



MODIFICACIÓN AL MÉTODO SCHATCHABELL PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS BASES INTERCAMBIABLES EN SUELOS CON SALINIDAD

Modification to the Schatchabell method for the determination of exchangeable bases in salinity soils

Lázara Otero Gómez[✉], Magaly Valdes[†], Marisol Morales Díaz, Fernando Ortega Sastriques, Isabel Vázquez[†] y Zoila Delgado Calzadilla

ABSTRACT. To eliminate the inconvenient that Schatchabell method has with the determination of exchangeable bases in salts affected soils, by the influence of joint extraction of soluble ions and adsorbed base, was studied the possible introduction of a modification that consist in the preview elimination of soluble ions in the self Schatchabell tube with alcohol solutions and after the use of NC 65: 2010 Standard. The results in the samples of 0 to 20 cm shown that 25 % and 50 % ethylic alcohol solutions ameliorated the relations between CEC and BEC of the soils, while in the samples of 0 to 100 cm, these extractions respect to control method (Pfeffer), showed the convenience of the use of 50 % ethylic alcohol solution because the finished results haven't statistic differences with the Pfeffer method.

RESUMEN. Para eliminar el inconveniente que presenta el método Schatchabell para la determinación de las bases intercambiables en suelos afectados por salinidad, dada la influencia de la extracción conjunta de los iones solubles con las bases intercambiables, se estudió la posibilidad de la introducción de una modificación consistente en la eliminación previa de las sales solubles en el propio tubo de percolación Schatchabell con soluciones alcohólicas y la posterior aplicación del Método Schatchabell, estandarizado en la Norma Cubana NC 65: 2010. Los resultados con la aplicación de soluciones etílicas al 25 % y al 50 % en muestras de 0-20 cm, manifestaron la efectividad de ambas soluciones en mejorar las relaciones entre los valores de la CIB y CIC de los suelos, mientras que en muestras de 0-100 cm, la comparación de ambas extracciones contra el método control para suelos con salinidad (Pfeffer), demostró la conveniencia de la utilización de la solución etílica al 50 %, puesto que los resultados finales no difieren estadísticamente con el obtenido por el método Pfeffer.

Key words: analytical methods, salinity

Palabras clave: métodos analíticos, salinidad

INTRODUCCIÓN

Está pronosticado a nivel mundial, que las consecuencias de los cambios climáticos intensifiquen el deterioro ambiental debido, entre otras causas, al calentamiento global, aumento del nivel del mar, mayor ocurrencia y frecuencia de eventos meteorológicos extremos como sequías, huracanes e inundaciones que

provocarán mayor erosión, salinidad, degradación de humedales y áreas bajas costeras, previéndose que las pérdidas económicas por la intensificación de la salinidad sean significativas (1).

La condición de insularidad del territorio cubano lo hace vulnerable a la salinidad en suelos, aguas y aire. Existen evidencias de los impactos negativos que esta ha producido sobre la economía, el medio ambiente y la sociedad, por lo cual en la relación entre las presiones, el estado y la tendencia del componente ambiental y unidad de gestión suelos, se cita a la salinización secundaria o antrópica, dada fundamentalmente por el empleo de aguas de mala calidad para el riego o a la elevación del manto freático salinizado (2).

Entre los efectos que ocasiona la salinidad al entorno, se destaca la afectación de la fertilidad de los suelos, exceso de cationes solubles (principalmente los de sodio),

Dra.C. Lázara Otero Gómez, Investigadora Auxiliar del Departamento de Mejoramiento y Conservación, Instituto de Suelos del MINAG, antigua carretera de Vento, km 8½, Capdevila, Boyeros, La Habana; M.Sc. Marisol Morales Díaz, Investigadora Auxiliar, Instituto de Investigaciones Fundamentales para la Agricultura Tropical (INIFAT); Dr.C. Fernando Ortega Sastriques, Investigador Titular, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de la Habana; Zoila Delgado Calzadilla, Especialista, Instituto de Aeronáutica Civil de Cuba.

✉ programas@minag.cu; bcalero@minag.cu; econosuel@minag.cu; dago@minag.cu

desequilibrio entre los iones adsorbidos y el desbalance de las reacciones ácido-base (2, 3, 4, 5).

El Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI), junto con la Conductividad Eléctrica (CE) determinada o equivalente a la obtenida en el extracto de saturación, constituyen los indicadores globales recomendados en Cuba (6) para la evaluación de la salinidad de los suelos. El PSI representa la saturación sódica de los suelos y es calculado como el porcentaje del sodio intercambiable respecto a la Capacidad de Intercambio de los suelos o CIC (7).

La determinación cuantitativa de los cationes intercambiables, conlleva al desplazamiento conjunto de los cationes adsorbidos al coloide por una sal buferizada. En el caso particular de los suelos afectados por salinidad, si previamente no se eliminan los iones solubles de las muestras, el extraente de las cuatro bases intercambiables fundamentales también lixiviará las sales disueltas, con lo que se sobrestiman los valores del calcio, magnesio y sodio adsorbidos, afectando las sumatorias o capacidad de intercambio de bases (8) y la estimación del PSI de los suelos.

En los laboratorios de investigación o producción del Ministerio de la Agricultura a todo lo largo del país, se emplea y están creadas las condiciones para la determinación de los cationes intercambiables y la capacidad de intercambio catiónico de los suelos por el método Schatchabell (9), que emplea como extrayente al acetato de amonio (10) y presenta el inconveniente antes mencionado. Para eliminar esta dificultad se estudiaron modificaciones al Método Schatchabell previo a la extracción de las bases intercambiables, cuya finalidad es el lavado de las sales mediante un disolvente orgánico (11) sin producir hidrólisis de las bases adsorbidas (12), ni tupliciones en los tubos de percolación (8), basados en la sustitución de la solución del suelo por soluciones eflicas en las muestras contenidas en los tubos de percolación.

En el presente artículo se presentan los resultados más relevantes obtenidos en la fase de investigación.

MATERIALES Y MÉTODOS

En 19 muestras de la profundidad 0-20 cm de suelos pertenecientes a los Agrupamientos Fluvisoles, Hidromorficos y Vertisoles (13) de las provincias Guantánamo y Granma con valores de la conductividad eléctrica entre 0,24 a 4,31 dS.m⁻¹, se realizó la determinación de las bases intercambiables y la capacidad de intercambio catiónico, utilizando los siguientes métodos analíticos:

- ♦ Método Shatchabell (9)
- ♦ Modificación 1 al Método Schatchabell (8)
- ♦ Modificación 2 al Método Schatchabell (8)

La Modificación 1 consistió en la eliminación previa de las sales disueltas de las muestras con lavados sucesivos cada 30 minutos, el primero con 10 mL y posteriormente con volúmenes de 25 mL de solución etanol 25 % hasta que la solución filtrante alcanzara una conductividad eléctrica de 0,4 dS.m⁻¹.

La Modificación 2 consistió en la eliminación previa de las sales disueltas de las muestras con lavados sucesivos cada 30 minutos, el primero con 10 mL y posteriormente con volúmenes de 25 mL de solución etanol 50 % hasta que la solución filtrante alcanzara una conductividad eléctrica de 0,4 dS.m⁻¹.

Los datos particulares de las bases intercambiables, capacidad de intercambio de bases (CIB) y capacidad de intercambio catiónico (CIC) obtenidos por el método Schatchabell (9), así como el porcentaje de saturación por bases (V) y el porcentaje de sodio intercambiable (PSI), calculados para cada método analítico (8, 9), fueron analizados mediante estadígrafos de tendencia central.

A 120 muestras tomadas cada 20 cm hasta 100 cm de profundidad, en 24 puntos de muestreos de un suelo del Agrupamiento Fluvisol (13) de la provincia Guantánamo con valores de la conductividad eléctrica entre 0,80 a 15,73 dS.m⁻¹, se les determinaron las bases intercambiables, la capacidad de intercambio de bases y la capacidad de intercambio catiónico, utilizando los métodos analíticos siguientes:

- ♦ Método Shatchabell (9)
- ♦ Método Pffefer (control) (14)
- ♦ Modificación 1 al Método Schatchabell (8)
- ♦ Modificación 2 al método Schatchabell (8)

Los resultados individuales y la sumatoria de las bases intercambiables (CIB) obtenidos por la aplicación del método Schatchabell (9) y cada una de las modificaciones (8), fueron comparados estadísticamente mediante la prueba t de muestras apareadas con el Método Pffefer (14), considerado el control por estar recomendado su utilización para la determinación de las bases intercambiables en suelos salinos, el cual por su alta laboriosidad, poca productividad y que no determina la Capacidad de intercambio catiónico de los suelos, no está establecido en los laboratorios del servicio de suelos en nuestro país (15).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla I se observa que los resultados del método Schatchabell (8) sin modificación, reportaron valores muy altos de la CIB, al extremo de sobrepasar los valores de la CIC, especialmente en aquellas de más elevada conductividad eléctrica y elevado contenido particular de iones sodio, que dada la composición particular del resto de los iones en la solución no siempre conllevó a altos valores de la conductividad eléctrica (16).

Los resultados mostrados en la Tabla II demuestran que la determinación de las bases intercambiables por ambas modificaciones reportó mejoría en el balance obtenido entre los valores de las determinaciones de la CIB respecto a los valores de la CIC, ya que los valores del porcentaje de saturación por bases (V) y del porcentaje de sodio intercambiable (PSI) tendieron a estabilizarse, destacándose los valores obtenidos con la utilización de la solución de etanol 50 % en las muestras con elevado contenido inicial de sodio (Tabla I).

Los resultados de la comparación del Método Schatchabell (9) y las modificaciones introducidas (8) con el Método Pfeffer (14), se reportan en la Tabla III donde se aprecian diferencias significativas del Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ y CIB obtenidos por el método Schatchabell establecido (9) y del Mg^{2+} , Na^+ y CIB para la Modificación 1 (8). No se obtuvieron diferencias en el análisis efectuado entre la Modificación 2 y el Método Pfeffer (14), siendo convincentes los resultados de la Modificación 2, que demuestran que la solución de alcohol etílico 50 % es la más idónea para eliminar la influencia de los iones solubles contenidos en las muestras en la determinación de las

bases intercambiables por el método establecido en los laboratorios de suelos.

CONCLUSIONES

La introducción de la eliminación previa de las sales solubles con solución de etanol 50 % hasta que la fracción de lavado mida 0.4 dS.m^{-1} en los tubos de percolación Schatchabell, para la posterior determinación de las bases intercambiables y la capacidad de intercambio catiónico utilizando como extrayente al acetato de amonio, resulta una técnica analítica adecuada para su aplicación en los suelos con salinidad.

Tabla I. Valores de la conductividad eléctrica (CE), bases intercambiables, capacidad de intercambio de bases (CIB) y capacidad de intercambio catiónico (CIC) de las muestras de 0-20 cm

Estadígrafos	dS.m^{-1} CE	$\text{cmol}(+).\text{kg}^{-1}$					CIB	CIC
		Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+			
Promedio	1,38	13,55	10,71	17,97	0,53	42,72	29,24	
Mínimo	0,24	4,50	4,90	3,50	0,20	14,82	15,80	
Máximo	4,31	23,50	20,70	46,00	1,28	85,54	54,50	
Desviación	1,22	6,32	4,08	13,46	0,30	20,90	9,74	

Tabla II. Resultados de las modificaciones introducidas al Método Schatchabell sobre el porcentaje de saturación por bases ($(\text{CIB} \cdot 100) / \text{CIC}$) y el porcentaje de sodio intercambiable ($(\text{Na} \cdot 100) / \text{CIC}$) en las muestras de 0-20 cm

Estadígrafos	Porcentaje de saturación por bases (V)			Porcentaje de sodio intercambiable (PSI)		
	Schatchabell	Modificación 1	Modificación 2	Schatchabell	Modificación 1	Modificación 2
Promedio	145,46	111,01	99,15	60,76	10,27	5,52
Mínimo	93,80	73,00	94,50	21,12	0,98	0,61
Máximo	327,50	172,73	103,30	165,00	31,19	31,19
Desviación	58,96	22,65	2,24	39,21	9,68	8,12

Tabla III. Resultados de la comparación estadística del Método Schatchabell y las modificaciones propuestas con el Método Pfeffer (control) en las muestras de 0-100 cm

$\text{cmol}(+).\text{kg}^{-1}$	Estimadores	Pfeffer-Schatchabell	Pfeffer-Modificación 1	Pfeffer-Modificación 2
Ca^{2+}	gl	118	118	118
	Tc	2,64	1,27	0,27
	Tt 5 %	1,98*	1,98 ns	1,98 ns
	Tt 1 %	2,62**	2,62 ns	2,62 ns
Mg^{2+}	gl	118	118	118
	Tc	7,32	4,35	1,93
	Tt 5 %	1,98*	1,98*	1,98 ns
	Tt 1 %	2,62**	2,62**	2,62 ns
Na^+	gl	118	118	118
	Tc	8,02	11,05	1,27
	Tt 5 %	1,98*	1,98*	1,98 ns
	Tt 1 %	2,62**	2,62**	2,62 ns
CIB	gl	118	118	118
	Tc	5,43	3,53	1,18
	Tt 5 %	1,98*	1,98*	1,98 ns
	Tt 1 %	2,62**	2,62**	2,62 ns

ns significa que no hay diferencia significativa entre los métodos; * significa diferencia significativa entre los métodos $p \leq 0,05$; ** significa diferencia significativa entre los métodos $p \leq 0,01$

REFERENCIAS

1. GEOPNUMA. Perspectiva del medio ambiente mundial GEO₄ medio ambiente para el desarrollo. Phoenix Design Aid. Randers. Dinamarca. 2007. p. 540.
2. Orellana, R.; Febles, J.; Ortega, F.; Jaimez, E.; Riverol, M.; Otero, L.; Martínez, F.; Calero, B.; Aguilar, Y. y Rodríguez, D. GEO Cuba. Evaluación del medio ambiente cubano. Centenario SA. Santo Domingo. República Dominicana. 2009. p. 293.
3. García, M.; Medina, E. y Villafañe, R. Acumulación de iones y solutos orgánicos en hojas de plantas de caña de azúcar cultivadas en dos tablones comerciales afectados por sales. *Bioagro*, 2009, vol. 21, no. 2, p. 87-98.
4. Zhu, J.; Bie, Z.; Huang, Y. y Han, X. Effect of grafting on the growth and ion concentrations of cucumber seedlings under NaCl stress. *Soil Science and Plant Nutrition*, 2008, vol. 54, no. 6, p. 895-902.
5. Otero, L.; Morales, R.; Vento, M.; Sánchez, I.; Cintra, M. y Rivero, L. Salinidad del suelo: un problema que incumbe a todos. *Agricultura Orgánica*, 2011, año 17, no. 1, p. 33-34.
6. Otero, L.; Francisco, A.; Curbelo, R.; Navarro, N.; Gálvez, V.; Vento, M.; Morales, R.; Rivero, L.; Sánchez, I.; Cintra, M.; Labaut, M.; Montejo, J. L. y Vantour, A. Nuevos Indicadores de evaluación de la salinidad de los suelos cubanos. 2008. [Consultado: 2 mayo 2010]. Disponible en: <<http://www.ica.edu.cu/>>.
7. Oficina Nacional de Normalización. Calidad del suelo. Evaluación de la salinidad. NC 776:10. 2010, p. 17.
8. Otero, L.; Morales, M.; Valdés, M. y Ortega, F. Modificación del método Schatchabell para la determinación de las bases cambiables en suelos salinos. V Exposición Nacional «Forjadores del Futuro», 1989.
9. Oficina Nacional de Normalización. Calidad del Suelo. Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y de los cationes intercambiables del suelo. NC 65:00. 2000, p. 9.
10. Química Hurlingham. Elementos Químicos: Catálogo de Productos Químicos. [en línea]. 2010. [Consultado: 1 de junio del 2011]. Disponible en: <<http://www.quimicahurlingham.com.ar>>.
11. Batiz, J. de D. y Chimal, D. Nomenclatura y propiedades de las principales funciones químicas orgánicas. [en línea]. 2010. [Consultado: 1 de junio del 2011]. Disponible en: <http://www.ilustrados.com/tema/639/nomenclatura_y_propiedades_de_las_principales_funciones_quimicas_organic.html>.
12. Calderón, F. Relación entre el sodio soluble en el extracto de saturación acuoso y el sodio intercambiable realizado por el método del acetato de amonio 1N y neutro (pH 7.0). [Consultado: 1 de Junio del 2011]. Disponible en: <http://www.drcaalderon/abs.com/Metodos/Analisis_deSuelos/AnalisisdeSodio.htm>.
13. Hernández, A.; Pérez, J. M.; Bosh, D. y Rivero, L. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Agrinfor, La Habana. 1999, p. 64.
14. Krojeger, T. y Kim, B. Determinación de la capacidad de adsorción de los suelos salinos carbonatados por el método de Pffefer (en ruso). *Pochvovedenie*, 1965, no. 3, p. 93-96.
15. Flores, A.; Gálvez, V.; Hernández, O.; López, A.; Obregón, A.; Orellana, R.; Otero, L. y Valdés, M. Salinidad un nuevo concepto. Editorial Colima. México. 1996. 137 p.
16. Visconti, F.; de Paz, J. M. y Rubio, J. L. What information does the electrical conductivity of soil water extracts of 1 to 5 ratio (w/v) provide for soil salinity assessment of agricultural irrigated land?. *Geoderma*, 2010, no. 154, p. 387-397.

Recibido: 31 de octubre de 2011

Aceptado: 13 de febrero de 2013

¿Cómo citar?

Otero Gómez, Lázara; Valdés, Magaly; Morales Díaz, Marisol; Ortega Sastriques, Fernando; Vázquez, Isabel y Delgado Calzadilla, Zoila. Modificación al método Schatchabell para la determinación de las bases intercambiables en suelos con salinidad. *Cultivos Tropicales*, 2013, vol. 34, no. 4, p. 20-23.