

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LA ZEOLITA NATURAL CUBANA SOBRE LAS PROPIEDADES DE SUELOS SALINIZADOS

A. González-Abreu, G. Rodríguez*, A. Renda, C. Bécquer*, A. Ramírez y M. Mesa*

Instituto de Investigaciones Forestales y Centro Nacional de Investigaciones Científicas, Ciudad de La Habana, Cuba*

Recibido: 22 de febrero de 1987

ABSTRACT. A study of natural cuban zeolite on the properties of saline soils showed that the interaction of natural and modified zeolite (clinoptilolite CMC-T) with two saline soils of different genetic origin in both cases is clear. Natural and modified zeolites were used and their influence was evaluated by chemical and physical changes of soils. Special attention was given to extract Na^+ ions. Obtained data are discussed and recommendations for a future work are given.

RESUMEN. En el presente trabajo se muestran los resultados obtenidos al estudiar la interacción de la zeolita (clinoptilolita CMC-T) natural y modificada con los suelos salinos de origen genético diferente. En ambos casos se utilizó la zeolita natural y modificada y se evaluó su influencia sobre las variaciones químicas y físicas de los suelos, especialmente su capacidad para extraer ion Na^+ . Se discuten los datos obtenidos y se ofrecen recomendaciones para trabajos futuros.

INTRODUCCION

En los últimos años, el empleo de las zeolitas como agentes enmendantes de los suelos ha ido aumentando progresivamente.^{1,2} Este material ha encontrado varias aplicaciones como son: la regulación de los regímenes de acidez y humedad de los suelos, el aumento de la fertilidad de éstos y la eficiencia de los abonos añadidos, además de la eliminación de sustancias indeseables que ejercen efectos tóxicos de diversas índoles sobre las plantas.³

No obstante, la información que se brinda en los trabajos publicados es poco esclarecedora en cuanto a las interacciones que pueden tener lugar entre diferentes tipos de suelos y este material enmendante, el cual posee además de una alta capacidad de intercambio iónico, otras muchas propiedades que pueden ser muy favorables para el mejoramiento de los suelos y el desarrollo de las plantas.

En una comunicación anterior, se dieron a conocer los resultados preliminares obtenidos al tratar un suelo salino de la provincia de Guantánamo con clinoptilolita en estado natural y modificada con amonio.⁴

Los resultados obtenidos en este trabajo revelaron de forma bastante evidente, la posibilidad de extraer cantidades considerables del ion Na^+ , adicionando diferentes dosis de zeolita al suelo.

En el presente trabajo se estudia la interacción de la zeolita con los suelos salinos tomados en las regiones de Guantánamo y Las Tunas, de origen genético oscuro plástico y ferralítico pardo rojizo respectivamente,⁵ los cuales han sufrido un intenso proceso de salinización, en el primer caso por la influencia del manto freático fundamentalmente⁶ y en el segundo por la acción de la intrusión marina, lo que ha ido creando fajas de suelos con altos contenidos de sales.

MATERIALES Y METODOS

Las muestras de suelo se tomaron en lugares seleccionados al azar a una profundidad de 0 a 20 cm en las zonas estudiadas utilizando en cada caso cinco réplicas con las cuales se preparó posteriormente una muestra compleja para ser sometida al análisis químico.

En todos los casos se determinó pH, conductividad (mmho/cm), contenidos de aniones, cationes y sales solubles totales en extractos acuosos realizados según las técnicas analíticas correspondientes.⁷

Una vez homogeneizado el suelo, éste fue tratado con zeolita natural del Yacimiento Tasajeras (clinoptilolita CMC-T) y con este mineral modificado con amonio mediante intercambio iónico. El tamaño de partícula empleado fue de 2 mm y los niveles aplicados variaron entre un 5 y un 15 % en relación a la masa de suelo. En cada caso se evaluó un control sin adición alguna de enmendante.

La interacción suelo-zeolita fue estudiada, complementariamente, mediante análisis térmico diferencial y difracción de rayos X, para detectar si se produce alguna variación sustancial en las propiedades mineralógicas de los suelos estudiados.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla I se muestran los índices químicos determinados en los extractos acuosos de los suelos estudiados.

Los datos de la Tabla I demuestran que en el horizonte superior de estos suelos la acumulación de sales es mayor en el caso de las zonas de Las Tunas, alcanzando el sodio valores de hasta 36,3 meq/100 g y el cloruro hasta 40,6 meq/100 g de suelo. Consecuentemente, el contenido de sales solubles totales en este suelo es mucho mayor que en el de Guantánamo, así como la conductividad eléctrica que aumenta hasta 9,9 mmho/cm. El contenido de los iones SO_4^{2-} y Cl^- en esta región es mayor también pero la relación

Cl⁻/SO₄²⁻ es 2,71 en la zona de Guantánamo y 6,34 en la de Las Tunas respectivamente, lo que indica que la naturaleza de la salinidad es más claramente del tipo cloruro-sulfática en esta última región. Esto resulta lógico si se tiene en cuenta el proceso de intrusión marina que tiene lugar en estos suelos del país.

Con el objetivo de investigar la posible influencia positiva de la zeolita natural y modificada como agente mejorador del contenido de cationes, específicamente el sodio, en estos suelos, muestras de ambas localidades fueron tratadas con este material. Los resultados del análisis químico efectuado después de 24 h de interacción suelo-zeolita se muestran en la Tabla II

TABLA I
Indices químicos de los suelos investigados

zona	profundidad (cm)	pH 1:5	conductividad mmohm/cm	contenido de iones (meq/100g de suelo)							sales solubles totales (%)
				Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ H ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	
Guantánamo	0 a 20	7,40	1,40	12,20	4,50	1,25	0,23	0,17	8,47	0,04	4,85
Las Tunas	0 a 20	7,20	9,90	40,60	6,40	1,00	7,05	1,81	6,34	0,13	34,10

TABLA II
Contenido de cationes de los suelos tratados con zeolita natural y modificada después de 24 h

Zona	nivel y tipo de zeolita (%)	contenido de cationes (meq/100g de suelo)				
		Na ⁺	Ca ⁺	Mg ²⁺	K ⁺	
Guantánamo	5	8,45	0,27	0,17	0,04	
	ZN	10	7,88	0,25	0,19	0,03
		15	7,08	0,32	0,20	0,03
		5	7,23	0,35	0,15	0,04
	ZM	10	6,52	0,24	0,13	0,03
		15	4,62	0,36	0,18	0,04
Las Tunas		5	25,27	7,07	1,92	0,13
	ZN	10	34,75	7,11	1,82	0,13
		15	30,21	6,96	1,75	0,12
		5	32,10	6,92	1,78	0,14
	ZM	10	27,91	6,48	1,72	0,13
		15	25,25	6,46	1,89	0,12

ZN zeolita natural

ZM zeolita modificada

Los datos de la Tabla II demuestran que a las 24 h de interacción en los suelos tratados con zeolita natural no se observó tan claramente el proceso de eliminación de sodio soluble en agua aunque existe una tendencia, si bien no tan definida a disminuir, especialmente en el suelo perteneciente a la región de Guantánamo. En el caso de la zeolita modificada sí se observa claramente este fenómeno obteniéndose en el suelo de Guantánamo una disminución de hasta un 54 % del sodio extraído en agua, mientras que en Las Tunas este valor alcanza hasta un 69 % para los niveles de

15 % de zeolita añadida. Estos resultados coinciden de forma similar a los obtenidos paralelamente por otros investigadores en la URSS. Con relación a los otros cationes no se observa esta regularidad tan definida excepto una tendencia a la disminución de Ca²⁺ en el suelo de Las Tunas. Este proceso, aunque es posible termodinámicamente debido a la selectividad iónica de la clinoptilolita, debe ser investigado en mayor grado a fin de definir si la zeolita es capaz de extraer Ca²⁺ del complejo absorbente del suelo, una vez que haya aumentado su retención de otro catión. En los contenidos de aniones no se observaron variaciones de consideración, así como tampoco en el pH y la conductividad eléctrica.

Al estudiar este proceso hasta una semana de interacción se pudo observar que la disminución del sodio soluble puede alcanzar un valor que no sobrepase el alcanzado a las 24 h, lo que parece indicar que el equilibrio del intercambio iónico queda prácticamente establecido a las 24 h. No obstante, es recomendable seguir el comportamiento del sistema durante períodos más prolongados para comprobar si se produce o no una distribución iónica diferente.

Para evaluar si se presentan o no cambios en la composición mineralógica de estos suelos, por adición de un aluminosilicato como lo es la zeolita, se evaluó el efecto que ésta pudiera ejercer en el suelo, mediante análisis térmico diferencial y difracción de rayos X.

Al evaluar los termogramas obtenidos se observa que la zeolita añadida no ejerce influencia alguna, ni siquiera en las mayores concentraciones sobre la composición original del suelo. Es válido destacar solamente, que mediante ATD se pudo observar un cambio en la capacidad de retención de agua de los suelos, lo que fue evaluado por el endoefecto correspondiente que aparece alrededor de los 120 °C.

En las figuras de la 1 a la 4 se muestran los termogramas y los difractómetros obtenidos. En los gráficos de ATD (Figuras 1 y 2) se observa que en el suelo al que se ha añadido zeolita (suelo salino de Guantánamo) el endoefecto que aparece alrededor de 120 °C representa un aumento de 2 mg más de agua por cada 300 mg de muestra, es decir 6,6 mg de H₂O/100 g de suelo aproximadamente lo que indica un efecto favorable de la zeolita sobre la capacidad del suelo para retener humedad. En cuanto a los difractogramas obtenidos (Figuras 3 y 4) se puede constatar que la adición de zeolita no varía las propiedades de los minerales que predominan en los suelos estudiados.

En los gráficos se muestra como ejemplo el suelo de Guanahacabibes tratado con zeolita modificada a un nivel del 15 %. Es interesante destacar que en el suelo tratado con zeolita se observa un reforzamiento del pico que aparece alrededor de los 0,33 nm que

corresponde al cuarzo. Esto se explica por el hecho de que la zeolita natural empleada contiene entre otras impurezas, determinada cantidad de cuarzo cristalino. Además, el pico que debe aparecer alrededor de 0,69 nm correspondiente a la caolinita no aparece en la muestra tratada con zeolita lo que se debe probablemente a efectos de dilución por la zeolita. Sin embargo, los picos más significativos de la clinoptilolita correspondientes a las reflexiones (020) y (132) con distancias interplanares de 0,88 nm y 0,39 nm no aparecen en el difractograma que se presenta en la figura 4, a pesar de que el porcentaje de zeolita añadida es considerable (~ 15 %) y lo que pudiera explicarse debido a una pérdida de cristalización en la zeolita al interactuar con el suelo.

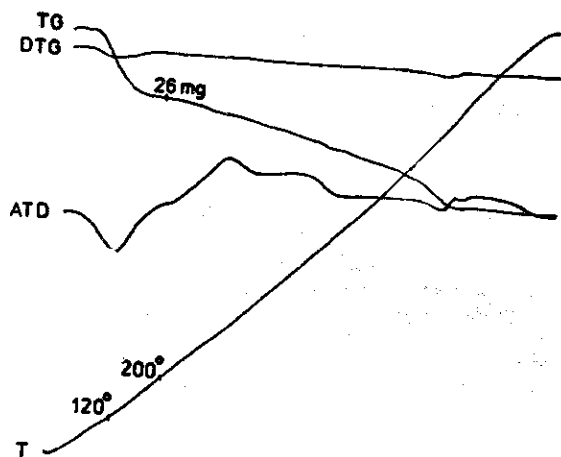


Fig. 1. Curvas de análisis termogravimétrico de suelo sin adición de zeolita

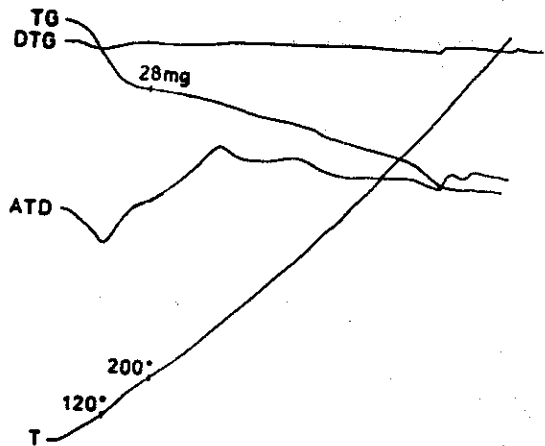


Fig. 2. Curvas de análisis termogravimétrico del suelo con adición de zeolita (15 %)

CONCLUSIONES

La adición de zeolita a los suelos salinos estudiados influye de forma favorable en la eliminación, en parte, del sodio soluble en agua.

Las restantes propiedades químicas del suelo, tales como por conductividad eléctrica y contenido de cationes y aniones solubles en agua que no son afectados de forma considerable por la adición del enmendante, si bien es cierto que ese aspecto debe ser investigado más intensamente.

La composición mineralógica fundamental del suelo no se altera de forma detectable por adición de zeolita modificada o sin modificar, excepto en el grado de retención de agua, lo cual representa un cambio favorable en las propiedades de los suelos.

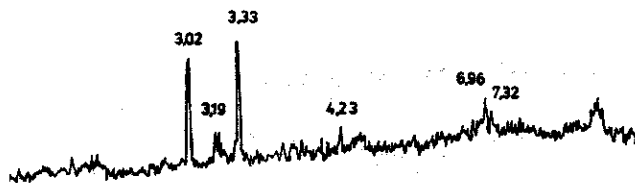


Fig. 3. Difractogramas del suelo sin adición de zeolita

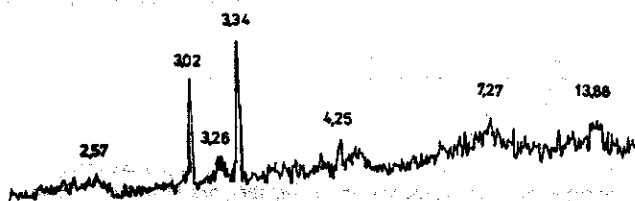


Fig. 4. Difractogramas del suelo con adición de zeolita (15 %)

RECOMENDACIONES

Realizar estudios más detallados y a mayores tiempos para verificar algún posible efecto colateral del enmendante zeolítico sobre las propiedades de los suelos.

Realizar estudios a nivel de maceta con especies forestales, sembradas en suelos alterados tratados con diferentes niveles de zeolita.

BIBLIOGRAFIA

- Mumpton F.A. Natural zeolites, occurrence, properties, uses: 3, 1978.
- Babarick E.A. and Pirela H.J. Zeo-Agriculture Ed. by W.G. Pond Westview Boulder, Colorado, 93, 1984.
- Weber M.A., Babarick K.A. and Westfall D.G. Application of clinoptilolite to soil amended with municipal sewage sludge. Reprint from: Zeo-Agriculture. Use of natural zeolites in Agriculture and aquaculture. Ed. by W.G. Pond and F.A. Mumpton/Boulder Colorado, 263, 1984.
- Rodríguez G., González-Abreu A. y Bécquer C. Revista CENIC Ciencias Químicas, 17, 1986.
- Instituto de Suelos, ACC. Clasificación genética de los suelos de cuba. Ed. Academia de Ciencias de Cuba, 1979.
- Ortega F., Martínez M. y Herrera L.M. Revista Ciencias de la Agricultura 12, 63, 1982.
- Prácticas de edafología, 203 Editorial MIR, Moscú, 1984.
- Andronikashvili T.G. Instituto de Física-Química de la Academia de Ciencias de Georgia, 1986 (comunicación personal).