

Estudio del potencial de sapogeninas para la remoción de arsénico en modelos de agua

VALERO-SORIA, Hever*†; PROAL-NAJERA, José y GONZALEZ-VALDEZ, Laura

Recibido 10 de Enero, 2016; Aceptado 04 de Marzo, 2016

Resumen

Se aplicó la técnica de aglomeración esférica (TAE) en la remoción de arsénico a bajas concentraciones en modelos de solución acuosa utilizando sapogenina como agente tensoactivo. Esta técnica consta de cuatro fases: precipitación, hidrofobización, humectación y aglomeración. Específicamente se estudió la fase de hidrofobización. En la primera fase se agregó cloruro férrico como agente precipitante para la formación del sistema coloidal, en la fase de hidrofobización se utilizó el agente biosurfactante a diferentes dosis: 1, 0.5, 0.3 g surfactante/g contaminante respectivamente. Se prepararon soluciones modelo con una concentración inicial de arsénico de: 2mg/L, 1mg/L, 0.5mg/L. Se tomó como referencia la Normatividad Mexicana vigente, para lograr concentraciones finales dentro de los límites máximos permitidos. Se comprobó que la TAE es eficiente en la remoción de As a concentraciones muy bajas comparadas a las trabajadas anteriormente (Alvarado, 2009 y Cardiel, 2009) además, la utilización del agente surfactante sapogenina, resultó eficiente más en comparación con los agentes tensoactivos antes utilizados en esos trabajos, con los que se lograron eficiencias de remoción de hasta 99.99%..

Aglomeración esférica, agua, arsénico, remoción, biosurfactante

Abstract

The technique of spherical agglomeration was applied in the arsenic removal at low concentrations in aqueous solution models using surface active agent sapogenin. This technique consists of four phases: precipitation, hydrophobization, wetting and agglomeration. Specifically, we studied the phase hydrophobization. In the first phase was added ferric chloride as a precipitating agent for the formation of colloidal system in the phase of the was used the biosurfactant reagent at different doses: 1g/g of metal 0.5g/g of metal 0.3g/g of metal The last phases of the technique were the addition of collector agent to help the adhesion of the colloids, finally adding the reagent of the agglomerates. Modeled solutions were prepared with concentrations of 0.5, 1 and 2 mg of arsenic /L. It was taken as reference the Mexican normativity to achieve final concentrations among the maximum levels allowed. In this research the technique was applied for the element elimination in prepared water samples containing 2, 1 and 0.5 mg of arsenic/L. Mexican laws were used as a reference to achieve the concentrations inside the limit. The technique removal efficiency was probed for arsenic at concentrations, as compared to the used before. Besides, the use of surface active agent sapogenina was effective if compared to chemical agents used in previous studies, where efficiency of arsenic removal was 99.99%.

Agglomeration spherical, water, arsenic removal biosurfactant

Citacion: VALERO-SORIA, Hever; PROAL-NAJERA, José y GONZALEZ-VALDEZ, Laura. Estudio del potencial de sapogeninas para la remoción de arsénico en modelos de agua. Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias. 2016, 3-6: 1-5.

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: hever.valero@utrodeco.edu.mx)

†Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El arsénico es un metaloide que aparece de manera natural y se ubica en el medio ambiente, en forma de diferentes compuestos inorgánicos y orgánicos, tanto en estado sólido como líquido. Con mayor frecuencia como sulfuro de arsénico (As_2S_3) y arsenopirita. Aunque en algunas zonas geográficas la concentración puede ser más alta, su contenido medio en la corteza terrestre es de 5 gramos por tonelada, apareciendo normalmente combinado con más de 150 elementos diferentes (cobre, plomo, azufre, níquel, hierro, cobalto, zinc, etc) L. de Guevara J y Moya P (1995). Citado por. Aragonés, *et al* 2001.

Las principales rutas de exposición son la ingesta y la inhalación. El arsénico se acumula en el organismo por exposición crónica y puede causar afecciones como alteraciones de la piel, efectos secundarios en el sistema nervioso, cáncer de próstata, irritación de los órganos del aparato respiratorio, gastrointestinal y hematopoyético, acumulación en los huesos, músculo y piel, y en menor grado en hígado y riñones (Avilés y Tirado, 2007). Lo que representa una problemática presente a nivel mundial.

Los tratamientos que se aplican actualmente presentan todavía deficiencias en el grado de remoción. Debido a esto se ha intensificado el estudio de nuevas tecnologías y así ofrecer más alternativas que solucionen este problema

La técnica de aglomeración esférica se ha aplicado en la remoción de Arsénico en agua, con concentraciones muy elevadas, que van desde los 50 mg/L hasta 100 mg/L, utilizando como surfactantes químicos Oleato de Sodio y Lauril sulfato de Sodio, obteniendo excelentes eficiencias de remoción de As. Pero no ha sido estudiada con surfactantes naturales ni a concentraciones menores de 50 mg/L.

Es por ello que el presente trabajo se enfoca en la remoción de As, pero utilizando agentes biosurfactantes Además del aprovechamiento integral de los recursos naturales.

Una alternativa de solución para los suelos, es la utilización de compostas que se convierte en la principal y más importante ayuda para hacerlo fértil, con mayor cantidad de nutrientes y una mejor retención del agua.

Metodología

La parte experimental de este proyecto se llevó a cabo en el laboratorio central de instrumentación del CIIDIR-IPN (Centro interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral y Regional Unidad Durango).

Generación de soluciones modelo

Se prepararon soluciones modelos con una concentración inicial de As (III) de 2 mg/L, 1 mg/L y 0.5 mg/L (Figura 1).

Para cada unidad experimental se prepararon 250 ml de solución a partir de una solución estándar certificado de As_2O_3 marca Hycel* de 1000mg/L.

Sustancia de superficie active

Se utilizó un surfactante natural, sapogenina marca Hycel de 25 g. como sugerencia de un estudio anterior (Alvarado 2009 y Cardiel 2009). Se prepararon soluciones a 8.43g/L solución.

Desarrollo de la TAE

Para aplicación de la técnica de aglomeración esférica se llevaron experimentos a cabo a temperatura ambiente, y en agitación constante se muestra los valores de los parámetros utilizados en el presente trabajo (ver Tabla 1).

Etapa	pH	Tiempo de agitación (min)	Reactivo	Dosis (g/g contaminante)
Precipitación	7.6	20	FeCl ₃	32 g
Hidrofobización	-	30	Sapogenina	1g 0.5g 0.3g
Humectación	-	15	n-Heptano	6.3 ml
Aglomeración	-	90	CaCl ₂	10 ml

Tabla 1 Parámetros fisicoquímicos de la TAE. Fuente: (Proal et al., 1997) (Alvarado 2009) (Cardiel, 2009) (Atuna, 2008)

Diseño factorial.

Se utilizó un diseño factorial para estudiar la remoción de As, los efectos de la sapogenina y la concentración inicial de As, así como también optimizar el mejor tratamiento con respecto al mayor porcentaje de remoción. El diseño factorial de 3² con repetición (Tabla 2).

	B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	A ₁ B ₁	A ₁ B ₂	A ₁ B ₃
A ₂	A ₂ B ₁	A ₂ B ₂	A ₂ B ₃
A ₃	A ₃ B ₁	A ₃ B ₂	A ₃ B ₃

Tabla 2 Diseño experimental para la remoción de As

Los análisis para determinar la concentración residual de As se realizaron utilizando el equipo de Espectrofotometría de Absorción Atómica ANALYST 700 PERKIN ELMER. La digestión de las muestras se realizó conforme la NMX-AA-051-SCFI-2001, para la determinación de metales pesados por absorción atómica.

Resultados

La base fundamental de esta técnica es la fisicoquímica de los sistemas dispersos coloidales, y para comprobar que tenemos un sistema coloidal, es necesario, mediante un análisis de micrografías, confirmar la formación de coloides durante la etapa de precipitación, se encontraron partículas dentro del intervalo de clasificación de coloides 10 a 20 μm, (figura 1)

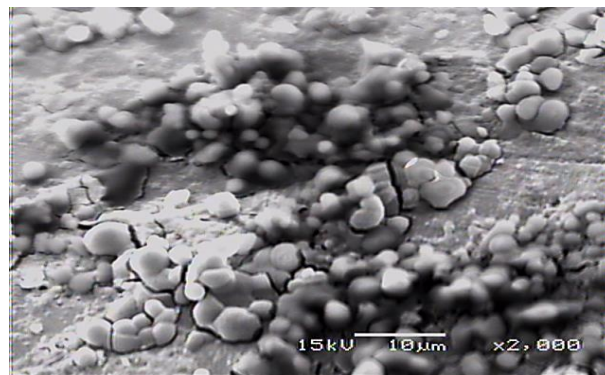


Figura 1 Micrografía

El diseño estadístico consistió en un diseño factorial de 3² con una repetición. Se obtuvieron remociones de As entre 99.52 y 99.93 %, observándose que el experimento 7 tuvo el mayor porcentaje de remoción de As, por debajo del LMP (Tabla 3).

	I D	Concentración inicial (mg/L)	Dosis sapogenina (g/contaminante)	Concentración final (mg/L)	Remoción %
Tratamientos	1	0.5	0.3	0.00268 ±0.00088	99.46
	2		0.5	0.00217 ±0.00007	99.56
	3		1	0.0024 ±0.0007	99.56
	4	1	0.3	0.00177 ±0.00036	99.82
	5		0.5	0.0024 ±0.00029	99.77
	6		1	0.0039 ±0.000629	99.61
	7	2	0.3	0.0012 ±0.00025	99.93
	8		0.5	0.00253 ±0.00017	99.87
	9		1	0.00345 ±0.00028	99.82

Tabla 3 Experimentos % de remoción

Análisis de varianza (ANOVA).

En la Tabla 4 se muestran los resultados del análisis de varianza entre la concentración inicial de As, dosis de sapogenina y la interacción de concentración. As*sapogenina.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	p
Intercept	112.5350	1	112.5350	479.0831	0.000000
conc As	0.2105	2	0.1053	0.4481	0.652331
dosis sapo	5.5977	2	2.7988	11.9152	0.002957
conc As*dosis sapo	4.2802	4	1.0701	4.5555	0.027565
Error	2.1141	9	0.2349		

Tabla 4 Análisis de varianza para el residuo final

Con el ANOVA permite establecer que los factores de dosis de sapogenina y la interacción de la concentración de As versus sapogenina, tienen diferencia significativa con un intervalo de confianza de 95% ($p < 0.05$) es decir influyen de forma considerable en la remoción del As total, mientras que el factor de la concentración inicial de Arsénico no es significativo, de acuerdo al análisis de varianzas. Esto indica que se puede explorar la remoción de Arsénico a niveles de concentraciones más altas o más bajas de las que se estudiaron en este trabajo. La combinación que resulta óptima incluye mayor concentración de arsénico y menos dosis de biosurfactante, esto implicaría menos uso de tensoactivos y un menor costo de operación (Tabla 5).

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Concentración As (mg/L)	0.5	2	2.3
Dosis sapogenina (g/contaminante)	0.3	1	0.1

Tabla 5 Optimización de la remoción de As

Conclusiones

Se alcanzaron magnitudes de remoción de As de 99.52 a 99.93% en soluciones modelo, utilizando una sapogenina comercial como agente tensoactivo. Se alcanzaron, mediante la técnica de aglomeración esférica, magnitudes de remoción de As de 99.93%, en soluciones acuosas con la dosis más baja de sapogenina como agente tensoactivo. Se alcanzaron concentraciones de As por debajo de los límites máximos permisibles para agua de uso y consumo humano que establece la NOM-127-SSA-1994. La técnica de aglomeración esférica es viable para utilizarse en la remoción de As, en soluciones acuosas a concentraciones que van desde 2mg/L a 0.5 mg/L toda vez que no se había probado para estas concentraciones, representando este estudio, una primera aproximación del tratamiento de arsénico en agua a tan bajas concentraciones de solución acuosa.

En este estudio, la dosis de sustancia de superficie activa (sapogenina) utilizada para la etapa de hidrofobización, se logró reducir en un 85%, respecto de las máximas eficiencias alcanzadas en trabajos anteriores con otros agentes tensoactivos (Alvarado, 2009), sin afectar la eficiencia de la remoción de Arsénico, con respecto a los trabajos realizados donde se ha utilizado la TAE

Referencias

Amaury Franco. 2009. "Agua, ciudad y derecho". Alegatos núm. 72 pp. 229-246.

Antuna Dora, 2008. Remoción de metales pesados, Cadmio y Níquel, en modelos de soluciones acuosas por la técnica de aglomeración esférica. Tesis de Maestría en Gestión Ambiental. CIIDIR-IPN Unidad Durango.

Aragón N., M. Palacios., A. Avello de Miguel, P. Gómez, Rodríguez, M. Martínez, M. J. Rodríguez. 2001. "Nivel de arsénico en abastecimientos de agua de consumo de origen subterráneo en la comunidad de Madrid". Salud Pública 75:5 pp. 421-432.

Avilés M., Ma. De L. Tirado. 2007 "Remoción de arsénico de agua mediante coagulación-floculación a nivel domiciliario". Organización panamericana de la Salud. pp. 1-10

Calderón J., L. Carrizales., F. Díaz-Barriga. 2004. Efectos de la salud de niños expuestos a arsénico, Plomo, cadmio en la ciudad de San Luis Potosí, México. Ciencia & Trabajo 6:14 pp. 214.

Carabias Julia y Landa R. 2005. "Agua, medio ambiente y sociedad: hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México. Universidad autónoma de México, 1ª ed. pp. 15-19, 30-31

NOM-127-SSA1-1994 modificada en el 2006. Salud ambiental, agua para uso y consumo humano: Límites máximos permisibles y tratamientos a la que debe someterse el agua para su potabilización

Proal Jose, Martinez L. y Mueller M.1997. "Estudio sobre tratamiento de aguas residuales industriales altamente concentradas en metales pesados bajo aglomeración esférica. Journal of the mexican chemical society. 41:2 pp. 50-51

Prieto M., C. Gonzales, A. Román, F. Prieto. 2009. Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua". Tropical and Subtropical Agroecosystems. 10: pp. 29 – 44.