

Marcelino García Ramírez¹, Dr. Felipe Legorreta García¹, Dr. Juan Hernández Ávila¹, Dr. Eleazar Salinas Rodríguez¹, Dr. Francisco Raúl Barrientos Hernández¹, Raúl Camargo Hernández, Mariana Arenas Reyes².

¹ Área Académica de Ciencias de la Tierra y Materiales. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Carretera Pachuca-Tulancingo Km. 4.5, C.P. 42184 Pachuca, Hidalgo, México. Tel. y Fax: (01 771)7172-000 ext. 2501.

² Área Académica de Biología. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Carretera Pachuca-Tulancingo Km. 4.5, C.P. 42184 Pachuca, Hidalgo, México. Tel. y Fax: (01 771)7172-000 ext. 6602

RESUMEN

Las zeolitas son aluminosilicatos hidratados con gran abundancia en México, se ha puesto gran interés en el uso en la agricultura debido a su gran capacidad de intercambio catiónico, ya que libera los nutrientes en solución dejándolos disponibles para la planta. Las zeolitas tiene una gran afinidad de adsorber el ion NH₄⁺, el cual es una fuente de nutriente para las plantas. En este trabajo se estudió la capacidad de intercambio catiónico de NH₄⁺ en una zeolita de origen natural procedente del estado de Veracruz. La muestra fue colectada en la región de Huayacotla, se preparó mecánicamente, se caracterizó mediante las técnicas de DRX, FTIR, MEB&EDX. La variable a estudiar fue la temperatura, para conocer el comportamiento de adsorción se aplicó la isoterma de Langmuir. Los resultados obtenidos en la caracterización muestran que dicha zeolita es de la variedad heulandita, el incremento de temperatura no es un factor que mejore la CIC, el ajuste de la isoterma de Langmuir tiene una correlación por encima del 94% ya que nos indica que se forma una monocapa en la superficie del material.

INTRODUCCIÓN

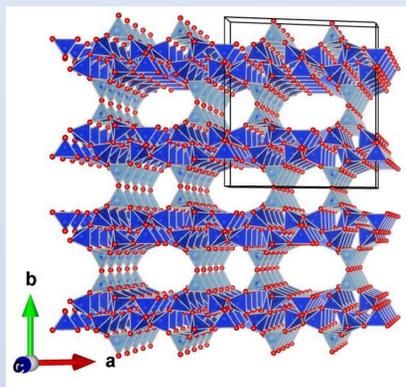


Figura 1 Estructura de la serie heulandita-clinoptilolita

Tabla 1 PROPIEDADES	
Diámetro de poro	2 - 12 Å
Diámetro de cavidades	6 - 12 Å
Superficie interna	varios cientos de m ² /g
Capacidad de intercambio catiónico	0 a 6.5 meq/g
Capacidad de adsorción	<0.35 cm ³ /g
Estabilidad térmica	200-1000°C



a) Mejorador de suelo

APLICACIONES



b) Tratamiento aguas residuales



c) Acuicola (camarón, trucha, etc)

Figura 2. Uso de zeolitas naturales

- Topología de la estructura cristalina
- Tamaño y forma del ion (Polarización)
- Densidad de carga de la estructura aniónica
- Carga iónica
- Concentración de la solución

CIC

RESULTADOS

ESPECTROSCOPIA INTRARROJA (FTIR)

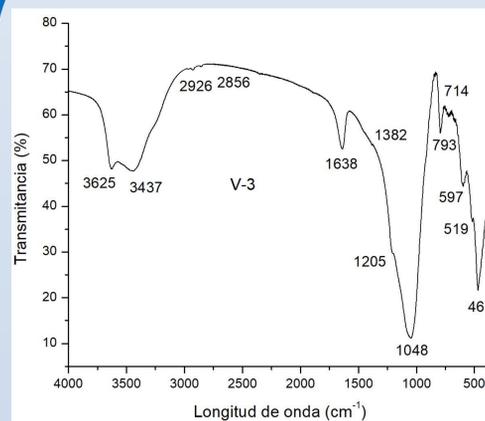


Figura 4 Espectro infrarrojo en el rango de 4000 – 400 cm⁻¹

Tabla 3 Bandas características de la Heulandita		
Modo de Vibración	Heulandita (cm ⁻¹)	Muestra V-3 (cm ⁻¹)
Tensión simétrica (Al-Al-OH)	3620-3500	3625
Sobretono (H-O-H)	2920	2926
Tensión (H-O-H)	1640	1638
Tensión asimétrica [O-Si(Al)-O]	1000-1070	1048
Tensión tetraedros [O-Si(Al)-O]	790 y 720	793
Libración	590	597
Flexión [O-Si(Al)-O]	460-440	468

MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO (MEB) Y ESPECTROSCOPIA DE ENERGÍA DISPERSIVA (EDS)

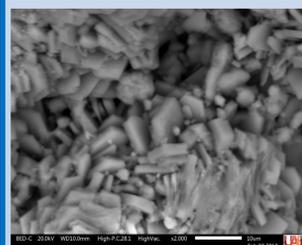


Figura 5 Micrografía de muestra V-3 a 2000X

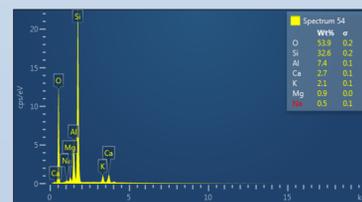


Figura 6 Análisis puntual EDS a muestra V-3

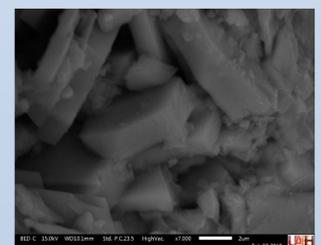
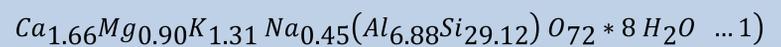


Figura 7 Micrografía de muestra V-3 a 4000X



ISOTERMA (CIC) CON NH₄⁺

Ecuación de Langmuir

$$Q_{ad} = \frac{Q_{sat}C_e}{1 + bC_e} \dots 2)$$

Donde:

- C_e = Concentración del catión en solución en equilibrio
- C_{ads} = Cantidad de catión adsorbido por la zeolita
- Q_{sat} = Constante que representa la máxima capacidad de adsorción
- b = Constante relacionada con la energía de adsorción

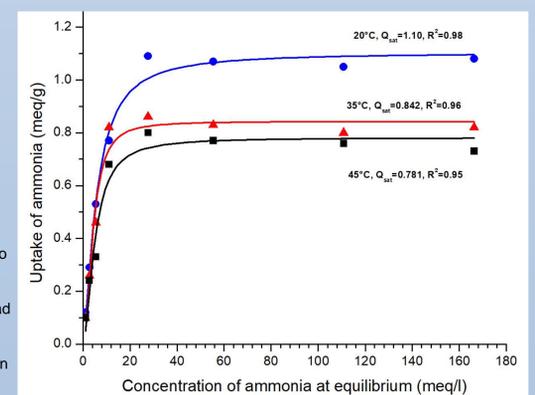


Figura 8 Efecto de la temperatura en el intercambio catiónico

DESARROLLO EXPERIMENTAL

Estudio de campo Muestreo Preparación mecánica Caracterización Pruebas CIC NH₄⁺



RESULTADOS

DIFRACCIÓN DE RAYOS X (DRX)

Tabla 2 Especies mineralógicas		
Mineral	PDF-02	Fórmula
Heulandita (Z)	77-0339	Ca _{4.48} Al _{8.96} Si _{27.04} O ₇₂ · 24.5H ₂ O
Sanidina (S)	80-2107	K(AlSi ₃ O ₈)
Cristobalita (C)	76-0939	SiO ₂
Illita (I)	70-3754	K(Al ₄ Si ₂ O ₉)(OH) ₃
Moscovita (M)	80-0743	K _{0.82} Na _{0.18} (Fe _{0.03} Al _{1.97})(AlSi ₃)O ₁₀ (OH) ₂

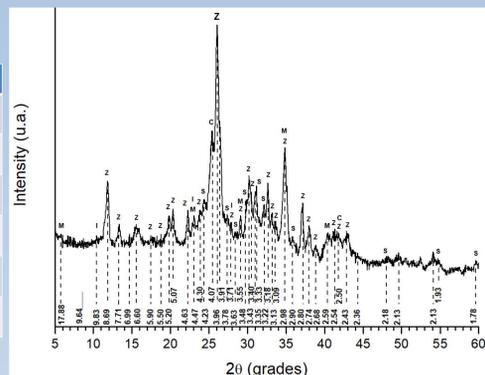


Figura 3 Difractograma de muestra V-3

CONCLUSIONES

- La caracterización de la muestra indica que la zeolita natural es de la variedad Heulandita.
- El incremento de la temperatura en el intercambio catiónico con NH₄⁺ no es significativo.
- La isoterma de Langmuir tiene una correlación mayor al 94%

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- [1] P. Bosch and I. Schifter: La zeolita una piedra que hierve, 2da. Ed., F.C.E., México, D.F., 1997, pp. 5.
- [2] M. Ostrooumov: Soc. Mex. Mineral., 2003, pp. 1-9.
- [3] M.T. Olguín-Gutiérrez: ININ, 2003, pp. 1-21.
- [4] M.M.J. Treacy and J.B. Higgins: Collection of Simulated XRD Powder Patterns for Zeolites, 5th ed. Elsevier, Amsterdam, 2007.
- [5] J. R. Bales: Am. Mineral., 1972, vol. 57, pp. 1463-1493.
- [6] G. Gottardi and E. Galli: Natural Zeolites, Springer, Berlin, Heidelberg, 1985.
- [7] D.L. Bish and J.W. Carey: Natural Zeolites: Occurrence, Properties, Application., Vol. 45, David L. Bish and Doug W. Ming, editor's, MSA, 2001, pp. 403-452.
- [8] G. Crusiani: J. Phys. Chem. of Solids, 2006, vol. 67, pp. 1973-1994.
- [9] T. Armbruster: Am. Mineral., 1993, vol. 78, pp. 260-264.

AGRADECIMIENTOS

Un gran agradecimiento a CONACYT por el financiamiento para el desarrollo del presente trabajo a través del proyecto "Procesamiento de arcillas feldespáticas para la generación de empleos y la producción de alimentos", con número de proyecto 2015-01-333. También al AACTY M por el acceso a los laboratorios para la realización de las pruebas.