivel de experticia y de la diversidad del conocimiento. Así, mientras Gable y Wolf (1993), Grant y Davis (1997), y Lynn (1986) (citados en McGarland et al. 2003) sugieren un rango de 2 hasta 20 expertos, Hyrkäs et al. (2003) manifiestan que 10 expertos brindarán una estimación confiable de la validez de contenido de un instrumento (cantidad mínimamente recomendable para construcciones de nuevos instrumentos). Si un 80 % de los expertos han estado de acuerdo con la validez de un ítem éste puede ser incorporado al instrumento (Voutilainen & Luukkonen, 1995, citados en Hyrkäs et al. (2003).

Ver : <https://www.revisiastudios.com/cited/2017/cited/2017-23.pdf> entre otra bibliografía.



Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez. Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Aplicación de residuos de Ananá Comosus y su efecto en la remoción de plomo de soluciones acuosas sintéticas". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente, aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez.

Nombre del juez:	Luis Alberto Cabanillas Chirinos
Grado profesional:	Maestría (x) Doctor ()
Área de formación académica:	Clinica () Social () Educativa (x) Organizacional ()
Áreas de experiencia profesional:	Agrindustria
Institución donde labora:	BITEC UCV
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años () Más de 5 años (x)

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala

Nombre de la Prueba:	Fichas de observación
Autor(es):	Jiménez Shapiama, Pool Erick Rodríguez Paredes, Valeria Noemi
Procedencia:	Trujillo
Administración:	Personal
Tiempo de aplicación:	20 min
Ámbito de aplicación:	A nivel de laboratorio, Moche, Trujillo
Significación:	Está compuesta por cuatro variables: - La primera variable contiene 1 dimensiones, con 1 indicador con 3 ítems. El objetivo es medir la relación de variables. - La segunda variable contiene 2 dimensión, de 2 indicadores con 6 ítems en total. El objetivo es medir la



	<p>relación de variables.</p> <ul style="list-style-type: none"> - La tercera variable contiene 1 dimensión, de 1 indicador con 3 ítems en total. El objetivo es medir la relación de variables. - La cuarta variable contiene 2 dimensión, de 2 indicador. El objetivo es medir la relación de variables.
--	--

4. Soporte teórico

- **Variable 1:** Residuos de *Ananás Comosus* - Son principalmente la cáscara y la corona de la piña, las cuales no son comestibles por los seres humanos, pero sí pueden ser aprovechadas para obtener otros productos de valor agregado (Paredes y Guerrero, 2020).
- **Variable 2:** Velocidad de agitación - Esta variable acelera las reacciones químicas o los procesos de disolución (Rufasto & Huamani, 2023).
- **Variable 3:** Dosis - Cantidad que se administra de un medicamento o tratamiento (Lara et al., 2016).
- **Variable 4:** Remoción de plomo en soluciones acuosas sintéticas - Preparación líquida que contiene una o más sustancias químicas solubles disueltas en agua (Valladolid & Zúñiga, 2019 p 18).



Variable	Dimensiones	Definición
Residuos de <i>Ananás Comosus</i>	Parámetros Físicos (Granulometría)	Aguirre et al. (2021) comenta que los parámetros físicos hacen referencia a los atributos que detallan las propiedades físicas de una muestra, ofreciendo datos sobre los elementos como la composición y su estructura molecular.
Velocidad de Agitación	N° de Vueltas (rpm)	Rufasto et al. (2023) comenta que las revoluciones por minuto son una medida de frecuencia que te indican con qué rapidez está funcionando dicha máquina por minuto.
	Tiempo (minutos)	Rejo et al. (2018) nos dice que el tiempo es el estado de la atmósfera en un momento y lugar determinado, además, se denomina tiempo a una magnitud que sirve para medir la duración o la separación de uno o más acontecimientos.
Dosis	Peso (gramos)	Fernández et al., (2020) comenta que la cantidad de biosorbente aplicada, denominada como dosis, se refiere a la cantidad específica de dicho material agregado a un volumen durante un tratamiento, a fin de asegurar que reacción química sea efectiva.
Remoción de plomo en soluciones acuosas sintéticas	Parámetros Inorgánicos (Concentración de plomo)	Rui et al. (2019) dice que son los compuestos formados por diferentes elementos que no tienen enlaces carbono-hidrógeno analizados en el agua.
	Parámetros químicos (pH)	Navarrete et al. (2019) nos dice que estos parámetros están relacionados con la capacidad del agua para disolver sustancias entre ellos encontramos en pH.

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el cuestionario "Aplicación de residuos de *Ananás Comosus* y su efecto en la remoción de plomo de soluciones acuosas sintéticas" elaborado por Jiménez Shapiama Pool Erick y Rodríguez Paredes, Valeria Noemi en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.



Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. Totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos breves observaciones que considere pertinente.

1. No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel

Variable del instrumento: Residuos de Ananás Comosus

- Primera dimensión: Parámetros físicos

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Peso inicial de materia prima	1	4	4	4	Ninguna
Peso final de materia prima	2	4	4	4	Ninguna
Granulometrías (0.25mm)	3	4	4	4	Ninguna

Variable del instrumento: Velocidad de Agitación

- Primera dimensión: N° de Vueltas

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Velocidad lenta (200 rpm)	1	3	3	3	Ninguna
Velocidad intermedia (600 rpm)	2	3	3	3	Ninguna
Velocidad rápida (1000 rpm)	3	4	4	4	Ninguna

- Segunda dimensión: Tiempo

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Menor tiempo (10 minutos)	1	3	3	3	Ninguna
Tiempo intermedio (15 minutos)	2	3	3	3	Ninguna
Mayor tiempo (30 minutos)	3	4	4	4	Ninguna



Variable del instrumento: Dosis

- Primera dimensión: Peso

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Cantidad de biosorbente (1g, 2g y 3g)	1	4	4	4	Ninguna

Variable del instrumento Remoción de plomo en soluciones acuosas sintéticas

- Primera dimensión: Parámetros inorgánicos

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Concentración de plomo	1	4	4	4	Ninguna

- Segunda dimensión: Parámetros químicos

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
pH	1	3	3	3	Ninguna



DNI: 43243681
CBP 8282

Pd.: el presente formato debe tomar en cuenta:

Williams y Webb (1994) así como Powell (2003), mencionan que no existe un consenso respecto al número de expertos a emplear. Por otra parte, el número de jueces que se debe emplear en un juicio depende del nivel de experticia y de la diversidad del conocimiento. Así, mientras Gable y Wolf (1993), Grant y Davis (1997), y Lynn (1986) (citados en McGartland et al. 2003) sugieren un rango de 2 hasta 20 expertos, Hyrkás et al. (2003) manifiestan que 10 expertos brindarán una estimación confiable de la validez de contenido de un instrumento (cantidad mínimamente recomendable para construcciones de nuevos instrumentos). Si un 80 % de los expertos han estado de acuerdo con la validez de un ítem éste puede ser incorporado al instrumento (Voutilainen & Liukkonen, 1995, citados en Hyrkás et al. (2003).

Ver : <https://www.revistaespacios.com/cited2017/cited2017-23.pdf> entre otra bibliografía.



Tabla 13 Equipos de laboratorio

CANTIDAD	EQUIPOS DE LABORATORIO
01 und	Agitador magnético - DLAB-MS7-H5550-PRO
01 und	Multiparametros - ORP- HI8424-HANNA
01 und	Bomba de Vacío
01 und	Balanza Analítica
01 und	Estufa Estéril
01 und	Conductímetro HANNA – HI8633

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14 Materiales de laboratorio

CANTIDAD (Und, mL)	MATERIALES DE LABORATORIO
04	Vasos de precipitación con capacidad de 1 lt.
09	Vasos de precipitado con capacidad de 500 ml
01	Probeta de 500 ml
01	Probeta de 100 ml
01	Tamiz de 0.25 mm
02	Morteros de porcelana
2510 mL	Agua destilada
20	Papel filtro de 125mm
01	Embudo de vidrio
01	Embudo de Buchner
04	Matraces Erlenmeyer
01	Pisceta

Fuente: Elaboración propia.

INFORME DE ENSAYO

Nro. INF3343

Cliente : Valeria Noemi Rodríguez Paredes ; Pool Erick Jiménez Shapiama. "Aplicación de residuos de *Ananás Comosus* y su efecto en la remoción de plomo en soluciones acuosas sintéticas".
Dirección : La Libertad
Fecha de Emisión : 29/11/2023 05:30:00 pm Orden de Servicio : ODE3343

Tipo de Material de los Items Ensayados

Tipo de Material : Aguas

Recepción de los Items de Ensayo

Identificación de Items : Muestra de aguas
Número de Items : 19 Unidades
Cantidad de Item : 100 ml
Estado de Item : Líquido.
Contenedor de Item : Botellas de vidrio cerradas.
Fecha de Recepción : 28/11/2023 09:15:00 am
Lugar de Recepción : Mza. C12 Lote. 10 Parque Industrial, Trujillo, La Libertad, Perú.
Condiciones de Recep. : Codificación notoria

RESULTADOS DEL ENSAYO

Fecha de Ejecución : 29/11/2023 08:00:00 am
Lugar de Ejecución : Mza. C12 Lote. 10 Parque Industrial, Trujillo, La Libertad, Perú.

Cód. Interno	Cód. Cliente	Pb (ppm)
ODE3343/001	Solución Inicial de Nitrato de Plomo 0.0183g/L	0.17
ODE3343/002	Dosis: 1 g V:200 rpm T: 10 min Sol: 100 ml R1	0.15
ODE3343/003	D: 1 g T: 10 min V: 200 rpm R2	0.15
ODE3343/004	Dosis: 1 g V:600 rpm T: 15 min Sol: 100 ml R1	0.14
ODE3343/005	D: 1 g T: 15 min V: 600 rpm R2	0.14
ODE3343/006	Dosis: 1 g V:1000 rpm T: 30 min Sol: 100 ml	0.12

Mza. C12 Lote. 10 Urb. Parque Industrial La Esperanza, Trujillo, La Libertad

Cel. 964 960 123 – 948 323 220

	R1	
ODE3343/007	D: 1 g T: 30 min V: 1000 rpm R2	0.12
ODE3343/008	Dosis: 2 g V: 200 rpm T: 10 min Sol: 100 ml R1	0.14
ODE3343/009	D: 2 g T: 10 min V: 200 rpm R2	0.14
ODE3343/010	Dosis: 2 g V: 600 rpm T: 15 min Sol: 100 ml R1	0.13
ODE3343/011	D: 2 g T: 15 min V: 600 rpm R2	0.13
ODE3343/012	Dosis: 2 g V: 1000 rpm T: 30 min Sol: 100 ml R1	0.11
ODE3343/013	D: 2 g T: 30 min V: 1000 rpm R2	0.11
ODE3343/014	Dosis: 3 g V: 200 rpm T: 10 min Sol: 100 ml R1	0.13
ODE3343/015	D: 3 g T: 10 min V: 200 rpm R2	0.13
ODE3343/016	Dosis: 3 g V: 600 rpm T: 15 min R1	0.12
ODE3343/017	D: 3 g T: 15 min V: 600 rpm R2	0.12
ODE3343/018	Dosis: 3 g V: 1000 rpm T: 30 min R1	0.10
ODE3343/019	D: 3 g T: 30 min V: 1000 rpm R2	0.10

Mza. C12 Lote. 10 Urb. Parque Industrial La Esperanza, Trujillo, La Libertad

Cel. 964 960 123 – 948 323 220

R-PJL-16/1 rev. 01 Emisión 29.11.23

=====

METODOLOGÍA EMPLEADA

=====

Parámetro de Ensayo	Método
Plomo (Pb)	Espectroscopia de absorción atómica (*)

Observaciones


Los resultados < LCM. Límite de cuantificación del Método para NTP-ISO 10258. Concentrados de sulfuro de cobre. Determinación del Contenido de Cobre. Método por titulación. [Validado-Modificado. Aplicado fuera del alcance] No incluye muestreo; significa que la concentración del analito es menor a 3.670 %.

NA: No Aplica ND: No declarado

(*) Los Métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

Información Adicional

- ❖ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio ENSAYOS TECNICOS LABMIN SRL.
- ❖ Los Resultados se suministran de manera exacta, clara, inequívoca y objetiva
- ❖ El resultado es válido solo para la muestra y las cantidades analizadas, no pudieron extenderse sus conclusiones a ninguna otra muestra que no haya intervenido en la recepción y ensayo.
- ❖ Los datos proporcionados por el cliente como: código del cliente, descripción de la muestra, lugar de muestreo, punto de muestreo, fecha y hora de muestreo son de su responsabilidad pudiendo afectar la validez de los resultados.
- ❖ Cuando el Cliente requiera que la muestra se ensaye, admitiendo una desviación de las condiciones especificadas (muestra no conforme, el laboratorio no se hace responsable por los resultados, ya que estos pueden verse afectados; encontrándose fuera del marco de la acreditación.
- ❖ Si se presentan desviaciones a los métodos de ensayos a solicitud de cliente, están fuera del alcance de acreditación
- ❖ Este documento es válido solo en original y sin tachaduras ni enmendaduras.
- ❖ El Informe de Ensayo no será utilizado como certificado de conformidad y su uso indebido será considerado como un delito contra la fe pública
- ❖ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en el laboratorio durante 30 días, por lo que toda comprobación o reclamación que en su caso deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado
- ❖ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA



Cristian Yuri Minchola Rojas
ING. QUÍMICO
R. CIP 64564

Cristian Yuri Minchola Rojas

Ing. Químico

Mza. C12 Lote. 10 Urb. Parque Industrial La Esperanza, Trujillo, La Libertad

Cel. 964 960 123 – 948 323 220

R-PJL-16/1 rev. 01 Emisión 29.11.23

PANEL FOTOGRÁFICO



Selección de piñas, para extraer sus cáscaras y coronas.



Proceso de lavado y raspado, para retirar impurezas.



Proceso de eliminación de impurezas



Pesado de los residuos de *Ananás comosus*



Calibración de estufa



Corte y acondicionamiento de los residuos de *Ananas comosus*.



Acondicionamiento en estufa



Acondicionamiento en estufa



Después de haber sido expuesta a 35 °c por un tiempo de 36 horas



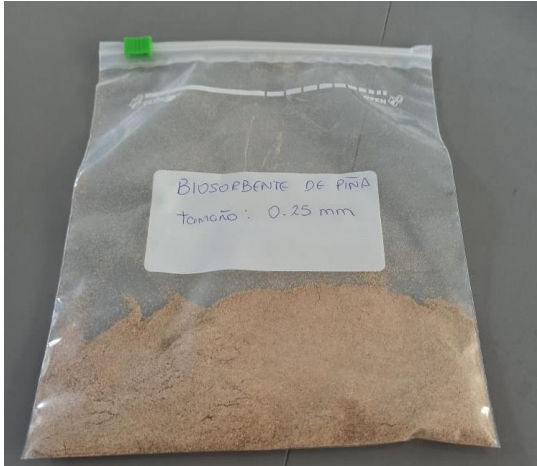
Después de haber sido expuesta a 35 °c por un tiempo de 72 horas



Tamiz N° 0,250 mm



Proceso de Tamizado



Granulometría de 0,0250 mm.



Pesado de Nitrato de Plomo.



Preparación de solución madre.



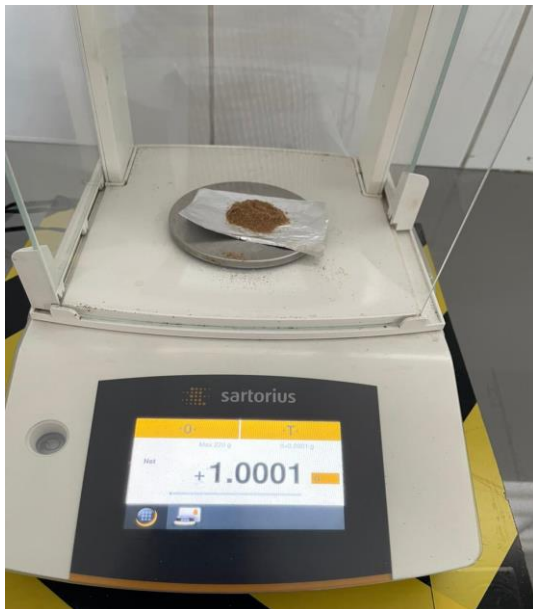
Medición de agua destilada.



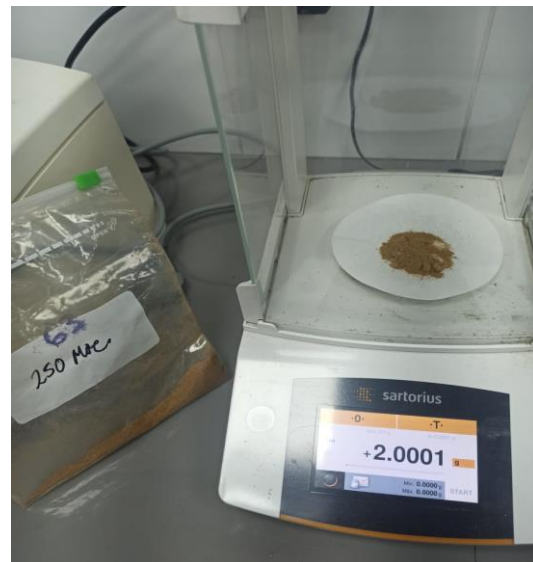
Pesado de Dosis de 1 gramo de residuos de *Ananas comosus*.



Pesado de dosis de 1 gramo de biomasa.



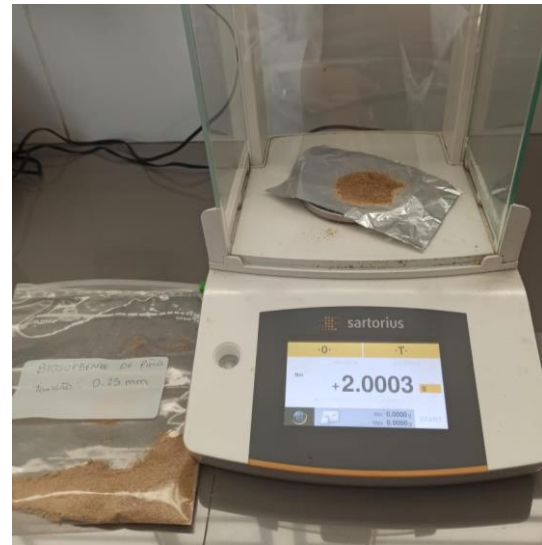
Pesado de dosis de 1 gramo de biomasa.



Pesado de dosis de 2 gramos de biosorbente.



Pesado de dosis de 2 gramos de biomasa.



Pesado de 2 gramos de biomasa.



Pesado de dosis de 3 gramos de biomasa.



Pesado de dosis de 3 gramos de biomasa.



Pesado de dosis de 3 gramos de biomasa.



Velocidad de agitación de 200 rpm por un periodo de tiempo de 10 minutos.



Velocidad de agitación de 600 rpm por un periodo de tiempo de 15 minutos.



Velocidad de agitación de 1000 rpm por un periodo de tiempo de 30 minutos.



Proceso de filtrado con la ayuda de bomba de vacío.



Proceso de filtrado con la ayuda de bomba de vacío.



Rotulado e etiquetado de muestras para derivar a laboratorio.



Laboratorio donde se realizaron los análisis de las muestras, mediante la técnica de espectroscopia de adsorción atómica.

Fuente: Imagen referencial de Google Maps