

Caracterización de una zeolita del yacimiento el Chorrillo, Camagüey, para su uso en la captura de amonio. Prueba de concepto

Silvio José Martínez Sáez^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-1835-6318>

Alegna Daniela Matamoros Grau¹

Luis Bernardo Ramos Sánchez¹

¹ Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz, Camagüey, Cuba

* Autor para la correspondencia (email) silvio.martinez@reduc.edu.cu

Recibido: 15/1/2019

Aceptado: 3/6/2019

INTRODUCCIÓN

Los iones amonio son un producto tóxico de desecho en el metabolismo de los animales. Algunos lo excretan directamente al medio, mientras que otros lo convierten en urea o ácido úrico para disminuir su toxicidad hasta el momento en que es desechado por el organismo en las heces. Está presente en muchos residuales. En la cría de peces el control de los niveles de amonio es determinante para la vitalidad de los peces (Forrest, 2005).

Por otro lado, La zeolita cargada con N amoniacal se ha utilizado y utiliza para lograr buenos rendimientos de los cultivos. Experimentos con maíz como el reportado por Obregón-Portocarrero *et al.* (2016) donde se prueba que las plantas con aplicaciones de zeolita fueron más eficientes en el uso del N amoniacal son comunes.

A partir del desarrollo logrado con el estudio de los materiales porosos en todo el mundo, tales como zeolitas naturales y carbones activados, se han estudiado sus usos y propiedades, así como las tecnologías que fundamentan el empleo de alternativas tecnológicas viables para dar solución a los problemas de contaminación (Rodríguez *et al.*, 2018) en aguas residuales.

La Empresa Geominera de Camagüey es proveedora de la zeolita clinoptilolita procedente del yacimiento San José del Chorrillo, en el municipio Najasa, de la misma provincia cubana. Con el objetivo de su caracterización para posible uso en la captura de amonio, se utilizó una muestra compuesta representativa de zeolita extraída de dicho Yacimiento.

DESARROLLO

Mediante el tamizado se crearon tres grupos con diámetros promedio de 0,75; 1,75; y 3,25 mm (de acuerdo al juego de tamices usado). Para las pruebas de equilibrio se utilizó un diseño multifactorial teniendo en cuenta: dos formas o tipos de la zeolita -Natural (Nat) o Incinerada (Inc) a 500 °C-; los tres diámetros (ya declarados al inicio) y cinco concentraciones de amonio (20, 50, 100, 150 y 200 mg/L). La concentración de amonio antes y después de los tratamientos se midió colorimétricamente con el uso del reactivo de Nessler, adaptado de AOAC (1995). Los gráficos y el tratamiento matemático se hicieron con el apoyo de MS Excel® y el programa MATLAB®. A continuación, los resultados del análisis de regresión.

Tabla 1. Resultados del análisis de regresión. Capacidad de retención como variable dependiente

	Coefficientes	Error típico	Probabilidad
Intercepto	3,9027	0,3552	< 0,001
Tipo (1 - Nat; 2 - Inc)	-0,7134	0,1610	< 0,001
Diámetro	-0,8737	0,0782	< 0,001
Concentración.	0,0272	0,0012	< 0,001

El signo de los coeficientes denota que, como era de esperar, hay mayor retención en las soluciones más concentradas y la mejor la logran las de menores diámetros de partícula.

Se aprecia que no es recomendable incinerar la zeolita, lo que hace pensar que el intercambio predomina sobre la adsorción, pues la incineración debe mejorar (activar) esta última al eliminar la materia orgánica presente en los poros.

La **Fig. 1** muestra el comportamiento de las dos formas de presentación de la zeolita- Natural y Sódica (por inmersión en solución al 3 % de NaCl por 72 h) y los dos menores diámetros (de mejor capacidad, de acuerdo con el resultado expuesto en el párrafo anterior) en contacto hasta saturación con solución de 200 mg/L de amonio. Para este experimento, se desechó el mayor de los diámetros por considerarse no necesario aquí.

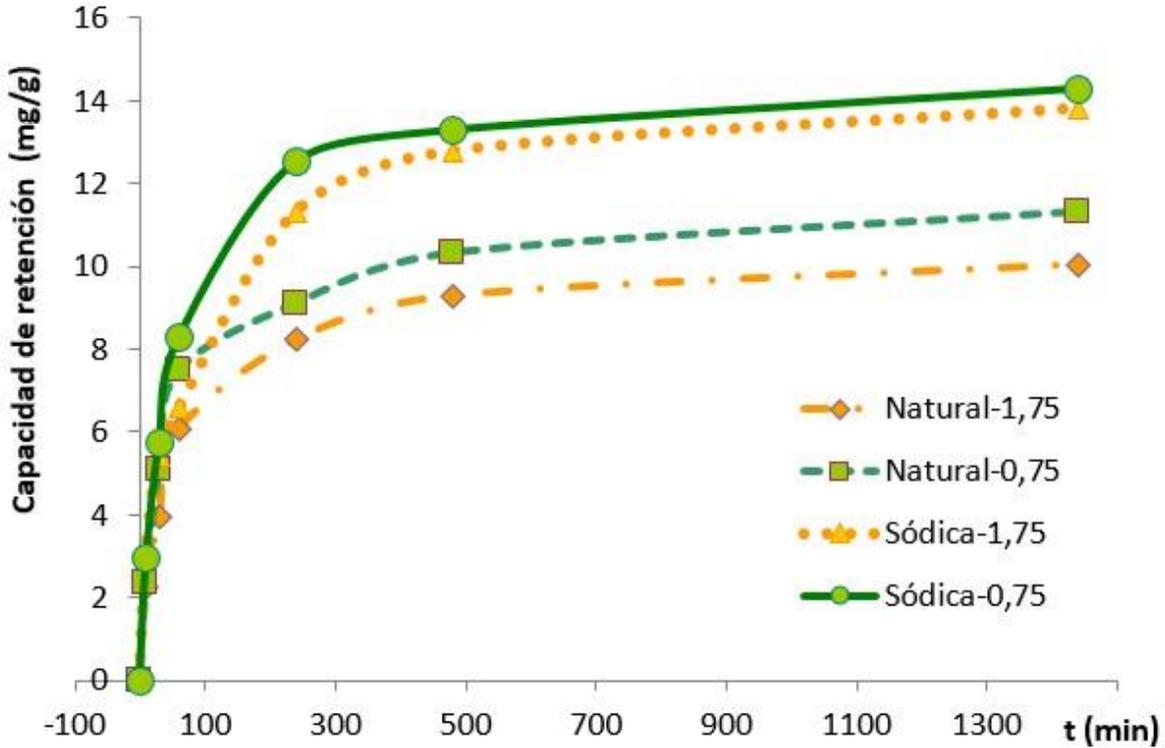


Fig. 1. Dinámica de la capacidad de retención de amonio por g de zeolita en dos formas de presentación (Natural y Sódica) y dos diámetros promedio.

Para ambos tamaños de partícula la zeolita sódica es superior ($P < 0,05$) a la natural en cuanto a su capacidad de retención, lo que, además, permite su posible recuperación después de haber sido usada, mediante la recarga por inmersión en solución de NaCl, práctica común con los intercambiadores.

La caracterización termodinámica se hizo mediante el mejor ajuste de los datos a los modelos no lineales de Lagmuir y Freundlich, similar a lo hecho por Chuan-Hsia y Kwang (2001).

Lagmuir

$$q_{(e)} = q_{\text{Máx}} \frac{kC_e}{1 + kC_e}$$

Freundlich

$$q_{(e)} = k_F C_e^{1/n}$$

Donde $q(e)$ es la cantidad absorbida y C_e la concentración. Q_{max} , k , k_f y n son parámetros de los modelos

La **Tabla 2** muestra el resultado del ajuste de cada una de las ecuaciones.

Tabla 2. Resultados del ajuste por mínimos cuadrados a las ecuaciones de Lagmuir y Freundlich

Modelo	Parámetro	Nat-Na-0,5-1	Nat-0,5-1
--------	-----------	--------------	-----------

Caracterización de una zeolita del yacimiento el Chorrillo, Camagüey, para su uso en la captura de amonio. Prueba de concepto

Langmuir	qmáx	14,2478	12,4790
Langmuir	k	0,0065	0,0058
Langmuir	Error	0,0312	0,0259
Freundlich	kf	1,5703	1,5246
Freundlich	n	0,2846	0,2136
Freundlich	Error	0,0684	0,0554

El modelo de Langmuir fue el que mejor representó el proceso de retención (menor error). Los parámetros obtenidos son comparables a los reportados por la literatura para otras zeolitas (Chuan-Hsia y Kwang, 2001; Milovanovic *et al.*, 2013; Kalil *et al.*, 2018). La capacidad estuvo entre 12 y 14 mg de amonio capturado por g de zeolita y esto la faculta para su posible uso en tareas como la descontaminación de residuales de la producción animal y/o la incorporación al suelo después de cargada.

REFERENCIAS

- AOAC (1995) *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Arlington, Virginia: AOAC International.
- Chuan-Hsia L. y Kwang V. (2001) Ammonia removal from composting leachate using zeolite. I. Characterization of the zeolite. *Journal of Environmental Science and Health*, 36(9), 1671-1688.
- Forrest, E. (2005). Ammonia in estuaries and effect on fish. *Journal of Fish Biology*, 67(1), 1495-1513. Recuperado el 6 de junio de 2019, de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1095-8649.2005.00930>.
- Khalil, A y Sergeevich, N. y Belousova, V. (2018). *Removal of ammonium from fish farms by biochar obtained from rice straw: Isotherm and kinetic studies for ammonium adsorption*. *Adsorption Science y Technology*. Recuperado el 6 de junio de 2019, de https://www.researchgate.net/publication/324478343_Removal_of_ammonium_from_fish_farms_by_biochar_obtained_from_rice_straw_Isotherm_and_kinetic_studies_for_ammonium_adsorption.
- Milovanovic, J., Rakic, V., Simić, A., Alibegovic, S. G., Krogstad, T. y Rajic, R. (2013). *Zeolite as a binding agent for ammonia ions and as a soil additive. part 1 ammonia adsorption by mhe zeolite*. Proceedings of the 5th Serbian-Croatian-Slovenian Symposium on Zeolites. Recuperado el 22 de julio de 2019 de https://www.researchgate.net/publication/260882472_zeolite_as_a_binding_agent_for_ammonia_ions_and_as_a_soil_additive_part_1_amonnia_adsorption_by_the_zeolite/link/02e7e5329821432faf000000/download.
- Obregón-Portocarrero, N., Díaz-Ortiz, J. E., Daza-Torres, M. C. y Aristizabal-Rodríguez, H. F. (2016). Efecto de la aplicación de zeolita en la recuperación de nitrógeno y el rendimiento de maíz. *Acta Agron.*, 65(1), 24-30.
- Rodríguez, M.; Guerrero, M., y Vázquez, A. (2018). *La zeolita en la descontaminación de aguas residuales*. Recuperado el 23 de junio de 2019, de https://www.researchgate.net/publication/328052604_la_zeolita_en_la_descontaminacion_de_aguas_residuales.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de interese.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

La participación de los autores fue la siguiente: Concepción y diseño de la investigación: SJMS, ADMAG, análisis e interpretación de los datos: LBRS, SJMS, redacción del artículo: SJMS