

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE NEUTRALIZACIÓN DE ÁCIDOS DE SUELOS AGRÍCOLAS DEL ESTADO DE HIDALGO

Andrea Téllez Chávez^a, Carlos Alexander Lucho Constantino^b, Silvia Montiel Palma^b, Gabriela Alejandra Vázquez Rodríguez^b, Claudia Coronel Olivares^b, Rosa Icela Beltrán Hernández^b

^a Carrera de Biotecnología, Universidad Politécnica de Pachuca, Carretera Pachuca - Cd. Sahagún km 20 Ex-Hacienda de Santa Bárbara, Zempoala Hidalgo, CP 43830, MÉXICO

^b Áreas Académicas de Química e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Carretera Pachuca-Tulancingo km 4.5, Pachuca, Hidalgo, CP 42184, MÉXICO. icelabeltran@gmail.com

Resumen

Debido a la frecuencia de la acidificación y la gravedad de sus consecuencias, es necesario determinar la capacidad que tienen los suelos para neutralizar los aportes ácidos que reciben, y tomar medidas para que no se rebase esa capacidad. Por ello, en este trabajo evaluamos la capacidad de neutralización de ácidos (CNA) de suelos del estado de Hidalgo, que además de la acidificación que producen los fertilizantes nitrogenados, también reciben emisiones ácidas provenientes de diversas industrias. Los resultados mostraron que aún no se rebasa la CNA de los suelos estudiados, no obstante, los suelos de Tula, Tepeji, Tlaxcoapan y Pachuca mostraron una sensibilidad importante a la acidez. Lo anterior hace necesario aplicar medidas correctivas en estos suelos y también proporciona argumentos para establecer cargas críticas de acidez que protejan a los receptores más sensibles.

Introducción

La acidificación es una de las formas de degradación química de los suelos, que si bien es cierto que ocurre de forma natural, también puede acelerarse por diversas causas antropogénicas como la adición de fertilizantes nitrogenados, deposiciones ácidas y deforestación, por mencionar algunas [1]. La capacidad de neutralización de ácidos (CNA) es una herramienta metodológica para determinar el potencial de un suelo para lidiar con los aportes ácidos que recibe, y también proporciona una idea acerca de los mecanismos por los cuales realiza la neutralización de dichos ácidos [2]. La CNA se define como la cantidad de ácido necesaria para modificar el pH de un suelo hasta un valor determinado [2]. El valor de pH que se fija como el límite mínimo; depende del tipo de suelo que se trate, del cultivo en cuestión y de otros factores que son importantes para cada estudio. En este trabajo nos enfocamos en el estudio de la CNA de siete suelos agrícolas, seis de ellos receptores de las deposiciones provenientes del Parque Industrial de Atitalaquia (PIASA) ubicado en el estado de Hidalgo.

Metodología

Para la realización de este estudio seleccionamos siete suelos agrícolas, seis de ellos se encuentran en los municipios: Tepeji, Progreso, Tula, Bomintzha, Tlaxcoapan y Atitalaquia (Figura 1), todos ellos cerca (2 – 13 km) del Parque Industrial de Atitalaquia (PIASA), de manera que estos suelos reciben aportes ácidos provenientes de los fertilizantes y de las emisiones ácidas provenientes de las empresas del PIASA. Además, dos de estos suelos son regados con aguas residuales: Tula y Atitalaquia, tres son temporal: Tepeji, Progreso y Tlaxcoapan, y el último: Bomintzha, no se ha cultivado desde hace varios años. El séptimo suelo se encuentra en Pachuca, a 42 km del PIASA y es de temporal. Los suelos se caracterizaron de acuerdo a la NOM- 021-SEMARNAT-2000 [3] en términos de humedad, pH, textura, intercambio catiónico (CIC), acidez de cambio, materia orgánica, Ca, Mg, Na y K intercambiables. Posteriormente, se realizaron las curvas de titulación de acuerdo a la metodología propuesta por Hartikainen [4]. Se usaron soluciones de KCl y HCl 1mM, con las cuales se formularon 11

combinaciones de manera que se mantuviera constante la fuerza iónica (Tabla 1). Se adicionaron 5 ml de cada combinación HCl-KCl a 5 g de suelo en un frasco con tapa, junto con 45 mL de agua, se agitó la mezcla anterior por 30 minutos, se dejó reposar durante 4 días y finalmente se leyó el pH de las muestras. Cada muestra se analizó por duplicado.

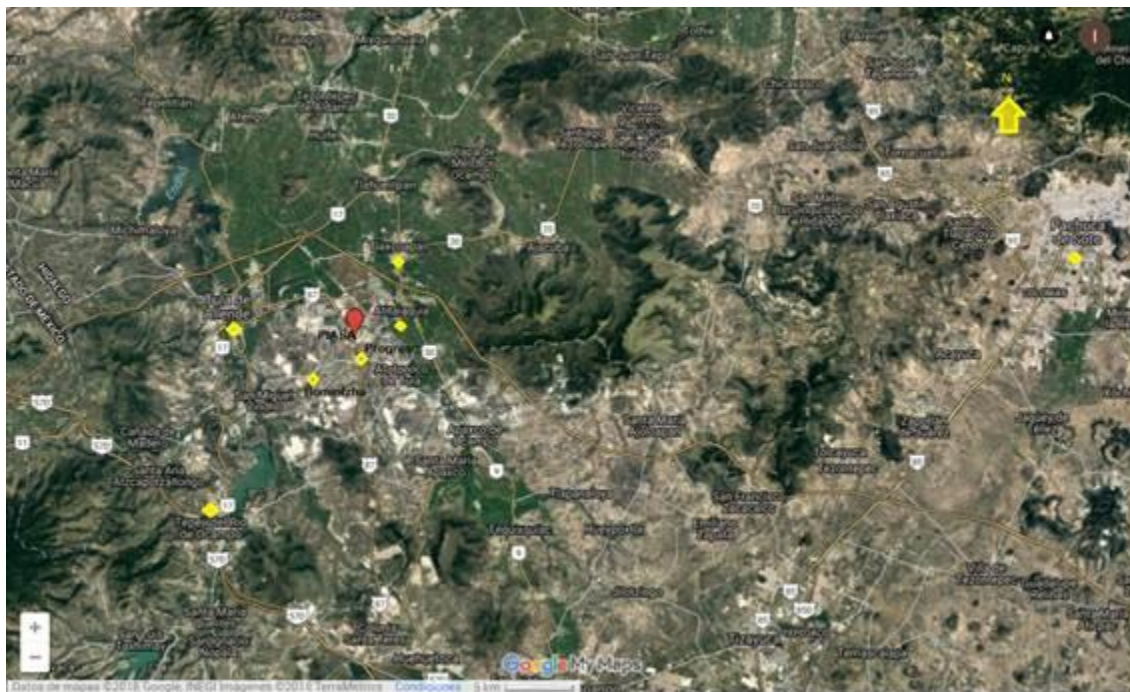


Figura 1.- Ubicación de los sitios de estudio \diamond y del PIASA \circ

Tabla 1. Combinaciones HCl-KCl para realizar las curvas de titulación

Mezcla	HCl	KCl	HCl	KCl	Agua
	(mmol/kg s)		(ml)		
1	0	1000	0.0	5.0	45.0
2	100	900	0.5	4.5	45.0
3	200	800	1.0	4.0	45.0
4	300	700	1.5	3.5	45.0
5	400	600	2.0	3.0	45.0
6	500	500	2.5	2.5	45.0
7	600	400	3.0	2.0	45.0
8	700	300	3.5	1.5	45.0
9	800	200	4.0	1.0	45.0
10	900	100	4.5	0.5	45.0
11	1000	0	5.0	0	45.0

Resultados

En la tabla 1 se puede ver que los suelos presentan valores de $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ (1:2.5) entre neutros y moderadamente alcalinos, esto se debe a la adición de cal que hacen frecuentemente los productores agrícolas en la zona de estudio. Sin embargo, los valores de acidez intercambiable (AI) fueron mayores a

0.5 cmol/L, lo que indica que los cultivos podrían verse afectados por la acidez [5]. El delta pH, que se obtuvo de la diferencia $pH_{KCl} - pH_{H_2O}$, fue menor a cero, lo cual significa que en estos suelos predominan las cargas negativas [5], lo anterior se corroboró con los valores de la CIC. Los suelos de Atitalaquia, Pachuca y Progreso, fueron los que presentaron valores de CIC más bajos, por lo que se beneficiarían de aportes de materia orgánica para mejorar su CIC, entre otras características importantes para la fertilidad y la capacidad para neutralizar ácidos. El resto de los suelos presentó valores medios (Bomintzha y Tlaxcoapan) y altos (Tepeji del Río y Tula).

Tabla 2. Características de los suelos de estudio.

Lugar de estudio	pH (H ₂ O 1:2.5)	pH (KCl 1:2.5)	CIC (cmol+/kg)	AI (cmol/L)
Atitalaquia	7.8	7.1	7.5	2.21
Bomintzha	7.4	7.3	24.4	5.53
Pachuca	7.9	7.3	9.8	8.96
Progreso	7.6	7.1	12.5	4.21
Tepeji del Río	7.6	7.0	31.3	2.27
Tlaxcoapan	7.6	6.9	18.3	4.37
Tula	6.7	6.2	34.1	1.44

CIC: Capacidad de intercambio catiónico

AI: Acidez intercambiable

En este estudio, el criterio para determinar la CNA de los suelos fue la cantidad de ácido necesaria para hacer descender el pH una unidad. Debido a que el pH_{H_2O} de los suelos se encontró entre 6.7 y 7.9, con el descenso de una unidad este parámetro aún se encontraría dentro del intervalo óptimo para los cultivos que se siembran en esos suelos: maíz (5.5 – 7.0), alfalfa (6.5 – 7.5) y avena (5.5 – 7). En la Figura 2 se observa que la CNA de los suelos se comportó en orden decreciente de la siguiente manera: Progreso = Atitalaquia > Bomintzha >> Pachuca ≈ Tlaxcoapan > Tepeji > Tula. En los tres primeros suelos, el intervalo de pH en las curvas de titulación indica que los carbonatos de calcio son el principal mecanismo de neutralización, esto coincide con el predominio de materiales calcáreos en estos suelos, lo que ha hecho posible la producción de cal y cemento en esta zona. Al aceptar un protón, los carbonatos se transforman en bicarbonatos, generalmente de Ca, Mg, Na y K, y por su mayor solubilidad los bicarbonatos se lixivian fácilmente y con ellos se pierden los cationes básicos del suelo. Con el proceso anterior se favorece el predominio de los cationes ácidos, principalmente Al e H. En los últimos cuatro suelos, primero actúan los silicatos (pH: 5.0 – 6.2) para neutralizar los ácidos, después el intercambio catiónico (pH: 4.2 – 5.0), luego el aluminio (pH: 3.8 – 4.2), seguido de hierro y aluminio (pH: 3.0 – 3.8) y finalmente solo el hierro (pH: 2.4 – 3.0). Todos estos procesos provocan la desestabilización de los minerales del suelo con las consecuentes modificaciones que conlleva esto. La menor CNA que presentaron estos suelos se explica en gran parte por los minerales mayoritarios en ellos: tezontle, grava, arena y en menor cantidad carbonatos.

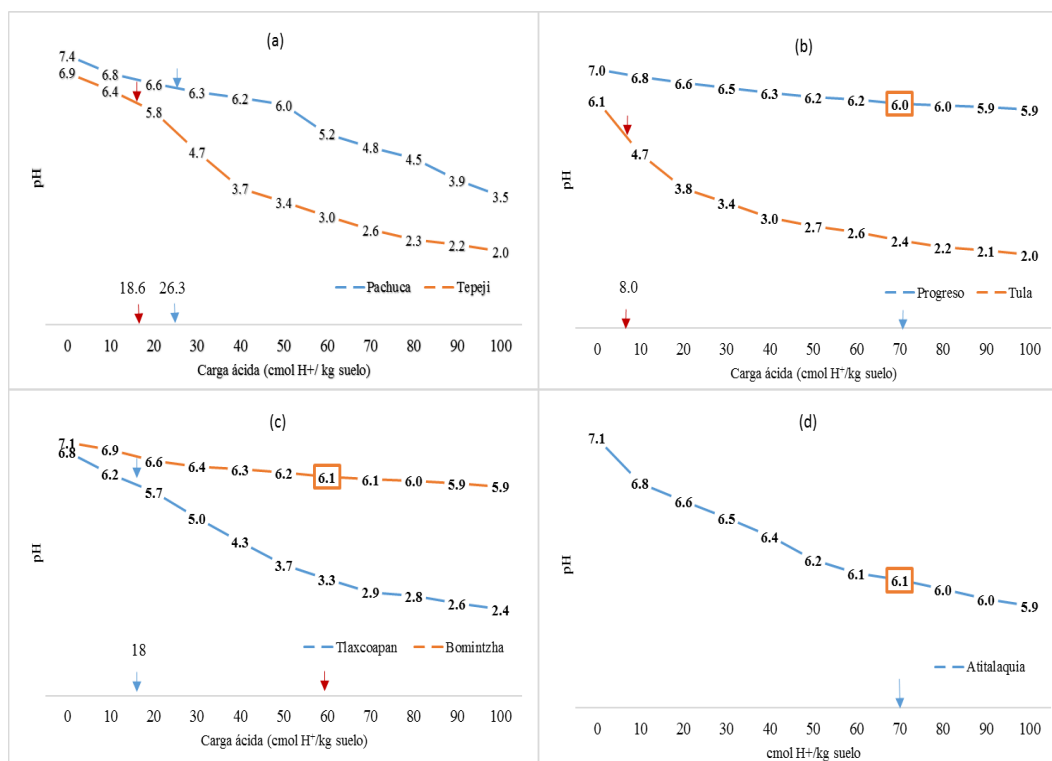


Figura 2.- Curvas de titulación de los suelos de estudio.

Conclusiones

Los suelos de Tula, Tepeji, Tlaxcoapan y Pachuca requieren de medidas de manejo, como encalado y adición de materia orgánica para incrementar su CNA. Los resultados de este estudio también pueden servir como base para determinar las cargas máximas de acidez que pueden recibir los suelos en el estado de Hidalgo, de manera que se proteja a los receptores más sensibles.

Referencias

1. Macías, V. F., Camps, A. M., Rodríguez, L. L., Barreal, M. E. "Cargas críticas de contaminación: un criterio de evaluación de la sensibilidad de la naturaleza para la ordenación de las actividades humanas" En: Reflexiones sobre el medio ambiente en Galicia. Casares-Long, pp. 149-190, 2003.
2. Novoa, M. J. C., García-Rodeja, G. E. "Capacidad de neutralización de ácidos y su relación con las propiedades de suelos de bosque de Galicia", Boletín de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo. 2, 37-48, 1997.
3. Diario Oficial de la Federación. "NOM-021-SEMARNAT-2000 que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis". SEMARNAT, 2000
4. Hartikainen, H. "Acid- and base titration behavior of Finnish mineral soils" *Z. Pflanzenernaehr. Bodenk*, 149, 522-532, 1986.
5. Navarro, G. G., Navarro, G. S. "Química agrícola. Química del suelo y de los nutrientes esenciales para las plantas" Mundi Prensa. Madrid, España. 2013.