

Contenido y composición de las sales en los vertisoles crómicos.

Content and composition of the salts in the chromic vertisols.

Autores: Ing. Juan Alejandro Villazón-Gómez¹, Ing. George Martín-Gutiérrez², Ing. Yakelín Cobo-Vidal², Ing. Yunior Rodríguez-Ortiz²

Organismo: Universidad de Holguín, Cuba¹. Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar, Guaro, Holguín, Cuba. ²

E-mail: villazon@facing.uho.edu.cu, george.martin@inicahl.azcuba.cu, yakelin.cobo@inicahl.azcuba.cu, yunior.rodriguez@inicahl.azcuba.cu

Telef. 48 3228, 59 6262 ó 59 6209

Resumen.

Con el objetivo de estudiar el contenido y la composición de sales de los Vertisoles Crómicos ubicados en la Llanura de Alto Cedro se analizaron los datos de cuatro perfiles de suelos clasificados como Vertisoles Crómicos. Se estimó la conductividad eléctrica y se determinó la composición hipotética de sales según los aniones correspondientes a cada perfil. En estos suelos prevalecen los procesos de lavado con acumulación de sales en la parte inferior de los perfiles, donde resulta característico el elevado contenido de sodio. Abundan las sales del tipo sulfático-clorhídricas, clorídrico-sulfáticas y, en menor grado, clorhídricas y sulfáticas.

Palabras clave: salinización; acumulación de sales; suelos afectados por la salinidad.

Abstract.

With the objective of studying the content and the composition of salts of the ChromicsVertisols located in the Plain of Alto Cedro they analyzed the data of four profiles of soils classified like ChromicsVertisols. The electrical conductivity was valued and the hypothetic composition of salts after was determined for the corresponding anions to each profile. In these soils the processes of washing with accumulation of salts prevail at the bottom of the profiles, where the elevated content of sodium proves to be characteristic. The tipe's salts are plenty of sulphatic-chlorhydric, chlorhydric-sulphatics and, to a lesser extent, chlorhydric and sulphatics.

Keywords: salinization; accumulation of salts; soils affected by salinity.

Introducción.

Las sales, por su concentración y composición, influyen en las propiedades de los suelos (Cairo y Fundora, 2005). La presencia de las mismas está asociada a la existencia de aniones cloruros, sulfatos, carbonatos y bicarbonatos y a los cationes calcio, magnesio y sodio, principalmente (Szabolcs, 1986). La salinización se relaciona con la acumulación de sales solubles en el perfil del suelo (Cuéllar et al., 2002), y provoca la pérdida de la fertilidad del suelo y la degradación de sus propiedades físicas (Cairo y Fundora, 2005), por lo que constituye uno de los principales factores edáficos limitantes de los Vertisoles (INICA, 1996; Ponce de León y Balmaseda, 1999; García del Risco y Vázquez, 2000; Cuéllar et al., 2002). Este factor limitativo, de acuerdo con su origen, puede ser de dos tipos: primaria (natural) o secundaria (antrópica) (Ortega, 1986). En Cuba, la mayor parte de los suelos salinos o salinizados, se han formado a partir de los procesos de salinización secundaria (Ortega, 1986; Ponce de León y Balmaseda, 1999; Cuéllar et al., 2002).

Cuéllar et al. (2002) plantea que, la mayor parte de los suelos salinos o salinizados de Cuba, y especialmente los situados en las áreas cañeras, se han formado producto de la actividad del hombre por el riego con aguas de baja calidad y regar sin soluciones adecuadas al mal drenaje.

Es esta última, la segunda causa de la salinización de los suelos, y la más general; y que la misma suscita la elevación del manto freático, con altos contenidos de sales, como es el caso de la cuenca del Cauto.

Desde la década de los 80, algunos autores (Herrera et al., 1984), notaron la relación entre el incremento de la salinidad y la elevación del manto freático, debido a la construcción de numerosas obras hidráulicas y con el aumento del área bajo riego.

Ortega (1986) menciona (ordenándolas de acuerdo al momento histórico en que tuvieron mayor importancia, y no por su efecto en los procesos actuales de salinización) como causas que han provocado el aumento de las áreas afectadas por la salinidad: la deforestación de las tierras altas, la deforestación de las ciénagas costeras, el uso del agua salinizada de acuíferos con intrusión marina, la elevación del manto freático y el uso del agua de riego de baja calidad. Al mismo tiempo, se ha deducido que las condiciones climáticas actuales no favorecen, en Cuba, la acumulación de sales. Sin embargo, según Herrera et al. (1984), el lavado natural es tan lento que serían necesarios muchos años para la desalinización de los suelos con algún grado de afectación.

En el territorio de la República de Cuba existían, antes de 1990, 1 003 636 ha afectadas en mayor o menor grado por salinidad y sodicidad. La provincia de Holguín, con 180 725 ha de tierra afectadas por este problema, ocupaba, después de la provincia de Granma, el segundo lugar (Obregón, 1990).

Aunque la caña de azúcar es un cultivo medianamente tolerante a la salinidad, el principal efecto asociado a la presencia de altos contenidos de sales solubles en la zona radical, es que dificulta la absorción de agua por aumento de la presión osmótica de la solución del suelo, lo que se agrava con la falta de humedad (García del Risco y Vázquez, 2000). Por las razones antes expuestas se propone estudiar el contenido y la composición de sales de los Vertisoles Crómicos ubicados en la Llanura de Alto Cedro.

Desarrollo.

Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló en áreas cercanas a la Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (EPICA) de Holguín, sobre suelos Vertisoles Crómicos. Los datos utilizados pertenecen a los perfiles 50, 57, 58 y 68 de la Red Geográfica Experimental del INICA. Se estimó la conductividad eléctrica mediante la aplicación de una relación ofrecida por Pizarro (1985), y se determinó la composición hipotética de sales según los aniones correspondientes a cada perfil (Dirección General de Suelos y Fertilizantes, 1984).

Resultados y discusión

La figura 1 muestra el comportamiento de la conductividad eléctrica (CE) en los perfiles estudiados. En los perfiles 50, 57 y 68 existe una acumulación de sales en la parte baja de los mismos, después de los primeros 100 cm de profundidad, lo que indica que se encuentran bajo un proceso de lavado, pero salinizados inferiormente. Rodríguez et al. (1982) señalan que una mayor acumulación de sales en la base del perfil es un fenómeno representativo de los procesos de lavado. De la misma forma, Rogobete et al. (2011), encontraron en Vertisoles una acumulación de las sales más solubles en la parte inferior del perfil.

En el perfil 58 se aprecia una distribución de las sales más uniforme, con una ligera tendencia a disminuir a medida que aumenta la profundidad, por lo que el lavado de las sales es mucho más intenso en este perfil y se encuentra mucho menos influenciado por el manto freático.

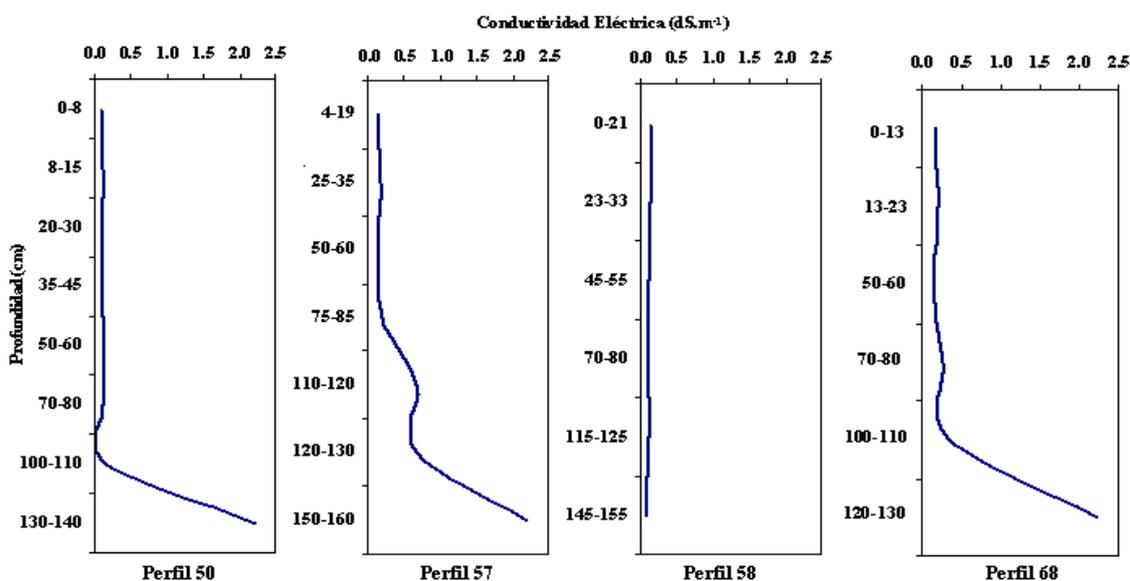


Figura 1.- Distribución de la conductividad eléctrica en los Vertisoles Crómicos.

La presencia en estas áreas de suelos arcillosos de composición montmorillonítica, mal drenados, sobre un material de origen variablemente salinizado en un relieve de llano a depresional en un clima con bajo coeficiente hidrotérmico hace posible la existencia de

riesgos de salinización secundaria cuando no se cumplen de forma adecuada las medidas necesarias para evitar estos peligros.

Según Hernández (1986) la llanura de alto Cedro es una de las áreas peligrosas ubicadas en la faja bioclimática I, la cual agrupa los suelos distribuidos en llanuras con un clima tropical “seco”. Con un régimen de lavado y transformación de sustancias poco intensos. Este autor señala además, que los problemas de salinización secundaria o antrópica han surgido cuando se trata de regar sin establecer una red de drenaje adecuada. Sin tener en cuenta tampoco, la existencia de un manto freático, frecuentemente salinizado, cercano a la superficie.

La tabla 1 muestra que el Cl⁻ fluctúa dentro de un rango muy estrecho y que aumenta con la profundidad del perfil, aunque sin acercarse a los valores en los que comienza la depresión clorhídrica de los cultivos. Sin embargo, todas las sales que contienen estos iones son consideradas tóxicas (Kaúrichevet al., 1984).

Los iones tóxicos de CO₃²⁻, en los perfiles 50 y 58 están ausentes en la superficie, mientras que en el 57 y 68 se encuentran en casi todo el perfil de suelo, y en mayor medida en el horizonte A, en cantidades tan bajas que no representan un peligro para las plantas. El CO₃H⁻ se encuentra en valores relativamente altos, y predomina entre los otros iones en el horizonte A aunque disminuye con la profundidad, lo que coincide con lo determinado por Herrera et al. (1983) en suelos poco salinos ubicados en el Valle de Guantánamo. Este mismo autor plantea que los altos valores de CO₃H⁻ en los suelos se debe a las grandes cantidades de Ca²⁺ presentes en los mismos.

Tabla 1.- Concentración y composición de las sales en los Vertisoles Crómicos.

Profundidad (cm)	Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	CO ₃ H ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺
	(mmol L ⁻¹) (1:5)							
Perfil 50								
0-8	0.079	0.000	0.802	0.117	0.717	0.157	0.015	0.103
8-15	0.058	0.000	1.288	0.139	0.930	0.152	0.015	0.200
20-30	0.010	0.000	0.905	0.141	0.425	0.245	0.010	0.464
35-45	0.116	0.000	1.275	0.170	0.425	0.142	0.010	0.622
50-60	0.126	0.000	1.195	0.140	0.212	0.071	0.005	0.976
70-80	0.134	0.022	1.355	0.182	0.159	0.015	0.021	1.266
100-110	0.197	0.011	1.262	0.101	0.106	0.152	0.017	1.611
130-140	0.168	0.000	0.265	2.142	12.440	3.940	0.111	10.320
Perfil 57								
4-19	0.135	0.059	1.558	0.039	0.983	0.098	0.042	0.511
25-35	0.106	0.031	1.557	0.059	0.558	0.524	0.026	0.852
50-60	0.204	0.037	1.050	0.058	0.213	0.199	0.029	1.166
75-85	0.164	0.022	1.012	0.078	0.159	0.283	0.039	1.805
110-120	0.193	0.000	0.540	0.215	1.060	1.101	0.045	5.750
150-160	0.328	0.013	0.276	0.195	10.865	7.506	0.110	8.020
Perfil 58								
0-21	0.125	0.000	1.201	0.127	0.796	0.389	0.050	0.444

23-33	0.115	0.000	1.467	0.078	0.902	0.386	0.029	0.348
45-55	0.096	0.006	1.005	0.127	0.131	0.242	0.025	0.906
70-80	0.125	0.022	0.945	0.108	0.424	0.297	0.025	0.329
115-125	0.125	0.000	0.508	0.069	0.265	0.302	0.013	0.906
145-155	0.125	0.000	0.560	0.088	0.265	0.095	0.012	0.417
Perfil 68								
0-13	0.064	0.074	1.708	0.066	0.654	0.539	0.074	0.625
13-23	0.064	0.026	1.548	0.074	1.102	0.317	0.044	1.110
50-60	0.128	0.040	1.456	0.106	0.241	0.275	0.032	1.062
70-80	0.352	0.034	1.166	0.117	0.138	0.052	0.038	3.000
100-110	0.746	0.022	0.760	4.710	0.275	0.241	0.032	3.750
120-130	0.896	0.000	0.422	17.278	13.711	4.317	0.093	8.550

Además, la presencia de sales tóxicas NaHCO_3 y $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ está condicionada por la diferencia entre la cantidad de iones de CO_3H y Ca ; pues al ser menos soluble el $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, los iones de CO_3H se enlazan en primer lugar con el Ca y los restantes se consideran tóxicos (Kaúrichevet al., 1984). De esta forma, existe en todos los perfiles, excepto en el 58, determinadas cantidades de iones de CO_3H tóxicos en los horizontes superficiales, condición que desaparece gradualmente con la profundidad.

El Ca^{2+} , el Mg^{2+} y el Na^+ se acumulan en cantidades importantes en la parte baja de los perfiles 50, 57 y 68. Mientras que en el perfil 58 las bases alcalinotérricas tienden a disminuir, a la vez que el Na^+ varía en un rango limitado. El comportamiento de los cationes cambiables en los tres primeros perfiles supone la existencia de un elevado porcentaje de sodio intercambiable (PSI), que deteriora la estructura del suelo.

La composición de sales de los cuatro perfiles aparece en la tabla 2. En el perfil 50 existe un predominio de los iones tóxicos de SO_4 sobre los de Cl^- ($\text{Cl}^-:\text{SO}_4 < 1$), por lo que el tipo de salinidad que predomina es la sulfático-clorhídrica, lo que indica que este suelo es poco salinizado, aunque hay una ligera variación en la profundidad de 100-110 cm donde prevalecen los iones Cl^- sobre los SO_4 (acumulación clorhídrico-sulfática). En esta profundidad se alcanza el límite donde comienza la depresión clorhídrica de las plantas.

Tabla 2.- Tipo de acumulación de sales en los Vertisoles Crómicos.

Profundidad (cm)	$\text{Cl}^-:\text{SO}_4^=$	$\text{CO}_3\text{H}:\text{SO}_4^= + \text{Cl}^-$	Tipo de acumulación
Perfil 50			
0-8	0.68	4.09	Sulfático-clorhídrica
8-15	0.42	6.54	Sulfático-clorhídrica
20-30	0.07	5.99	Carbónico-sulfática
35-45	0.68	4.46	Sulfático-clorhídrica
50-60	0.90	4.49	Sulfático-clorhídrica
70-80	0.74	4.29	Sulfático-clorhídrica
100-110	1.95	4.23	Clorhídrico-sulfática
130-140	0.08	0.11	Sulfática
Perfil 57			
4-19	3.46	8.95	Clorhídrica

25-35	1.80	9.44	Clorhídrica-sulfática
50-60	3.52	4.01	Clorhídrica
75-85	2.10	4.18	Clorhídrica
110-120	0.90	1.32	Sulfático-clorhídrica
150-160	1.68	0.53	Clorhídrico-sulfática
Perfil 58			
0-21	0.98	4.77	Sulfático-clorhídrica
23-33	1.47	7.60	Clorhídrica-sulfática
45-55	0.76	4.51	Sulfático-clorhídrica
70-80	1.16	4.06	Clorhídrica-sulfática
115-125	1.81	2.62	Clorhídrica-sulfática
145-155	1.42	2.63	Clorhídrico-sulfática
Perfil 68			
0-13	0.97	13.14	Sulfático-clorhídrica
13-23	0.86	11.22	Sulfático-clorhídrica
50-60	1.21	6.22	Clorhídrica-sulfática
70-80	3.01	2.49	Clorhídrica
100-110	0.16	0.14	Sulfática
120-130	0.05	0.02	Sulfática

Un comportamiento similar, tuvieron los perfiles 58 y 68, con un predominio de la salinización sulfático-clorhídrica en los horizontes superiores, para variar a clorhídrica-sulfática en la parte intermedia. Este cambio se mantiene en el perfil 58 hasta los horizontes inferiores; no así en el 68, donde por debajo de los 100 cm existe una clara preponderancia de los sulfatos.

De forma general, en la superficie de los Vertisoles Crómicos de la Llanura de Alto Cedro predominan las sales sulfático-clorhídricas y clorhídricas, mientras que en la parte baja de los perfiles abundan las sulfáticas y clorhídrico-sulfáticas.

Conclusiones.

En los Vertisoles Crómicos de la Llanura del Alto Cedro prevalecen los procesos de lavado con acumulación de sales en la parte inferior de los perfiles, donde resulta característico el elevado contenido de Na. Abundan las sales del tipo sulfático-clorhídricas, clorhídrico-sulfáticas y, en menor grado, clorhídricas y sulfáticas.

Bibliografía.

- Cairo Cairo, P., Fundora Herrera, O. (2005). *Edafología*. Editorial Félix Varela. La Habana.
- Cuéllar, I., Villegas, R., de León, M., Pérez, H. (2002). *Manual de fertilización de la caña de azúcar en Cuba*. Ediciones Publicinca. La Habana.
- Dirección General de Suelos y Fertilizantes. (1984). *Manual de interpretación de los suelos*. Editorial Científico-Técnica. La Habana.
- García del Risco, E., Vázquez, A. (2000). *Los suelos y fertilización de la caña de azúcar*. Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. La Habana.
- Hernández Jiménez, A. (1986). Particularidades de formación y asociaciones de suelos de las áreas salinizadas de las provincias Guantánamo, Holguín y Las Tunas y su relación con la salinización secundaria. Bayamo: Instituto de Suelos. Conferencia.

- Herrera, L. M., Ortega Sastriques, F., Sánchez Arce, Inalvis, Ordúñez Matos, D. (1984). Pronóstico de la salinización y el lavado natural en los suelos del sureste del Valle de Guantánamo. Cuba. *Ciencias de la Agricultura*, 19, 83-93.
- Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. (1986). *Descripción de perfiles de la Red Geográfica Experimental*. Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. La Habana.
- Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (1996). *Los suelos dedicados al cultivo de la caña de azúcar*. Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. La Habana.
- Kaúrichev, I. S., Panov, N. S., Stratonóvich, M. V., Grechin, I. P., Sávich, V. I., Ganzhara, N. F. et al. (1984). *Prácticas de Edafología*. Editorial Mir. Moscú.
- Obregón, A. (1990). La problemática de la salinización de los suelos de la República de Cuba. En Memorias del XI Congreso Latinoamericano y II Congreso Cubano de la Ciencia del Suelo. La Habana, 1314-1316.
- Ortega Sastriques, F. (1986). Las causas de la salinidad de los suelos de Cuba. *Ciencias de la Agricultura*, 27, 126-136.
- Pizarro, F. (1985). *Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos*. Editorial Agrícola Española. Madrid.
- Ponce de León, D., Balmaseda, C. (1999). El recurso suelo en el cultivo de la caña de azúcar. Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. La Habana.
- Rodríguez, Gloria, Ortega Sastriques, F., Diviatij, V. (1982). La heterogeneidad de los suelos salinos del Valle de Guantánamo. *Ciencias de la Agricultura*. 12, 122-124.
- Rogobete, Gh., Grozav, Adia, Țărău, D. (2011). Solute transport, swelling and shrinking in salt affected soil. *Agricultural Science*, 43 (3), 166-173.
- Szabolcs, I. (1986). Influencia del riego en la salinización de los suelos y las aguas. *Ciencias de la Agricultura*. 28, 74-86.

Fecha de recibido: 23 oct. 2014
Fecha de aprobado: 12 dic. 2014