

REMOCIÓN DE CROMO, COBRE, NIQUEL Y PLOMO EMPLEANDO RESIDUOS ORGÁNICOS CITRICOS

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE MÉXICO CAMPUS HISPANO



AUTORES:

- ❖ MARTINEZ HERNANDEZ KARLA MELISSA
- ❖ OLVERA MEZA ITZEL SURELI
- ❖ SUAREZ GOMEZ ALEXIS GABRIEL

ASESORES:

- ❖ M EN IBQ GONZÁLEZ SOTO YESSICA ISABEL
- ❖ QFI GONZÁLEZ TREJO LUZ MARÍA

ÁREA DE CONOCIMIENTO: CIENCIAS BIOLÓGICAS, QUÍMICAS Y DE LA SALUD.

DISCIPLINA: BIOLOGÍA

TIPO DE INVESTIGACIÓN: EXPERIMENTAL

LUGAR: LABORATORIO DE QUÍMICA

FECHA: NOVIEMBRE 2015 – FEBRERO 2016

RESUMEN

Los metales pesados normalmente aparecen en el agua superficial procedentes de las actividades comerciales e industriales y tienen que eliminarse si el agua residual se piensa reutilizar. Los metales pesados son elementos metálicos con gran peso atómico, por ejemplo: mercurio, cromo, molibdeno, cadmio, arsénico, plomo, cobre, zinc y níquel. A bajas concentraciones pueden afectar a los seres vivos y tienden acumularse en la cadena alimentaria. El objetivo de este trabajo es evaluar la capacidad de remoción de metales pesados como el cromo, cobre, níquel y el plomo presentes en aguas residuales a partir de residuos orgánicos cítricos como el caso de las cáscaras de naranja, mandarina, tamarindo, jamaica y toronja siendo utilizadas como un proceso alternativo para la remoción de metales pesados en soluciones acuosas.

Palabras clave: Remoción, Aguas residuales, metales pesados, Residuos orgánicos

Abstract

Heavy metals usually appear in surface water from commercial and industrial activities and must be removed if you plan to reuse wastewater. Heavy metals are metals with high atomic weight, for example, mercury, chromium, molybdenum, cadmium, arsenic, lead, copper, zinc and nickel. At low concentrations can affect living organisms and tend to accumulate in the food chain. The purpose of this study is to evaluate the ability to remove heavy metals such as chromium, copper, nickel and lead present in wastewater from organic citrus scraps as the case of orange peel, tangerine, tamarind, hibiscus and grapefruit it is used as an alternative process for the removal of heavy metals in aqueous solutions.

Key words: Removal, waste water, heavy metals, organic scraps

INTRODUCCIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las actividades antropogénicas han ocasionado gran deterioro y contaminación del medio ambiente, debido a que los recursos naturales se han utilizado inadecuadamente y a las malas prácticas de almacenamiento e incorrecta disposición de los residuos generados.

Entre los contaminantes presentes en agua, aire y suelo que requieren mayor atención, se encuentran los metales pesados, ya que algunos de ellos son altamente tóxicos, carcinogénicos, mutagénicos y teratogénicos. Además, a diferencia de los compuestos orgánicos, los metales pesados no pueden ser degradados ni química ni biológicamente, por lo que permanecen indefinidamente en el medio ambiente y, de manera eventual, se acumulan a través de la cadena trófica, lo que incrementa los riesgos para la salud de los seres vivos. Los metales pesados más tóxicos para el ser humano son el plomo, mercurio, cadmio, arsénico y el cromo.

HIPÓTESIS

Entre los metales pesados de mayor importancia por su contaminación al ambiente, debido a su alta toxicidad y difícil eliminación encontramos al cromo, níquel y plomo. En el presente trabajo se estudiara el proceso de adsorción con residuos orgánicos cítricos, como un proceso alternativo para la remoción de metales pesados en soluciones acuosas.

JUSTIFICACIÓN

Para disminuir la toxicidad de los metales pesados y facilitar su desecho o su reutilización, estos pueden ser sometidos a procesos que provocan cambios en su estado físico y/o en su estado de oxidación. En las aguas residuales, los metales

pesados pueden removerse por reducción, precipitación química, adsorción e intercambio iónico, y adición de un agente reductor, también se ha estudiado el aislamiento de microorganismos resistente y su capacidad de remoción y/o reducción de metales pesados en sitios contaminados. Por otro lado, también se han utilizado materiales de desecho, como residuos industriales agrícolas o urbanos para la eliminación y/o recuperación de cromo de fuentes industriales contaminados, entre los que se encuentran: residuos de manzana, corteza de árbol, cáscara de avellana, cáscara de mandarina, cáscara de naranja y de tamarindo. Estos son materiales de desecho y por lo tanto económicos, y vale la pena realizar un estudio sobre su efectividad en el tratamiento o eliminación de otros metales pesados de aguas y suelos contaminados.

MARCO TEÓRICO

El agua es el soporte donde surgió la vida, posee un extraño comportamiento, que la convierte en una sustancia diferente a la mayoría de los líquidos, manifiesta extraordinarias propiedades físicas y químicas que van a ser responsables de su importancia biológica. Durante la evolución de la vida, los organismos se han adaptado al ambiente acuoso y han desarrollado sistemas que les permiten aprovechar las propiedades del agua.

La contaminación de las aguas puede proceder de fuentes naturales o de actividades humanas. En la actualidad la más importante, sin duda, es la provocada por el hombre. El desarrollo y la industrialización suponen un mayor uso de agua, una gran generación de residuos muchos de los cuales van a parar al agua y el uso de medios de transporte fluviales y marítimos que, en muchas ocasiones, son causa de contaminación de las aguas.

Algunas fuentes de contaminación del agua son naturales. Por ejemplo, el mercurio que se encuentra naturalmente en la corteza de la tierra y en los océanos contamina la atmosfera mucho más que el procedente de la actividad humana. Algo similar pasa con los hidrocarburos y con muchos otros productos.

Hay cuatro focos principales de contaminación antropogénica.

SECTOR INDUSTRIAL	SUSTANCIAS CONTAMINANTES PRINCIPALES
Construcción	Sólidos en suspensión, metales, Ph
Minería	Sólido en suspensión, metales pesados, materia orgánica, pH, cianuros.
Energía	Color, hidrocarburos y productos químicos
Textil y piel	Cromo, tensoactivos, colorantes, grasas, disolventes orgánicos, ácido acético, sólidos en suspensión
Automoción	Aceites lubricantes, pinturas y aguas residuales
Navales	Petróleo, productos químicos, disolventes y pigmentos
Siderurgia	Aceites, metales disueltos, emulsiones y ácidos
Química inorgánica	Hg, P, fluoruros, cianuros, amoníaco, nitritos, F, Mn, Ni, Pb, Cd, Se, Zn, etc.
Química orgánica	Organohalogenados y compuestos cancerígenos.
Fertilizantes	Nitratos y fosfatos
Pasta y papel	Sólidos en suspensión
Plaguicidas	Organohalogenados, organofosforados, compuestos cancerígenos, biocidas, etc.
Fibras químicas	Aceites minerales
Pinturas, barnices y tintas	Compuestos organoestámicos, compuestos de Zn, Cr, Se, Mo, Ti, Sn, Ba, Co, etc.

Los metales pesados normalmente aparecen en el agua superficial procedentes de las actividades comerciales e industriales y tienen que eliminarse si el agua residual se va a reutilizar.

Los metales pesados son elementos metálicos con gran peso atómico, por ejemplo: mercurio, cromo, molibdeno, cadmio, arsénico, plomo, cobre, zinc y níquel. A bajas concentraciones pueden afectar a los seres vivos y tienden acumularse en la cadena alimentaria.

El hombre está expuesto a estos elementos cuando come sus alimentos, bebe agua y respira el aire. Algunos de esos elementos son benéficos y esenciales para sus procesos vitales, aunque solo se encuentran en cantidades muy pequeñas en los

tejidos del cuerpo en cantidades trazas como cobalto, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, vanadio, estroncio y zinc; otros son muy tóxicos. Los metales pesados no esenciales de interés particular para los sistemas acuíferos superficiales son cadmio, cromo, mercurio, plomo arsénico y antimonio etc.

Cromo

El cromo es un elemento químico de número atómico 24 que se encuentra en el grupo 6 de la tabla periódica de los elementos. Su símbolo es Cr. El Cromo tiene una amplia gama de usos: metales, productos químicos y refractarios. El uso de cromo en hierro, acero y aleaciones no ferrosas mejora dureza y resistencia a la corrosión y la oxidación. El uso del cromo para producir acero inoxidable y aleaciones no ferrosas son dos de sus aplicaciones más importantes. Otras aplicaciones son en aleaciones de acero, recubrimiento de metales, pigmentos, tratamiento del cuero, catalizadores, tratamientos de superficies, y refractarios.

Se obtiene cromo a partir de la cromita (FeCr_2O_4). El cromo se obtiene comercialmente calentando la cromita en presencia de aluminio o silicio (mediante un proceso de reducción). Aproximadamente la mitad de la cromita se extrae de Sudáfrica. También se obtiene en grandes cantidades en Kazajistán, India y Turquía. Los depósitos aún sin explotar son abundantes, pero están geográficamente concentrados en Kazajistán y el sur de África.

Otra parte (un 15% aproximadamente) se emplea directamente como material refractario y, el resto, en la industria química para obtener diferentes compuestos de cromo.

El cromo pertenece al grupo de los oligoelementos, el cromo al igual que el silicio, el níquel, el litio, el molibdeno y el selenio; es indispensable para el organismo ya que regula el metabolismo del azúcar (glucosa) además de ayudar a la insulina a distribuir la glucosa a las células. Por eso es indispensable en el tratamiento de las hipoglucemias.

Al estar en relación el cromo con la insulina, a menudo se emplea para controlar el azúcar en sangre debido a que las personas con Diabetes del tipo II absorben mejor la glucosa en las células.

El cromo, especialista en impedir la formación de coágulos en la sangre; es también una pieza clave para prevenir los ataques al corazón. Se ha comprobado que las personas que fallecen de enfermedades cardíacas, tienen menos cantidad de cromo en el organismo que la mayoría. Asimismo es un mineral importante para mantener el correcto desarrollo de nuestra dentadura. Regula los niveles de colesterol y triglicéridos.

Generalmente, no se considera que el cromo metal y los compuestos de cromo (III) sean especialmente, un riesgo para la salud; se trata de un elemento esencial para el ser humano, pero en altas concentraciones resulta tóxico. Los compuestos de cromo (VI) son tóxicos si son ingeridos, siendo la dosis letal de unos pocos gramos. En niveles no letales, el Cr (VI) es carcinógeno. La mayoría de los compuestos de cromo (VI) irritan los ojos, la piel y las mucosas.

La exposición crónica a compuestos de cromo (VI) puede provocar daños permanentes en los ojos. Estudios realizados en trabajadores expuestos a compuestos de Cr(VI) en procesos de soldadura de aceros, en la producción de pigmentos y otras ocupaciones industriales, revelaron su poder mutagénico, pudiendo producir lesiones en la piel, enfermedades pulmonares y varias formas de cáncer.

Níquel

El níquel es un elemento químico de número atómico 28 y su símbolo es Ni, es un elemento de transición que presenta una mezcla de propiedades de los metales ferrosos y no ferrosos. Es a la vez siderófilo (es decir, se asocia con hierro) y calcófilo (es decir, se asocia con azufre). La mayor parte del níquel extraído proviene de dos tipos de depósitos minerales:

- lateritas, donde los minerales principales son garnierita (silicato hidratado de níquel) y niquelífero limonita $[(Fe, Ni)O(OH)]$.
- Los depósitos de sulfuro magmático donde el mineral principal es pentlandita $[(NiFe)_9S_8]$.

El radio iónico de níquel bivalente es similar a la de hierro bivalente y magnesio, lo cual hace que estos tres elementos se puedan sustituir unos por otros en las redes cristalinas de algunos silicatos y óxidos. Los depósitos de sulfuro de níquel se asocian

generalmente con las rocas de hierro y ricos en magnesio llamadas ultramáficas y se puede encontrar tanto en configuración volcánica y plutónica. El níquel se vende principalmente para su uso como metal refinado (cátodos, en polvo, briquetas, etc.) o ferroníquel. Alrededor del 65% del níquel consumido en el mundo occidental se utiliza para fabricar acero inoxidable austenítico. Otro 12% va en superaleaciones (Inconel 600) o aleaciones de metales no ferrosos (cuproníquel). Ambas familias de aleaciones son ampliamente utilizadas debido a su resistencia a la corrosión. La industria aeroespacial es un consumidor importante de superaleaciones de base níquel. Palas de la turbina, discos y otras zonas críticas de las turbinas se fabrican de superaleaciones.

El níquel es un mineral que se encuentra presente en pequeñas cantidades en nuestro organismo. Sus funciones no son muy conocidas, y su absorción se desconoce. Se almacena en la arteria aorta, en el hígado y en los huesos. Es un elemento que ocurre en el ambiente sólo en muy pequeños niveles. Los alimentos naturalmente contienen pequeñas cantidades de níquel. El chocolate y las grasas son conocidos por contener altas cantidades. El níquel es tomado y este aumentará, cuando la gente come grandes cantidades de vegetales procedentes de suelos contaminados. Es conocido que las plantas acumulan níquel y como resultado, la toma de níquel de los vegetales será eminente. Los fumadores tienen un alto grado de exposición al níquel a través de sus pulmones. Finalmente, éste puede ser encontrado en detergentes. Los humanos pueden ser expuestos a él al respirar el aire, beber agua, comer comida o fumar cigarrillos. El contacto de la piel con suelo contaminado o agua puede también resultar en la exposición al níquel. En pequeñas cantidades el níquel es esencial, pero cuando es tomado en muy altas cantidades este puede ser peligroso para la salud humana.

La exposición al níquel metal y sus compuestos solubles no deben superar los 50 mg/L medidos en niveles de níquel equivalente para una exposición laboral de 8 horas diarias y 40 semanales. Los vapores y el polvo de sulfuro de níquel se sospecha que sean cancerígenos. El carbonilo de níquel $\text{Ni}(\text{CO})_4$, generado durante el proceso de obtención del metal, es un gas extremadamente tóxico.

No se conocen casos de intoxicación de níquel, siempre que este proceda de fuentes naturales. Sin embargo si su procedencia es inorgánica, como es el caso de la

inhalación excesiva del humo del tabaco, o con los materiales de cocina contiene este mineral, la toxicidad puede ser muy dañina

Cobre

El cobre es una sustancia esencial a la vida humana, pero en altas dosis puede causar anemia, daño del hígado y del riñón, y la irritación del estómago e intestino. La gente con la enfermedad de Wilson tiene mayor riesgo para los efectos en su salud por la sobreexposición al cobre.

El cobre aparece normalmente en agua potable de las tuberías de cobre, tan bien como de los añadidos diseñados para controlar el crecimiento de algas. El Cobre es una sustancia muy común que ocurre naturalmente y se extiende a través del ambiente a través de fenómenos naturales, los humanos usan ampliamente el cobre. Por ejemplo este es aplicado en industrias y en agricultura.

Puede ser encontrado en muchas clases de comidas, en el agua potable y en el aire. Debido a que absorbemos una cantidad eminente de cobre cada día por la comida, bebiendo y respirando.

Aunque los humanos pueden manejar concentraciones de cobre proporcionalmente altas, mucho Cobre puede también causar problemas de salud. La gente que vive en casas que todavía tiene tuberías de cobre está expuesta a más altos niveles de Cobre que la mayoría de la gente, porque el Cobre es liberado en sus aguas a través de la corrosión de las tuberías. Exposiciones de largo periodo al cobre pueden irritar la nariz, la boca y los ojos y causar dolor de cabeza, de estómago, mareos, vómitos y diarreas.

El cobre es a menudo encontrado cerca de minas, asentamientos industriales, vertederos y lugares de residuos. La norma oficial mexicana, establece los siguientes parámetros para el ión cobre (Cu^{+2}): Para aguas de ríos: uso agrícola 4.0 mg/L, uso público urbano 4.0 mg/L, protección de vida acuática 4.0 mg/L. Para embalses naturales y artificiales: Uso en riego agrícola 4.0 mg/L, uso público urbano 5.0 mg/L. Para aguas costeras: explotación pesquera y navegación 4.0 mg/L, recreación 4.0 mg/L. Para suelos: uso en riego agrícola 4.0 mg/L y humedales naturales 4.0 mg/L.

Determinación de metales pesados

Para determinar los contenidos de elementos metálicos en cualquier tipo de muestra nos encontramos en la bibliografía con muchos métodos de análisis que abarcan desde los clásicos (como volumetrías o gravimetrías) hasta los instrumentales más complejos. Si se restringe el tipo de muestra las medioambientales, el resultado es similar.

Actualmente se ha establecido que diversos compuestos de cromo, en forma de óxidos, cromatos y dicromatos, son contaminantes ambientales presentes en agua, suelos y efluentes de industrias, debido a que dicho metal es ampliamente utilizado en distintas actividades manufactureras, tales como cromado electrolítico, fabricación de explosivos, curtido de pieles, aleación de metales, fabricación de colorantes y pigmentos, etc. El cromo se encuentra presente en agua y suelo principalmente en dos estados de oxidación: Cr (III) o Cr (VI), aunque también puede encontrarse como óxido de cromo, sulfato de cromo, trióxido de cromo, ácido crómico y dicromato.

Plomo

El Plomo (Pb) es un metal no esencial, altamente tóxico para el ser humano, que afecta a diversos órganos y tejidos. Su presencia en el organismo es atribuida a la contaminación ambiental, debido principalmente a sus usos como aditivo en combustibles y en pinturas (prohibido en EEUU en 1973 y 1978 respectivamente). También puede estar presente en cañerías de agua, baterías, juguetes, artículos escolares, cerámicos, imprentas y diversas actividades industriales. Más recientemente, se ha informado sobre nuevas formas de contaminación de suelos, que se transforman así en potenciales focos de intoxicación. A pesar de las medidas específicas tomadas por las agencias gubernamentales, el problema no se ha erradicado puesto que el Pb es un metal que no sufre degradación, por lo cual persiste en el ambiente.

El Pb ingresa al organismo principalmente por vía respiratoria y gastrointestinal. Una vez en el torrente sanguíneo, se acumula dentro de los glóbulos rojos, donde interfiere en la síntesis del grupo hemo, ocasionando anemia. Luego de aproximadamente un mes, se redistribuye a diferentes órganos y tejidos, generando alteraciones en el sistema nervioso, hematopoyético, cardiovascular, reproductivo y renal. Finalmente, se deposita en tejidos duros como huesos, uñas y dientes, donde puede permanecer acumulado durante toda la vida. Cabe destacar que el Pb es teratógeno, porque

atraviesa con facilidad la barrera placentaria, encontrándose concentraciones comparables del metal en la sangre de la madre y del recién nacido. Además de las personas ocupacionalmente expuestas, la población pediátrica constituye el segmento más vulnerable a los efectos neurotóxicos del Pb. Contribuyen a esto, el hábito de los niños de llevarse las manos y objetos a la boca, como así también una mayor absorción y menor excreción del metal con respecto a los adultos y por la inmadurez de su barrera hematoencefálica. Bajos niveles de exposición al Pb, incluso inferiores a 10 µg/ dL , se asocian con una disminución del coeficiente intelectual y un deficiente desarrollo neurológico, evidenciándose problemas de comportamiento, trastornos de atención e hiperactividad.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la capacidad de remoción de metales pesados presentes en aguas residuales a partir de residuos orgánicos cítricos.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la capacidad de remoción de las cáscaras de naranja, mandarina, tamarindo, jamaica y toronja, del cromo, plomo, níquel y cobre en soluciones acuosas.
- Analizar estadísticamente los resultados obtenidos tras la reducción de los metales pesados como del cromo, plomo, níquel y cobre, mediante las cáscaras de naranja, mandarina, tamarindo, jamaica y toronja, para identificar que cáscaras remueven una mayor cantidad de metal en soluciones acuosas.
- Determinar las variables instrumentales o metodológicas particulares del laboratorio que puedan afectar el proceso de análisis.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Desde la década de los años 30's, el empleo de resinas de intercambio iónico para la eliminación de metales pesados en agua ha tenido gran aceptación, sin embargo

debemos considerar que son materiales con precios muy elevados que pueden hacer en algunos casos poco costeable la eliminación de metales en aguas residuales.

Desde los años 50's, celulosas, dextranos y otros polisacáridos de origen marino se han comercializado con una gran variedad de grupos de intercambio. Mucho más recientemente ha comenzado a existir interés por el uso de biopolímeros como las proteínas, como adsorbentes de iones metálicos en solución; por una gran razón y es que las proteínas se encuentran con una gran facilidad en el mundo de los seres vivos.

También se han utilizado materiales de desecho, como residuos industriales agrícolas o urbanos para la eliminación y/o recuperación de metales pesados de efluentes industriales contaminados, entre los que se encuentran: residuos de manzana, corteza de árbol, cáscara de avellana, cáscara de mandarina y naranja, por lo que es de gran interés analizar otros materiales de desecho y por lo tanto económicos, para tratar de eliminar el Cromo (VI) de aguas y suelos contaminados, así como la biorremediación de los mismos, como el Tamarindo, del cual se ha descrito su capacidad de bioadsorción de Cromo (VI)

Bulut & Tez, utilizando aserrín de madera de Nogal (*Juglans regia*), mostraron que la máxima adsorción de Pb(II) en solución se obtuvo con un tiempo de contacto de 60min, una concentración inicial del metal de 200mg/L, una temperatura de 25°C y una velocidad de agitación de 150rpm.

La adsorción de Pb(II) con residuos de biomasa de algodónero (*Gossypium hirsutum*) fue estudiada por Riaza ellos indican que una dosis de 0,20g de biomasa, pH 5 y 100mg/L de concentración inicial de Pb(II) son las condiciones óptimas para obtener la mayor bioadsorción, la cual, fue de 45,01mg/g.

Usando cáscara de maní (*Arachis hypogaea*) para remover Pb(II), se encontro una máxima capacidad de biosorción de 31,54mg/g, con un pH óptimo para la eliminación de plomo

Lasheen, al estudiar el uso de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), modificada con ácido nítrico como adsorbente en la remoción de Pb(II), encontró que la máxima remoción de Pb(II) fue de 73,5mg/g.

La biosorción se convierte en una técnica promisoría para la remoción de metales pesados de ambientes acuosos, especialmente, con adsorbentes derivados de materiales lignocelulósicos, que cuentan con una amplia variedad de polímeros en su estructura, como: celulosa, hemicelulosa, pectina, lignina y proteínas, que los hacen biomateriales eficientes, siendo una tecnología limpia y barata para el tratamiento de efluentes contaminados a concentraciones tan bajas, como 1mg/L.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Indicador Negro de Eriocromo T (NET): sal sódica del ácido 1-(1- hidroxí-2- naftilazo)-5-nitro-2-naftol-4-sulfónico, n.º 203 en el índice del color. Se disolvieron 0.5 g del colorante en 100 mL de 2,2', 2''-nitrilotrietanol (también llamado trietanolamina) .

Titulante EDTA, 0, 01 M: Se pesaron 3,723 g de etilendiaminotetracetato disódico dihidrato, grado de reactivo analítico, también llamado sal disódica del ácido tetraacético (EDTA). Y disolverlo en agua destilada hasta 1000 mL.

Solución tampón: Se disolvieron 1.179 g de sal disódica de ácido etilendiaminotetraacético dihidrato (grado de reactivo analítico) y 644 mg de cloruro magnésico ($MgCl_2 \cdot 6 H_2O$) en 50 mL de agua destilada. Se agregó a esta solución a 16.9 g de NH_4Cl y 143 mL de NH_4OH conc. Y se diluyó hasta 250 mL con agua destilada.

Muestras: Los diferentes residuos se obtuvieron a partir de los frutos recolectados en el mes de Octubre de 2015 en el Edo. de Méx.

Las muestras se prepararon lavando los residuos, retirándoles el bagazo residual, fueron lavadas y se secaron para su posterior uso. Los residuos fueron cortados en pequeños pedazos para facilitar el proceso de agitación.

Se pesaron 5 gr de cáscara en la báscula, los cuales fueron depositados en un vaso de precipitados de 250 mL, donde se añadió 150 mL de cada una de las soluciones probadas (cromo, níquel, plomo y cobre), posteriormente se tomó una muestra de 5 mL con una pipeta y se colocó en un Matraz Erlenmeyer, donde se agregó 1 mL de Buffer pH= 11 y 3 gotas de indicador NET.

Se colocó en agitación constante, tomando muestras de 5 mL cada 10 minutos, por una hora determinando la concentración de cada metal pesado presente en la muestra, por medio de una valoración con EDTA. A todas las muestras se les añadió 1 mL de Buffer pH=11 e indicador NET.

RESULTADOS

Empleando los valores de cada una de las titulaciones durante los 60 min de la prueba, se calculó la concentración del metal pesado restante de las soluciones. A continuación se presenta la gráfica de remoción de los metales en presencia de diferentes residuos.

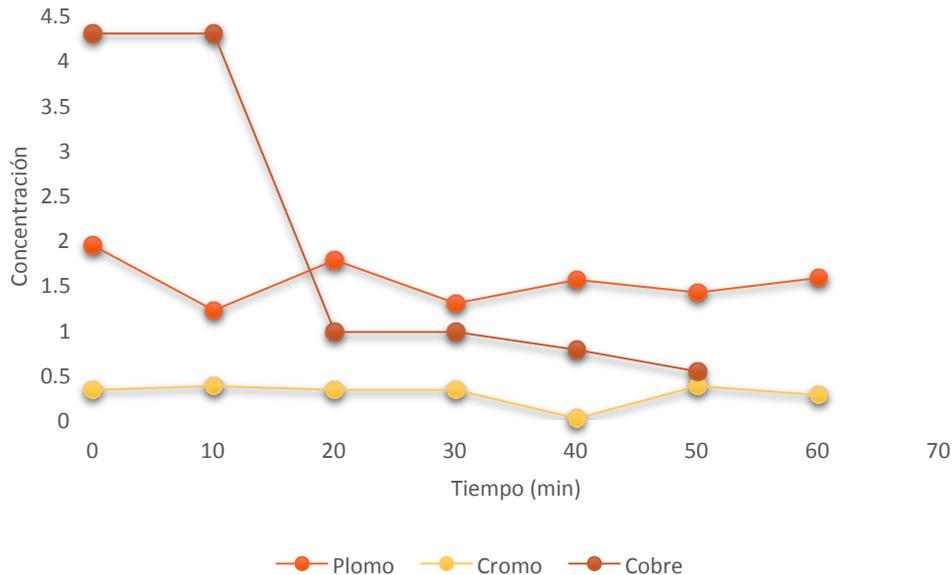


Figura 1. Remoción de metales pesados en cáscara de naranja.

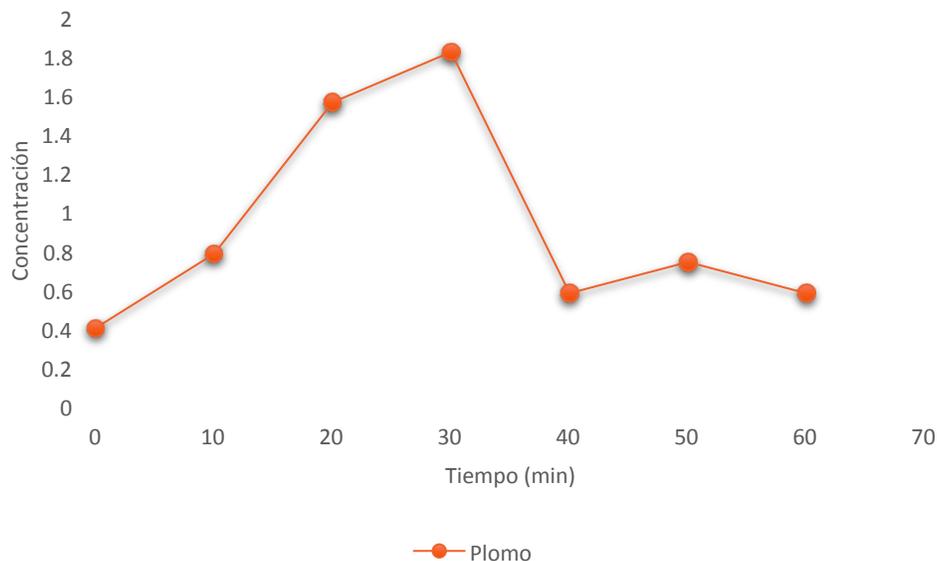


Figura 2. Remoción de plomo en presencia de jamaica.

CONCLUSIONES

Ya que empleando el residuo de jamaica el indicador no tiñe la solución y por lo tanto no se puede determinar con exactitud el punto final de la valoración, se decidió no utilizar más este residuo, para evitar errores en las determinaciones.

Desde la preparación de la solución de níquel, se presentaron algunos problemas experimentales, como la falta de solubilidad del mismo. Además durante la valoración jamás cambio el color del indicador, por lo que no pudimos determinar el punto final de la valoración, es por esto que se decidió descartar la solución de níquel en el experimento.

Como se observa en la Figura 2 existen una remoción de plomo en presencia de jamaica, hacia el final del experimento, pero como ya mencionamos la determinación del punto final de la titulación no pudo ser determinado con exactitud por que el color de la jamaica interfería con el color del indicador.

En la Figura 1 podemos ver que la cáscara de naranja no es efectiva en la remoción de cromo, ya que no se observa un cambio significativo en la concentración inicial y en la

final. En esta misma figura apreciamos que la cáscara de naranja remueve en poca cantidad al plomo. Y finalmente podemos ver que la cantidad de plomo removido fue significativa, aproximadamente el 80% en presencia de cáscara de naranja. Por lo que este residuo es efectivo para remover este metal

PROPUESTAS

Para evaluar la remoción de los metales pesados con diferentes sustratos se utilizó una técnica básica, el cual es un método tardado y con muchos errores experimentales. Este proyecto tendría mayor riqueza si se pudiera realizar con otro tipo de equipos y mayor cantidad de reactivos.

BIBLIOGRAFÍA

Acevedo-Aguilar F, Espino-Saldaña AA, León-Rodríguez I, Rivera-Cano M E, Ávila-Rodríguez M, Wrobel K, Lappe P, Ulloa M. & Gutierrez-Corona JF (2006) Hexavalent chromium removal in Vitro and from industrial wastes, using chromateresistant strains of filamentous fungi indigenous to contaminated wastes. *Can. J. Microbiol.* 52 (9): 809-815.

Ayres, Gilbert. *Análisis químico cuantitativo*. 2 ed. México: Harla, 1970

Agarwal GS, Kumar H & Chaudari S (2006) Biosorption of aqueous chromium (VI) by *Tamarindus indica* seeds. *Biores. Technol.* 97: 949-956.

Cervantes C, Campos-García J, Devars S, Gutierrez-Corona, Lozano-Talavera H, Torres-Guzman JC & Moreno-Sánchez R (2001) Interactions of chromium with microorganisms and plants. *FEMS Microbiol. Rev.* 25: 333-347.

Pavan FA, Lima IS, Airoidi C & Gushikem Y (2006) Use of pokan mandarin peels as biosorbent for toxic metals uptake from aqueous solutions. *J. Hazard. Mat.* 137: 527-533.

Rodier, J. Análisis de Aguas: aguas naturales, aguas residuales, agua de mar. Barcelona: Omega, 1981. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21th edition. American Public Health Association. Washington, DC. 2005.

- http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwiuvMjtjoXLAhUL12MKHQALCfcQFggaMAA&url=http%3A%2F%2Fingenierias.uanl.mx%2F23%2Fpdfs%2F23_p46a51_soto.pdf&usg=AFQjCNGlvQocDzzOA-CcdcNnlqMAEzTEPw&bvm=bv.114733917,d.eWE
- <http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwj16fSBj4XLAhUY1GMKHccRBHwQFggaMAA&url=http%3A%2F%2Fdialnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F5062883.pdf&usg=AFQjCNELTbMlfMgjA5uOb4RBU8V5amXGA>
- <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v16n2/v16n2a23.pdf>
- <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/cr.htm>
- <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/cu.htm>
- <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/ni.htm>
- <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/pb.htm>