



Title: Efecto del Grupo Funcional en la Adsorción de Ag(I) en Soluciones Sintéticas con Materiales Mesoporosos de Silica

Authors: SALAZAR-HERNÁNDEZ, Ma. Mercedes, SALAZAR-HERNÁNDEZ, Carmen, RANGEL-PORRAS, Gustavo y CORONA-ARROYO, Mario

Editorial label ECORFAN: 607-8695
BCONIMI Control Number: 2020-27
BCONIMI Classification (2020): 120320-0027

Pages: 18
RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.
143 – 50 Itzopan Street
La Florida, Ecatepec Municipality
Mexico State, 55120 Zipcode
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.
Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings		
Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua



CONTENIDO



Introducción

Objetivos

Hipótesis

Experimentación

Resultados

Conclusiones

Agradecimientos

INTRODUCCIÓN

Aplicaciones de los Meso-porosos de Sílice[1-4] Poros 2-50 nm



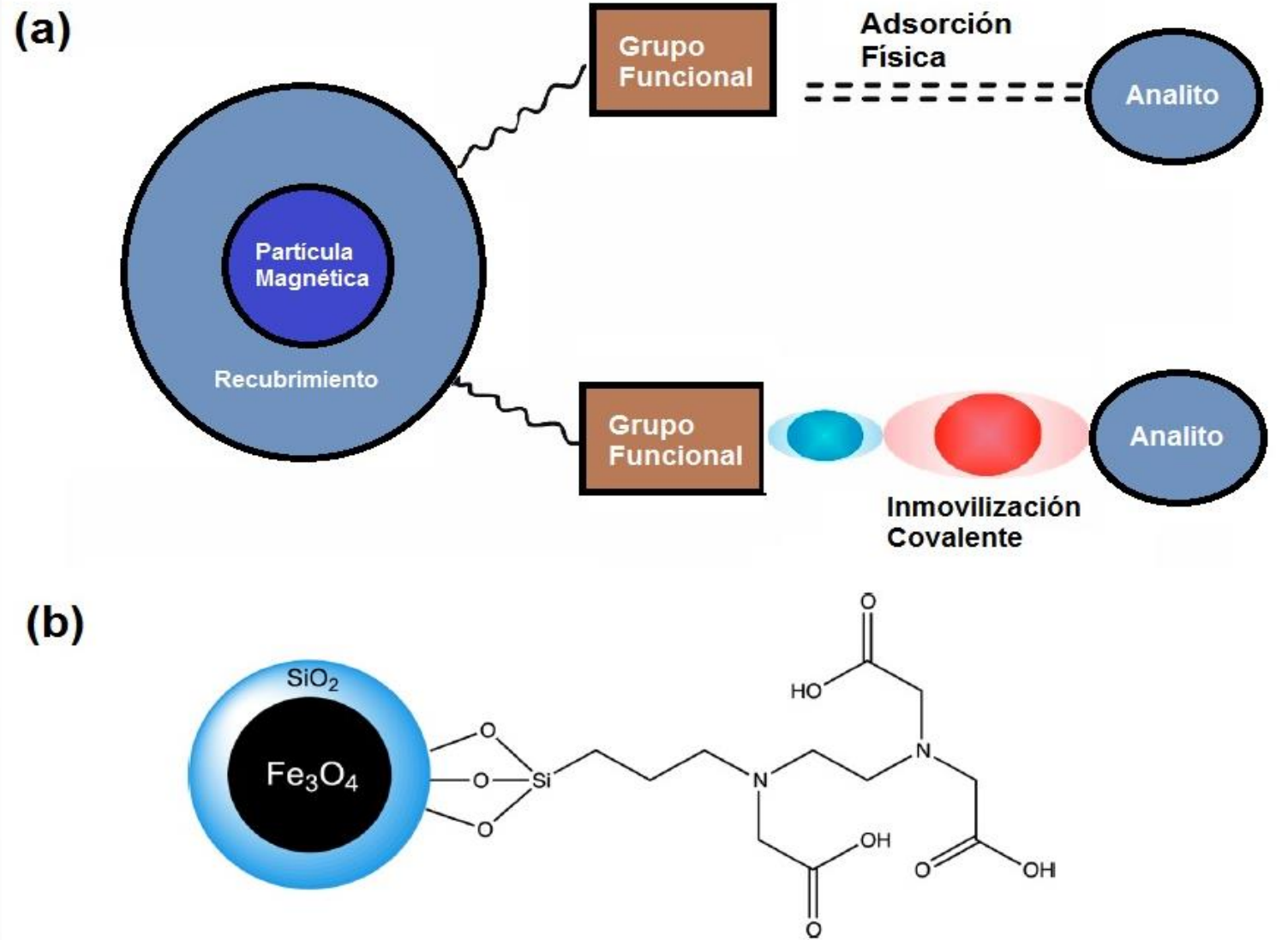
[1] Prokopowicz M, Zeglinski J, Gandhi A, Sawicki W, Tofail S A M, "Bioactive silica-base drug delivery systems containing doxorubicin hydrochloride: In vitro studies" *Colloids and Surface B: Biointerface* (2012) 93: 249-259

[2] Hu Z, Zhang X, Zhang D, Wang J-X "Adsorption of Cu²⁺ on amine-functionalized mesoporous silica brackets" *Water Air Soil Pollut* (2012) 223: 2743-2749.

[3] Jal P K, Patel S, Mishra B K "Chemical modification of silica surface by immobilization of functional groups for extractive concentration of metals ions" *Talanta* (2004) 62: 1005-1028.

[4] Li M, Li M-Y, Feng Ch-G, Zeng Q-X "Preparation and Characterization of multi-carboxyl-functionalized silica gel for removal of Cu(II), Cd(II), Ni(II) and Zn(II) from aqueous solution" *Applied Surface Science* (2014) 314: 1063-1069.

✓ El uso de adsorbentes magnéticos ha sido propuesto para la recuperación de cationes o aniones en procesos hidrometalúrgicos y en tratamiento de aguas [4,5]

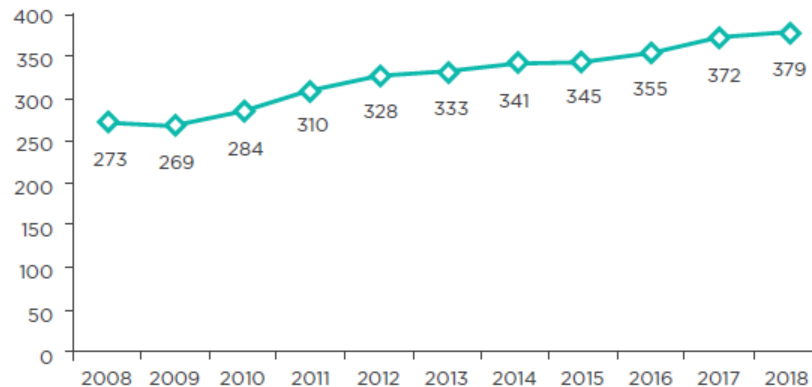


[4] Sabrina da N. Almeida, Henrique E. Toma "Neodymium(III) and Lanthanum(III) separation by magnetic nanohydrometallurgy using DTPA functionalized magnetic nanoparticle" *Hydrometallurgy* (2016) 161: 22-28.

[5] N. Zandi-Atashbar, Ali A. Ensafi, Amir Hooshmand Ahoor "Magnetic Fe₂CO₄/rGO nanocomposite as an efficient recyclable catalyst to convert discard tire into diesel fuel and as an effective mercury adsorbent from wastewater" *Journal of Cleaner Production* (2018) 172: 68-80.

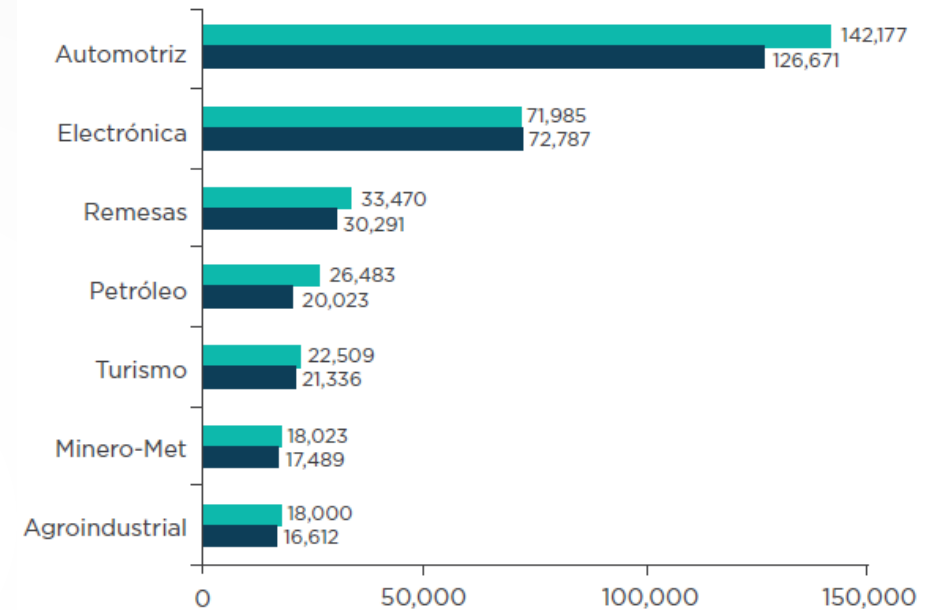
El sector minero-metalúrgico representa el 2.4 % del PIB del país y el 8.2% del sector industrial. En 2018 este sector genero 379mil 20 empleos directos, mostrándose así la importancia social y económica que este sector representa para la nación [6]

EMPLEO EN LA INDUSTRIA MINERO-METALÚRGICA
2008-2018
(Miles de personas)



Fuente: IMSS

DIVISAS GENERADAS PRINCIPALES SECTORES 2017-2018
(Millones de dólares)

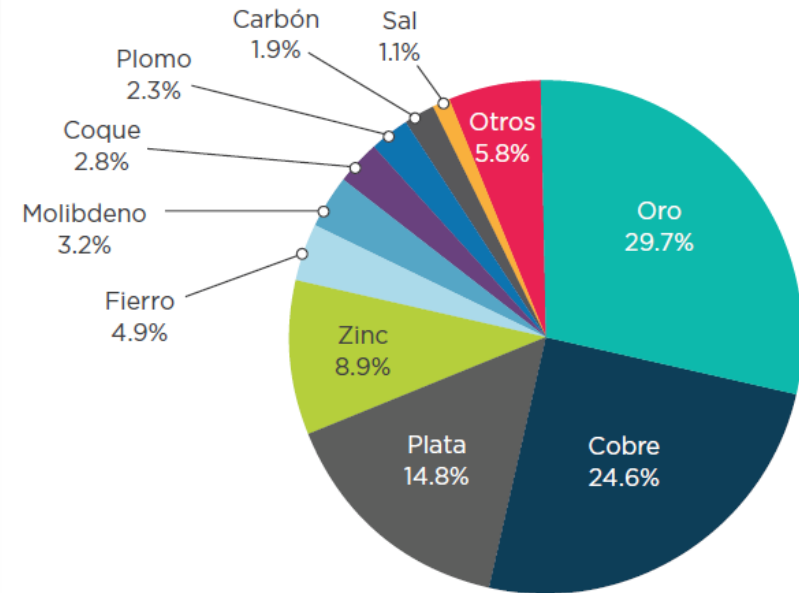


Fuente: BANXICO, SE

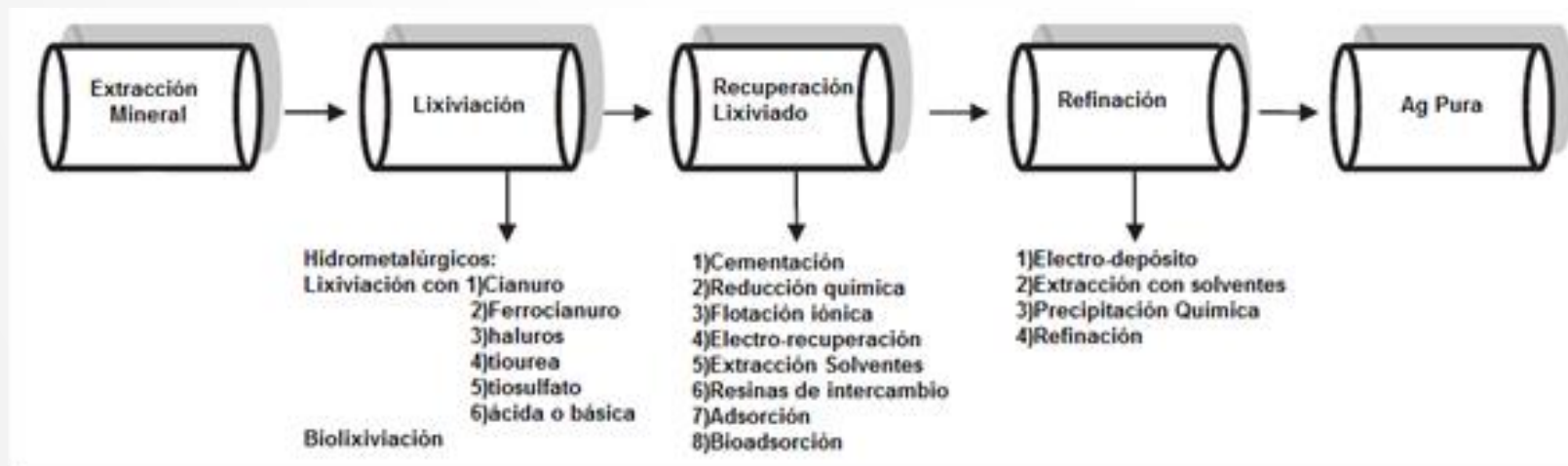
[6] Informe Anual de la CAMIMEX (2019); <https://www.camimex.org.mx/>

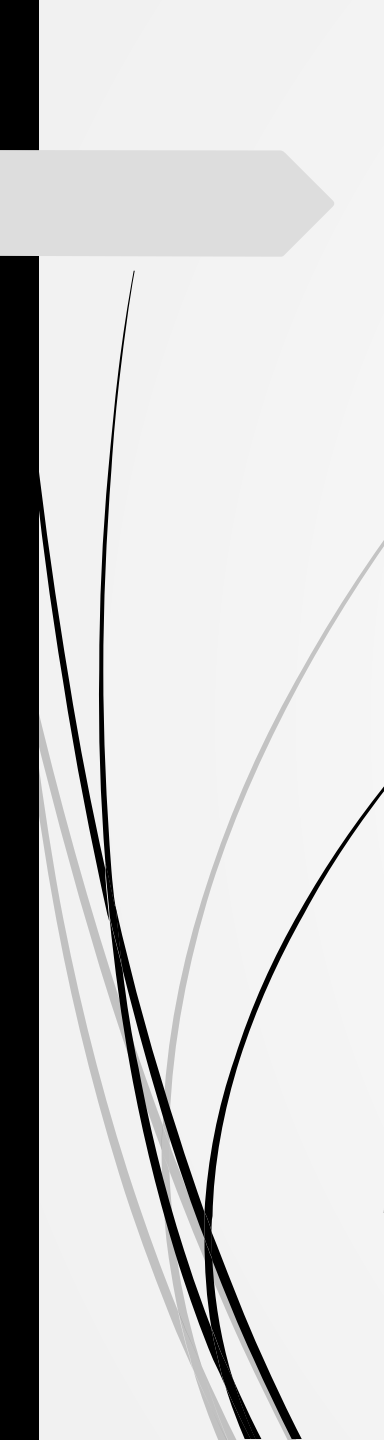
- La producción de oro, plata, zinc y cobre, son los principales elementos que se producen en el país.
- Los procesos hidrometalúrgicos, consisten en:

PARTICIPACIÓN DE LOS METALES Y MINERALES EN EL VALOR DE LA PRODUCCIÓN MINERO-METALÚRGICA EN 2018 (241,634 Millones de pesos)



Fuente: INEGI



- 
- ✓ En México la lixiviación del Au y la Ag de sus minerales se lleva a cabo mediante el llamado proceso de cianuración
 - ✓ Industria Minera, la recuperación de la Ag- Au mediante adsorbentes (carbón activado).
 - ✓ Presenta desgastes, que ocasionan pérdidas de dichos valores.
 - ✓ IAMGOLD's Essakane en Burkina Faso, reporta una formación de finos al mes de 23.5 ton que corresponden a una pérdida de 1938 g/ton de plata mensualmente [4,5]
 - ✓ Recientemente, se ha planteado el uso de materiales magnéticos para la recuperación de metales en los procesos hidrometalúrgicos [6]
 - ✓ Se propone la recuperación magnética con adsorbentes en base a silica modificados con magnetita.



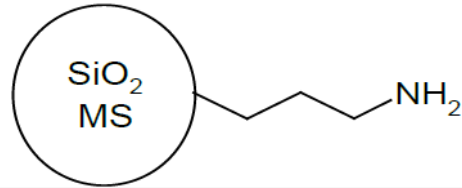
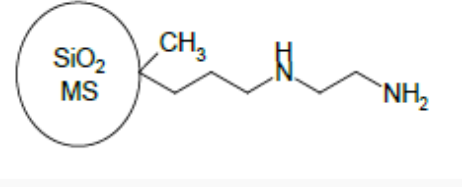
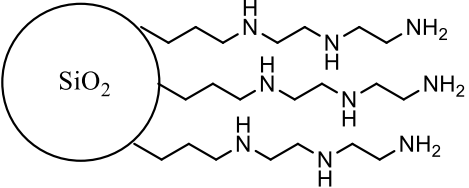
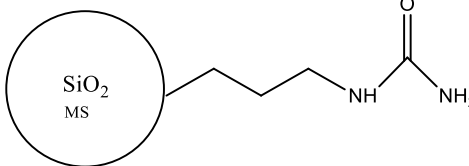
[4] Aubé V., Bellec S., Barakate M., Eddahabi M. R., Chaik Y., Deshaies M., Girard J. "What to do with CIL carbon fines? IAMGOLD innovative solution" *Proceeding The conference of metallurgists hosting World Gold & Nickel Cobalt* (2017).

[5] Vuuren, C. P. J. V., C. P. Snyman, et al.. "Gold Losses from Cyanide Solutions Part II: The Influence of the Carbonaceous materials Present in the Shale Material." *Minerals Engineering* (2000) **13**(10-11): 1177-1181.

[6] Sabrina da N. Almeida, Henrique E. Toma "Neodymium(III) and Lanthanum(III) separation by magnetic nanohydrometallurgy using DTPA functionalized magnetic nanoparticle" *Hydrometallurgy* (2016) 161: 22-28.

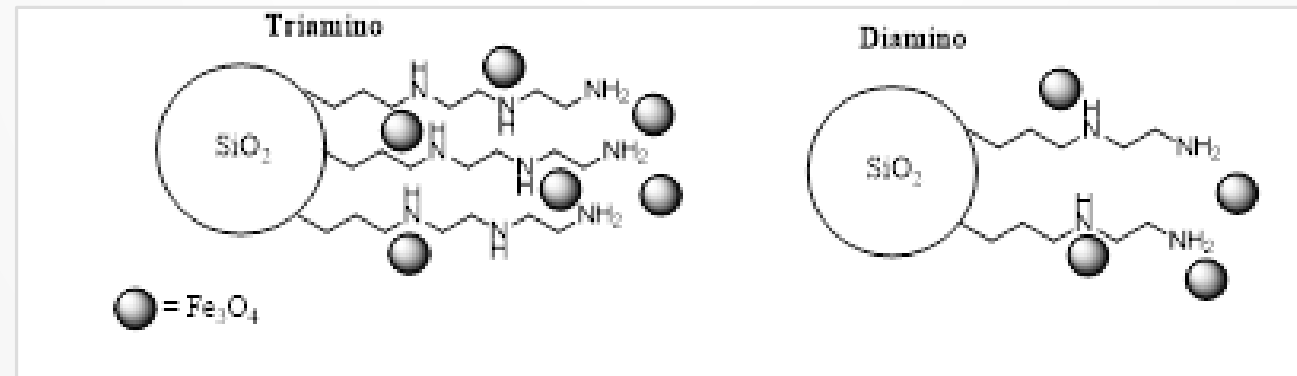
OBJETIVOS

- Evaluar la capacidad de adsorción de plata, en una familia de materiales mesoporosos de sílice, modificados con magnetita poliamino funcionalizados

Material	Estructura del Material	Precursor
MS-NH ₂		3-(aminopropil)trimetoxisilano
MS-NHNH ₂		3-(diaminopropil)metildimetoxisilano
MS-Triamin		N ¹ -(3-trimetoxisililpropil) dietilentriamina
MS-Urea		3-(propilurea)trimetoxisilano

HIPÓTESIS

- ✓ *La presencia de los grupos amino en la sílice, favorecerá el anclaje de la magnetita que ofrecerá las propiedades magnéticas del material y no afectará la capacidad de adsorción del material.*



Experimentación

Síntesis y modificación
de la sílice con grupos
poliamino y magnetita
[7,8]

Caracterización (FTIR,
RMN CPMAS ^{29}Si y ^{13}C ,
DRX, SEM, TGA)

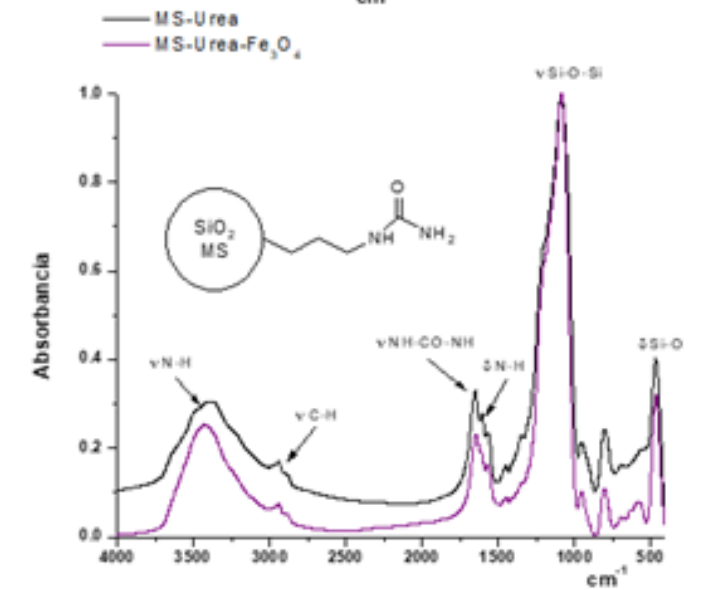
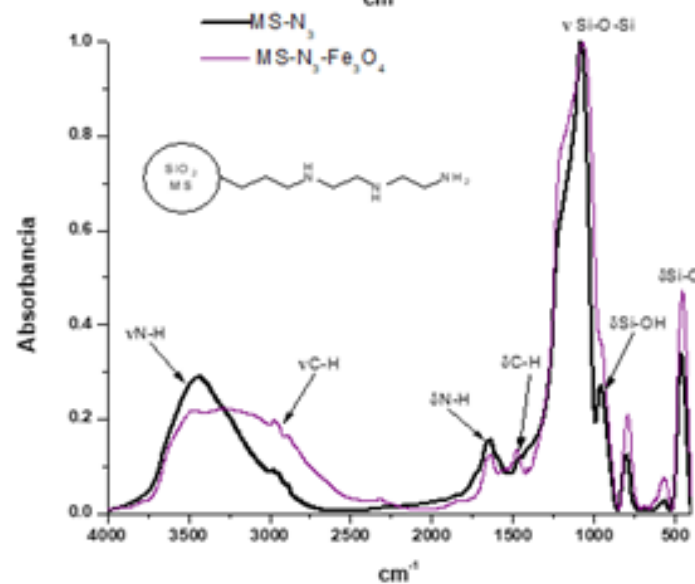
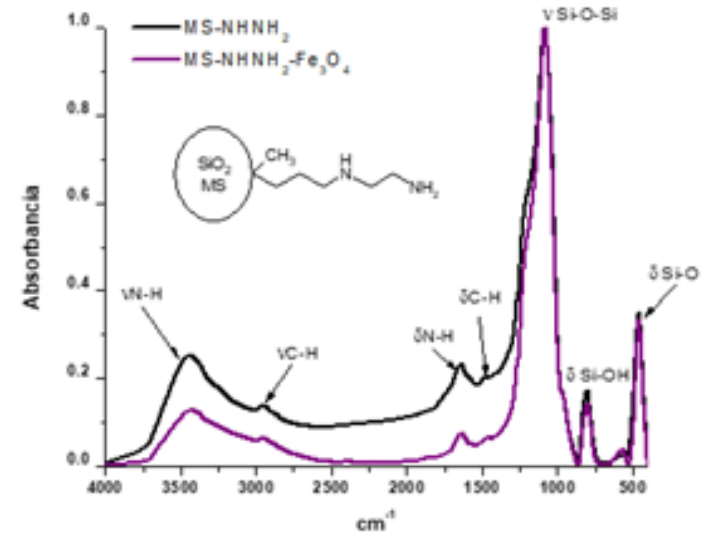
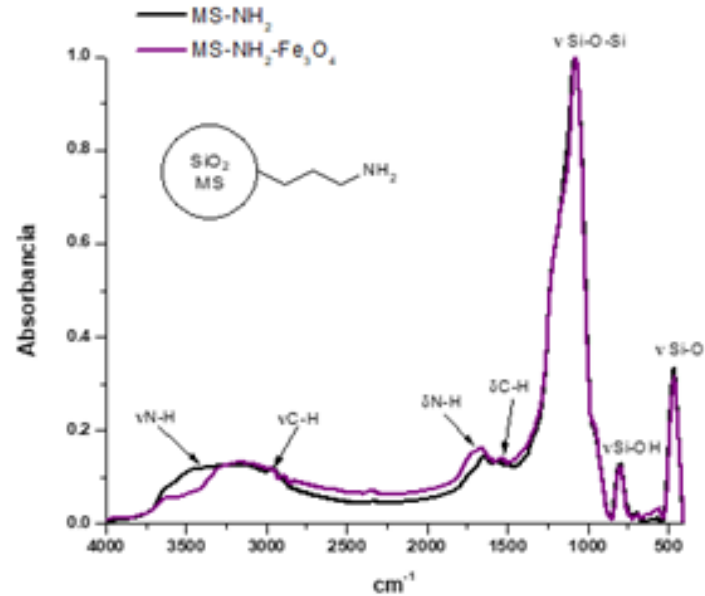
Estudios Adsorción de
Ag(I) y estudios de
recuperación
magnética

[7] Avalos Hernández Flor Jared "Efecto de la concentración de $\text{Si}(\text{OH})_4$ en la obtención de materiales mesoporosos de sílice y su uso como adsorbentes de cromo(III)" Tesis para la Obtención del Título de Ingeniero Ambiental; Universidad de Guanajuato, (2014). Director de Tesis: Dra. Ma. Mercedes Salazar Hernández.

[8] Salazar Hernández Carmen, Elorza-Rodríguez Enrique, Miranda-Aviles Raúl, Salazar Hernández Mercedes Estudio de la Adsorción de Plata con Sílice Mesoporosa Modificada con Magnetita" Revista de análisis cuantitativo y estadístico (2018) 5(14): 7-11.

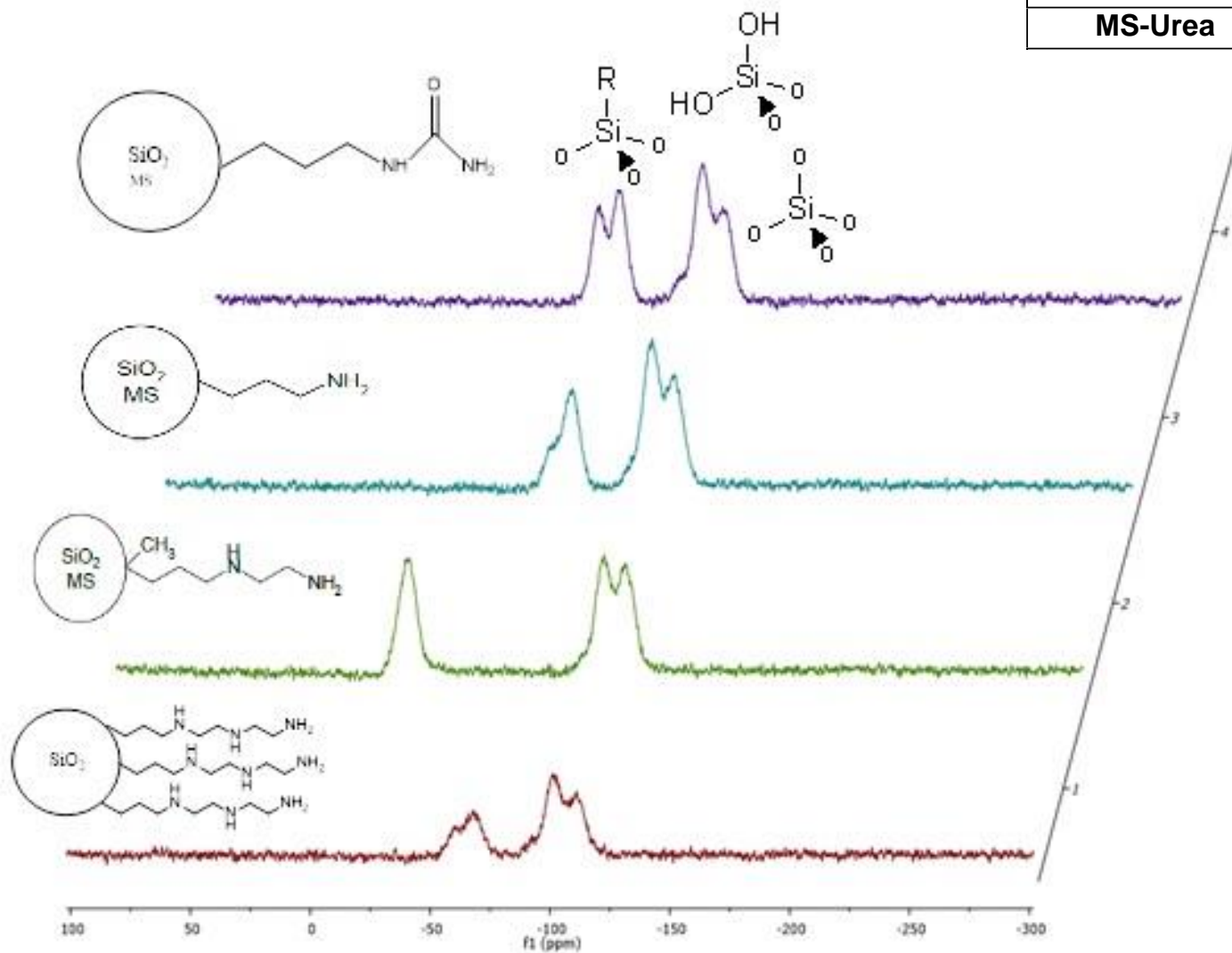
Resultados

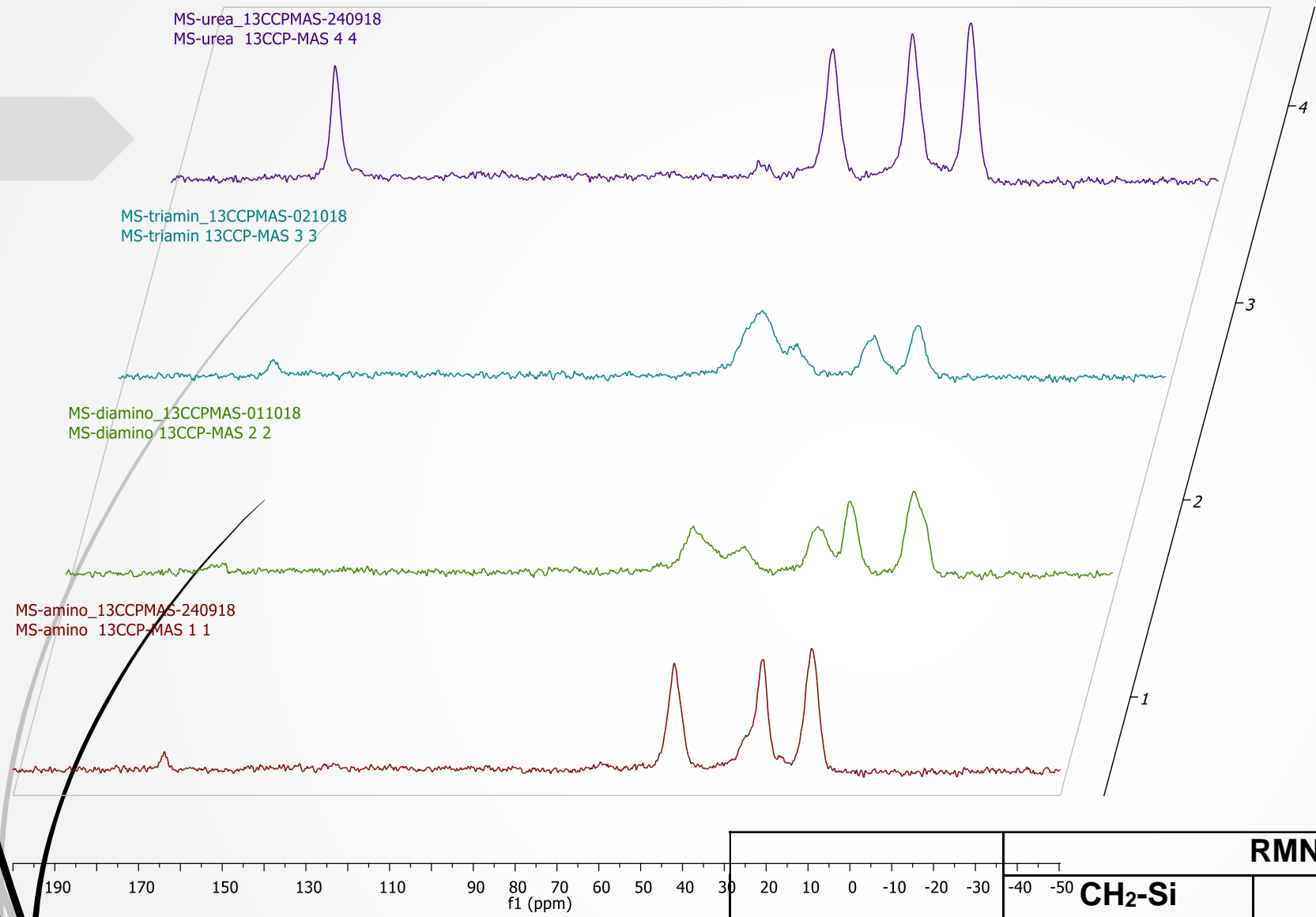
CARCTERIZACIÓN FTIR



CARCTERIZACIÓN RMN CPMAS ^{29}Si y ^{13}C

	RMN CP MAS ^{29}Si (ppm)	
	T	Q ³ , Q ⁴
MS-NH ₂	-66.9	-101.3, -110.2
MS-NH ₂ NH ₂	-19.9	-101.9, -111.24
MS-triamin	-67.3	-101.3, -109.8
MS-Urea	-59.3,-66.3	-102.2,-110

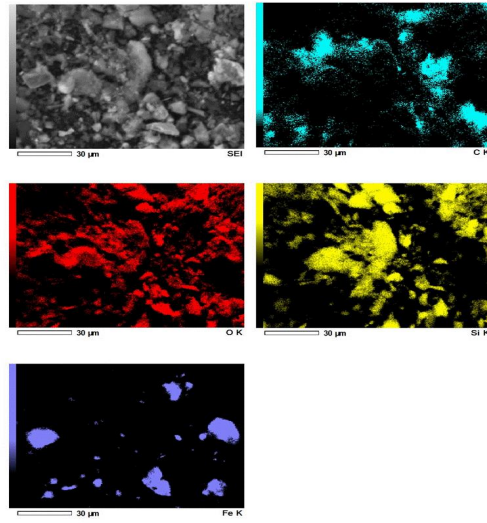




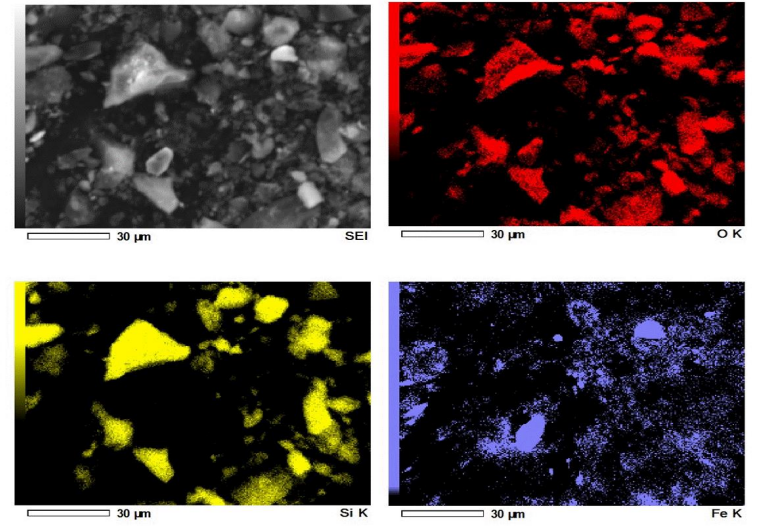
	RMN CP MAS ¹³ C (ppm)		
	CH ₂ -Si	CH ₂	C=O
MS-NH₂	9.15	20.7, 41.9	-
MS-NHNH₂	-2.94, 12.5	20.2, 38.4, 49.9	-
MS-triamin	8.8	19.2, 38.2, 46.93	-
MS-Urea	8.79	41.8, 22.8	160.8

SEM-EDS

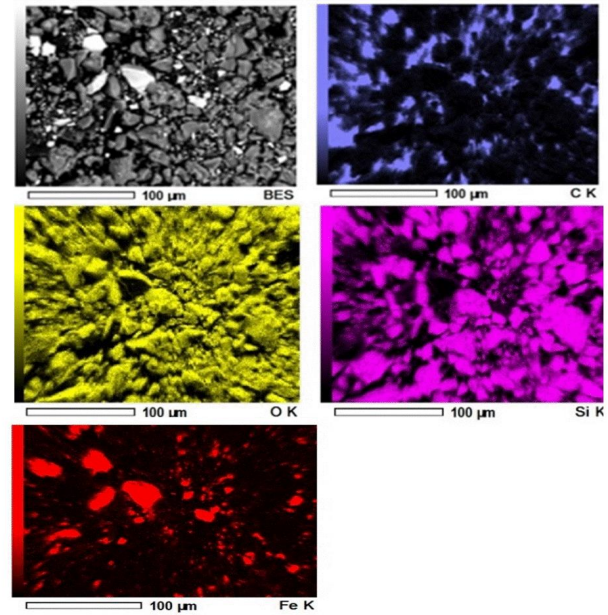
MS-NH₂



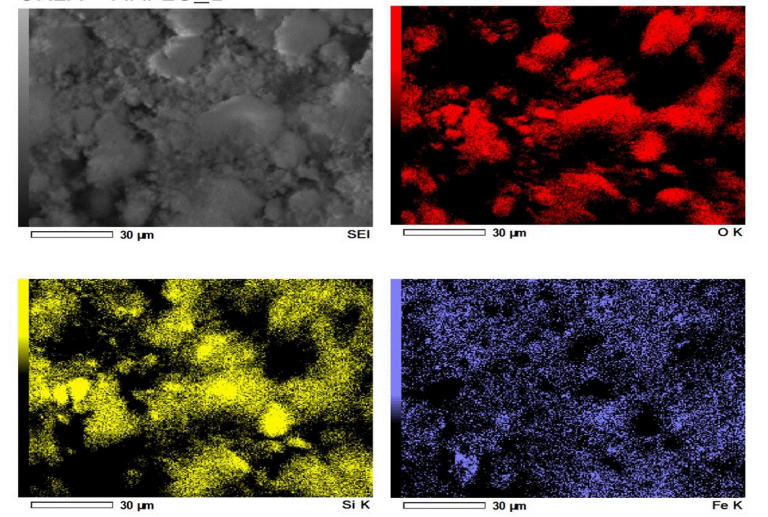
MS-NHNH₂



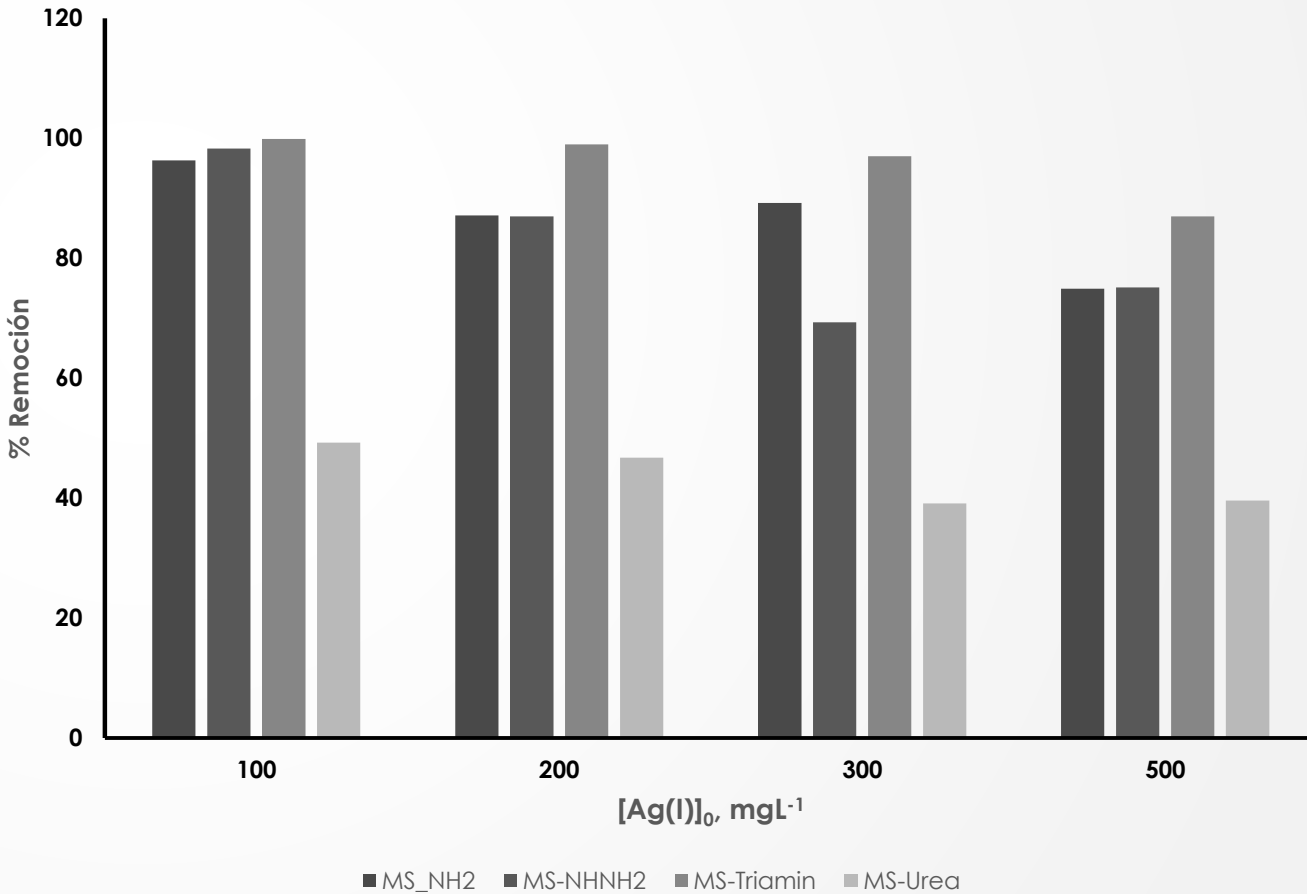
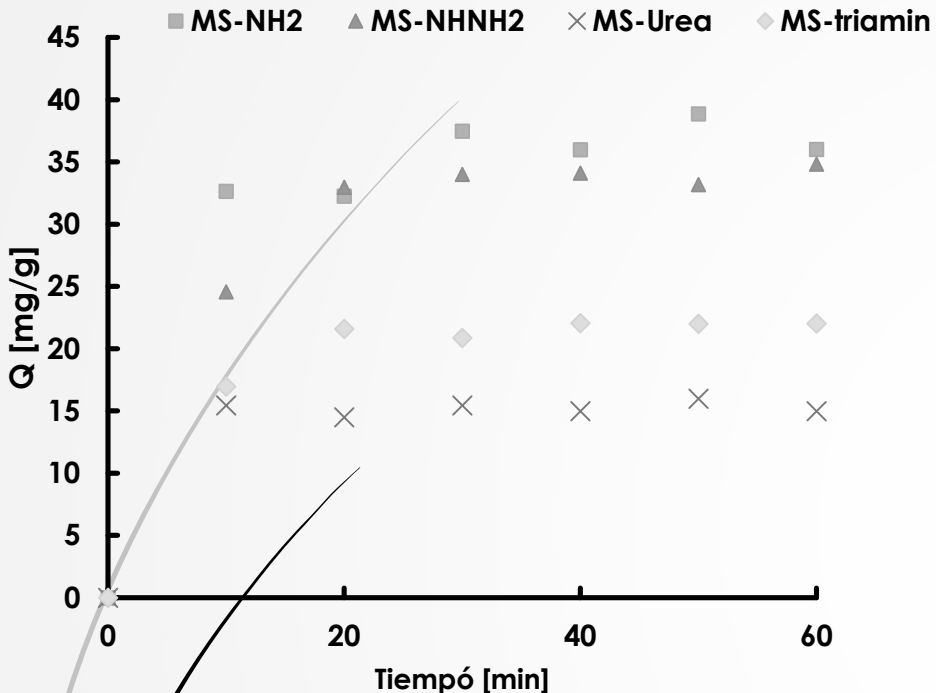
MS-Triamin



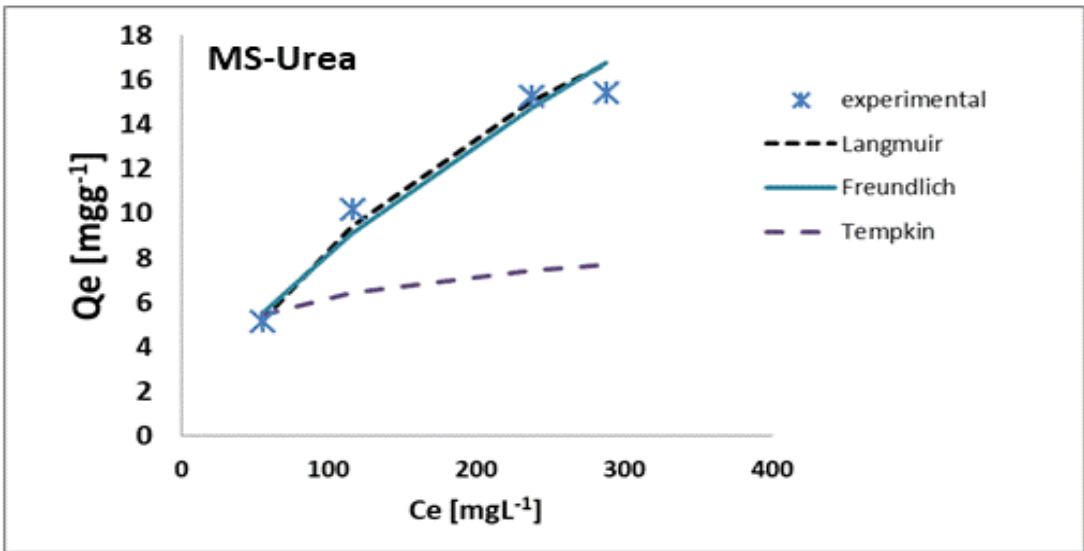
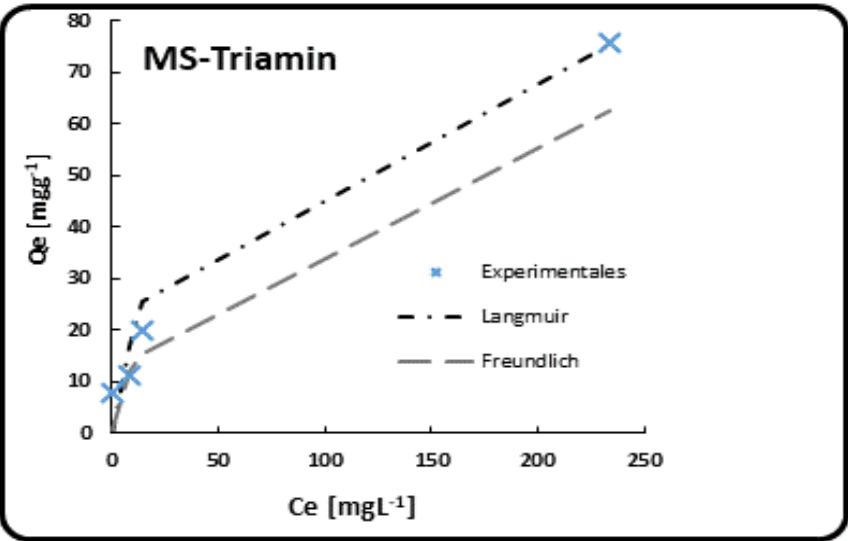
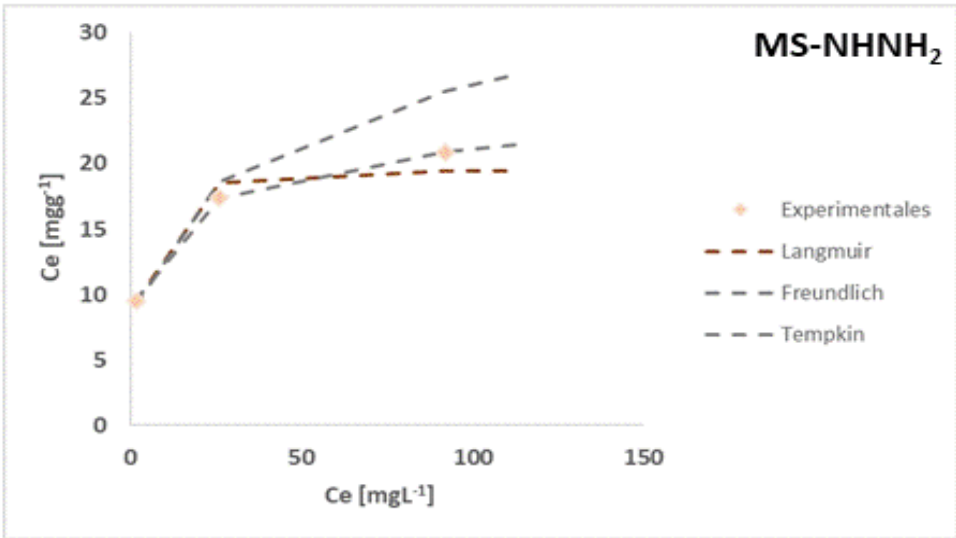
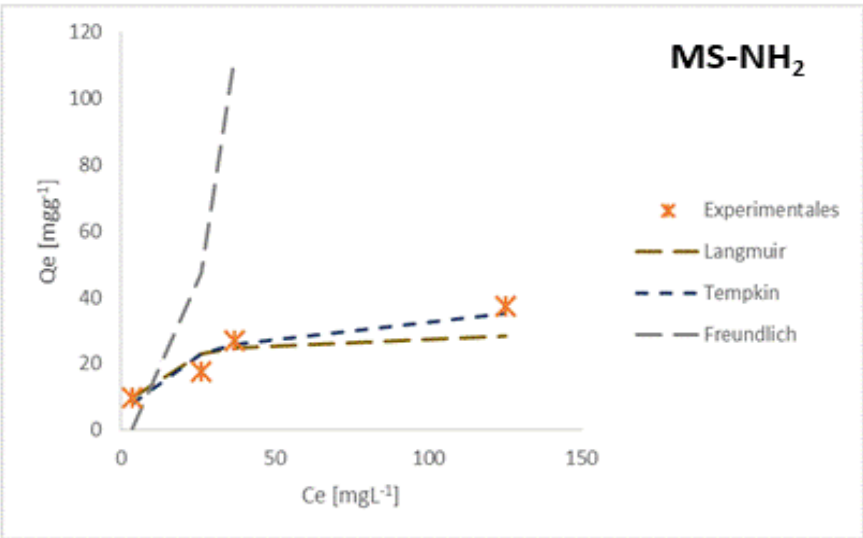
MS-Urea



Estudios de Adsorción de Ag(I)



Estudios de Adsorción de Ag(I)



Modelo	Parámetros	Material			
		MS-Triamin	MS-NHNH ₂	MS-NH ₂	MS-Urea
Langmuir	Q ₀ [mgg ⁻¹]	86.21	19.76	30.12	34.84
	K _L [L mg ⁻¹]	0.0299	0.588	0.122	0.122
	R ²	0.9563	0.9869	0.9242	0.9242
	ΔG [KJmol ⁻¹]	-1.26	-7.91	-33.47	-24.45
Freundlich	K _F [(mg/g)/(mg/L)] ^{1/n}	4.17	8.216	0.0167	0.107
	1/n	0.497	0.2504	2.439	0.669
	R ²	0.8705	0.8761	0.9615	0.9689
Temkin	b [KJ mol ⁻¹]	0.127	0.816	0.288	0.385
	A [L g ⁻¹]	0.207	19.51	0.699	0.0415
	R ²	0.9993	0.999	0.9124	0.9919

Conclusiones

- ✓ *Se sintetizaron y caracterizaron fisicoquímicamente los materiales híbridos mesoporosos de sílice, funcionalizados con grupos propilamino (MS-NH₂), dietileno amino (MS-NH₂NH₂), propilurea (MS-Urea) y trietilen triamino (MS-Triamin), así como su modificación con magnetita.*
- ✓ *Dichos materiales fueron obtenidos a partir de precursores de bajo costo y se evaluó su capacidad de adsorción de plata en sistemas acuosos. Los datos experimentales, fueron estudiados mediante el modelo de adsorción de Langmuir, observándose en todos los materiales una adsorción de la plata favorable con capacidades de carga de 86.2, 30.1, 29.1 y 19.8 mgg⁻¹, para la MS-Triamin, MS-NH₂, MS-Urea y MSNHNH₂ respectivamente.*
- ✓ *La cinética de adsorción de los materiales fue evaluado por los modelos cinéticos de primer y segundo pseudo orden, observándose en todos los casos una mejor ajuste de los datos experimentales al modelo de pseudo segundo orden. Adicionalmente, estudio de los datos experimentales a los modelos cinéticos de difusión intra-particular y difusión externa, sugirieron que en todos los casos el mecanismo de adsorción de la plata se limita por ambos procesos de difusión.*



Agradecimientos



Los autores de este trabajo, desean agradecer a la Universidad de Guanajuato por el apoyo económico otorgado al proyecto titulado “Recuperación de plata de efluentes de cianuración con materiales mesoporosos modificados con Fe_3O_4 de bajo costo” y a Q. Daniela Moncada por su apoyo en la caracterización de los materiales utilizados en este trabajo.



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCONIMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)