

MEJORADORES ORGÁNICOS EN LA REHABILITACIÓN DE UN SUELO SALINO DE GENERAL CEPEDA, COAH. MÉXICO

Sabino Flores Murillo¹
Edmundo Peña Cervantes²
Rubén López Cervantes²

¹ Alumno de Maestría en Suelos, UAAAN.

² Profesores Investigadores del Departamento de Suelos, UAAAN.

RESUMEN

Para la presente investigación se colectaron muestras de suelo del rancho agrícola "El Potrero", municipio de General Cepeda, Coahuila, que se colocaron en macetas (columnas de suelo). El objetivo fundamental fue determinar la eficiencia de dos mejoradores orgánicos (Algaenzims y Humik-900) sobre la salinidad del suelo, como técnica auxiliar de rehabilitación. Las dosis utilizadas fueron 6, 12 y 18 lts/ha de Algaenzims y 8, 16 y 24 kg/ha para Humik-900, una dosis de fertilización (90-90-0) y un testigo absoluto. Se hicieron ocho tratamientos en 16 macetas. Se sembraron con zacate rye grass perenne y se regaron con agua del predio. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar. Se recogieron los filtrados de cada maceta para hacer el análisis de salinidad correspondiente; se realizaron cortes mensuales del zacate antes de cada aplicación de los mejoradores, se analizaron las muestras de tejido de planta para detectar su concentración de cationes y su contenido de fósforo, y así poder correlacionarlas con el método de isoterma de adsorción en los filtrados de las columnas de suelo. Los tratamientos uno (6 lt/ha) de Algaenzims y seis (24 kg/ha) de Humik-900, presentaron el mejor efecto sobre la salinidad del suelo. La aplicación de los mejoradores orgánicos, Algaenzims (extracto de algas marinas) y Humik-900 (ácidos húmicos) tienden a disminuir la salinidad del suelo, dependiendo de la dosis empleada y la calidad de agua utilizada.

Palabras clave: salinidad, adsorción, algas marinas, ácidos húmicos, filtrados.

ABSTRACT

For the present investigation were collected soil samples of the ranch "El Potrero" municipality of General Cepeda Coahuila. These were put on on handles (soil columns). The fundamental objective was to determine the two efficiency organic improves (Algaenzims and Humik-900) on salinity of the soil, as technical auxiliary of rehabilitation. The dose utilised were 6, 12 and 18 lt/ha of Algaenzims and 8, 16 and 24 kg/ka for Humik-900 a fertilization dose (90-90-0) and an absolute witness, what provided an eighth total treatments, in 16

handles, these were sown with hay rye grass perennial and were watered with water of the property. The used experimental design was handle for their analysis of salinity, with monthly courts of the hay before each application of the improves, were analyzed the samples of plant fabric in their concentration of cations and their contained of phosphorus for power to interrelate them with the method of isothermal of adsorcion in filtered of soil columns. The treatments one (6 lt/ha) of Algaenzims and six (24 kg/ha) of Humik-900 presented effect the best on salinity of the soil. The application of the organic improves Algaenzims (extract of marine algae) and Humik-900 (bioactivador Humic) tend to reduce salinity of the soil depending on the employed dose and the quality on used water.

Key words: salinity, adsorcion, acids humic, marine algae, filters

INTRODUCCIÓN

El área actual de suelos afectados por sales en el mundo se desconoce, pero es muy extensa; un estudio reciente que comprende 103 países indica que el total de áreas irrigadas es del orden de 203 millones de hectáreas, de las cuales 50 millones presentan problemas de salinidad, lo que representa un 25 % de esa superficie. Además, existen grandes áreas que no se riegan y están afectadas por sales debido a otras causas. El problema fundamental que enfrenta la agricultura en las zonas áridas es la escasez de agua; aunado a éste, se presentan algunos otros, los cuales están ligados a los suelos como la salinidad o halomorfía. De los casi dos millones de kilómetros cuadrados del territorio nacional, aproximadamente del 42 al 60% se considera región semiárida. Esta extensión se localiza principalmente al norte del país. En México, del 10 al 15% de los terrenos cultivados con irrigación están afectados por sales (CONAGUA 1994), por lo que es necesaria la aplicación de medidas especiales de uso y manejo de terrenos con este problema. Existen técnicas para prevenir, controlar y rehabilitar suelos con problemas de ensalitramiento, como las auxiliares biológicas para cultivos de elevada evapotranspiración, además de los mejoradores orgánicos.

Investigaciones realizadas sobre mejoradores orgánicos.

Olsen et al. (1970), en estudios realizados sobre aplicaciones de gallinaza al suelo, encontraron que el pH, el contenido de nitrógeno orgánico, de fósforo disponible, de potasio, de calcio y de magnesio intercambiables aumentan en dosis altas. En un suelo de textura arcillosa, Baez (1991) adicionó algas de las especies *Gellidium* sp, *Gigartina* sp,

Ascophyllum sp., y *Chaetoceros* sp. (Micro alga) como acondicionadores sobre algunas propiedades físicas y químicas del suelo, y encontró que no existe una tendencia definida sobre la variables textura, pH, CO_3 . En la C.I.C. las combinaciones de *Chaetoceros* sp con *Ascophyllum* sp., *Gigartina* sp, y *Gellidium* sp. obtuvieron un efecto positivo sobre esta propiedad. En un suelo calcáreo Martínez (1992) elaboró un trabajo en el cual se adicionaron ácidos húmicos, fertilizante nitrogenado y fosfatado, para evaluar las características físicas y químicas, así como la nutrición en brocoli. Se encontró que la aplicación de ácidos húmicos, la fertilización de nitrógeno y fósforo favoreció la nutrición de las plantas. Las dosis en que se obtuvieron mayores rendimientos fueron: 295 N, 156 P_2O_5 - 228 AH con 13 ton/ha, a diferencia del testigo (250 N, 160 P_2O_5 - 0 AH), que fue de 5 ton/ha. El ácido húmico mejoró las características físicas del suelo, principalmente la Da y la porosidad, ya que los valores obtenidos generaron un acondicionamiento mejor que el testigo. El resultado del estudio realizado por Contreras (1985) coincide con los reportados por otros autores, los cuales señalan que, al incrementar la dosis de mejoradores orgánicos, entre ellos la gallinaza y el tamo de dátil se mejoran las propiedades físicas del suelo, entre ellas la densidad aparente, la agregación y la humedad aprovechable; también destacan que el tamo de dátil es importante desde el punto de vista técnico como económico.

Isotermas de adsorción

Ortega (1986), señala que la adhesión o concentración de una substancia disuelta sobre la superficie de un sólido o líquido se le conoce como adsorción. La adsorción sobre sólidos puede ser física, cuando los enlaces entre la molécula adsorbida y la superficie

se deben a las relativamente débiles fuerzas de Vander Waals, o puede ser química, cuando los enlaces en la adsorción son iónicos o covalentes. Este mismo autor indica que el fenómeno de la adsorción se puede estudiar cuantitativamente mediante el conocimiento de la isoterma de adsorción, que es la curva que resulta al graficar la concentración absorbida por gramo de adsorbente, contra la concentración de soluto en equilibrio, cuando el proceso ocurre a temperatura constante. La halomorfía es un proceso pedogenético donde intervienen las sales en mayor o menor grado. La halomorfía primaria es la que resulta del funcionamiento natural de terrenos bajo la influencia combinada del clima, de la alteración de rocas y de la dinámica de aguas; la halomorfía secundaria está unida a las influencias humanas y resulta, en particular, directa o indirectamente de las prácticas de irrigación en las zonas secas, lo que provoca una problemática del desarrollo agrícola en regiones semiáridas. Otras fuentes de sal en el suelo son: la precipitación o láminas de riego, las sales transportadas en el suelo de origen mineral que se disuelven muy lentamente. El equilibrio entre sólidos y los cambios de las fases disueltas provoca más disolución de sales, las cuales se transportan a un área donde el agua, al evaporarse, provoca que las sales se concentren en altas cantidades (Carter et al., 1971). Los suelos afectados por sales, pueden ser productivos con una rehabilitación y mejor manejo. Si la rehabilitación excede los costos proyectados y supera las expectativas de ganancias de las cosechas, entonces la rehabilitación no es práctica.

Con base a estas consideraciones y a la necesidad de rehabilitar los suelos con problemas de ensalitramiento a partir de un manejo adecuado de los recursos disponibles, se plantean los siguientes objetivos:

Determinar el efecto de algunos mejoradores orgánicos sobre la salinidad

del suelo, y estimar la capacidad de fijación de los nutrimentos en el suelo por medio de isotermas de adsorción.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la presente investigación se colectaron muestras de suelo del rancho agrícola "El Potrero", que se localiza en el municipio de General Cepeda, Coahuila. Sus coordenadas geográficas son 25°35' de latitud Norte y 101°23' de longitud Oeste del meridiano de Greenwich, a una altura de 1250 m, con una superficie total de 56 ha.

El clima que impera en esta región se caracteriza por ser semiárido templado extremo, con una temperatura media anual de entre 12 y 18° C. La precipitación media anual se encuentra en el rango de 300-400 mm; los meses más lluviosos son julio, agosto y septiembre.

En la localidad se pueden distinguir dos tipos de suelos: calcisoles, que son suelos de color claro, pobres en materia orgánica y con un subsuelo rico en arcilla; carbonatos y solonchak, que son suelos con alto contenido de sales. El uso que se le da al suelo, en su mayor parte, es agrícola. Las determinaciones físicas y químicas que se le hicieron antes del establecimiento del experimento se muestran en los siguientes cuadros:

Cuadro 1. Propiedades físicas y químicas determinadas

Horizonte	Arena	Limo %	Arcilla %	Textura %	pH rel.2:1	C.E ds/m	Fósforo kg/ha
(1) 0 -25cm	47.5	27.5	25.0	migajón	8.2	8.0	53.6
(2) 25- 40cm	24.0	27.5	27.5	migajón	8.3	10.0	35.0

Cuadro 2. Análisis de salinidad (cationes y aniones en meq/l).

Horizonte	% m.o	Ca	Mg	K	Na	Cl	SO ₄	HCO ₃
(1) 0-25cm	0.618	169.47	8.70	4.87	329.5	55.60	514.0	10.38
(2) 25-0cm	0.3128	203.97	6.58	2.28	642.1	52.82	599.7	6.08

Los resultados del análisis de suelo antes de establecer el experimento indicaron que se trata de un suelo pobre en materia orgánica, lo que origina un bajo contenido de nitrógeno total. Aunque los resultados reportados indican que el suelo es pobre en fósforo, que el contenido de potasio es mediano, y que el pH es de 8.2 por lo que se clasifica como medianamente alcalino, la C.E es mayor de 10 ds/m, lo cual indica que el suelo es altamente salino. El suelo en estudio presenta una coloración café claro, debido a la alta concentración de sales (MgSO₄, NaCl, principalmente), y es de textura migajón arcillosa. Las muestras se colocaron en 16 macetas con un peso de 24 kg cada una; en ellas se sembró zacate rye grass perenne y se aplicaron los mejoradores correspondientes. Se estableció un experimento completamente al azar para su análisis estadístico, ocho tratamientos con dos repeticiones, lo que hace un total de 16 unidades experimentales en tres niveles: alto, medio y bajo, respectivamente para los dos mejoradores, se aplicó una dosis de fertilización y hubo un testigo absoluto (Cuadro 3).

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos estudiados en el experimento.

Tratamiento	Algaenzims	Humik-900	Fertilizante
1	6 l/ha	0	-
2	12 l/ha	0	-
3	18 l/ha	0	-
4	0	8 kg/ha	-
5	0	16 kg/ha	-
6	0	24 kg/ha	-
7	0	0	90-90-00
8	testigo	absoluto	-

Para la dosis de fertilización se utilizó urea y super fosfato triple.

Productos empleados como mejoradores.

Algaenzims. Es un producto biótico que por su acción química enzimática-catalítica-reversible actúa hidrolíticamente sobre las moléculas de los compuestos que dan la textura al suelo. Es un extracto de una macroalga del género de las rodofitas *sargassum*.

Humik-900. Es un bioactivador húmico que contiene una mezcla de ácido húmico y fúlvico (41.73 % - 48.27 %), lo cual incrementa la liberación de los micro y macronutrientes en la solución natural del suelo.

Todas las macetas se regaron con agua traída del predio señalado, la cual se clasifica C_4S_2 (de salinidad potencial no recomendable y no apta para todos los cultivos). RAS = 15.9 y PSI de 26.0, esto con el fin de simular las condiciones de campo.

Isotermas de adsorción

El fenómeno de adsorción se puede estudiar cuantitativamente mediante el conocimiento de la isoterma de adsorción, la cual es la curva que se origina al graficar la concentración absorbida por gramo de adsorbente, contra la concentración de soluto a temperatura constante. Para este trabajo se usó el modelo de Isotermas de Langmuir, en el cual se utilizan pequeñas cantidades de P añadido, es decir, a concentraciones de P en el equilibrio, más diluidas; para cuantificar la adsorción de P de suelo en estudio, se utilizaron concentraciones de P de 250 a 2500 mg/kg de una solución de KH_2PO_4 , en 10 gr de suelo, con una agitación de 24 hrs, posteriormente se tomó una alícuota conocida para determinar el fósforo por el método de Olsen.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las macetas se sembraron con semilla certificada de zacate rye grass y se pudo observar que la salinidad afectó su germinación, ya que a los 15 días tuvo una emergencia irregular (germinación del 50 %) en cada maceta.

Obtención de isotermas de adsorción

En el cuadro 4 se muestran las concentraciones de P de la solución de KH_2PO_4 en mg/kg que se utilizaron en el tratamiento testigo, que corresponde al tratamiento 8 (suelo sin ninguna aplicación).

Cuadro 4 Concentración de P estudiado para la obtención de la Isoterma de adsorción.

Concentración mg/kg	mg/kg de P en solución después de la fijación	mg/kg de P fijado
250	51.16	198.84
500	58.435	447.565
1000	112.96	887.04
1500	122.1975	377.80
2000	133.985	1866.015
2500	143.635	2356.365

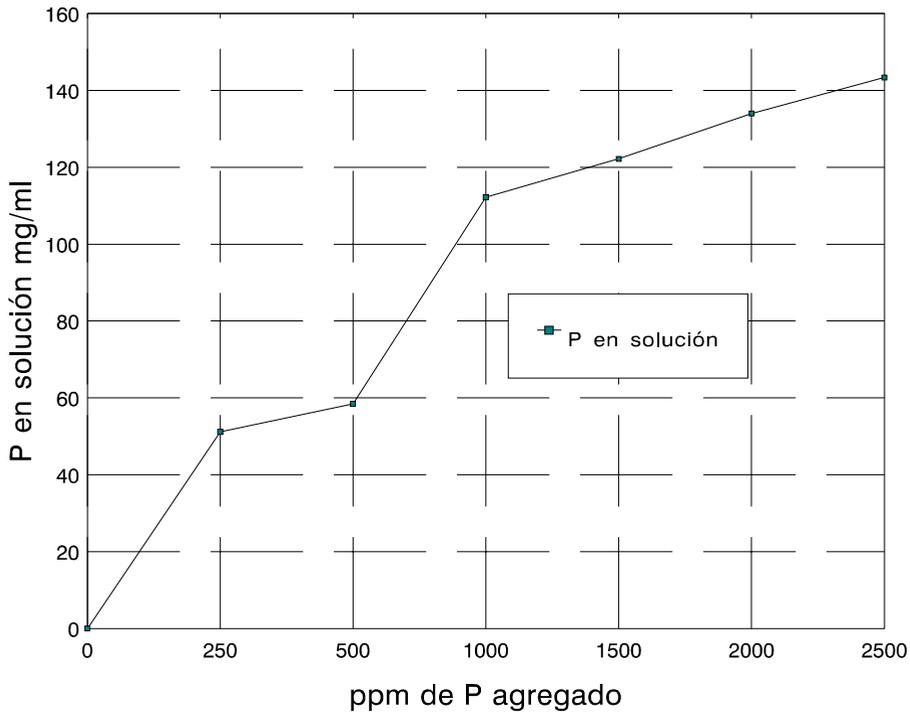


Figura 1. Isoterma de adsorción de fósforo tratamiento testigo.

En la figura 1 se puede observar la relación proporcional que guardan el fósforo en solución después de la fijación y los mg/kg de fósforo fijado, la cual es directa, ya que al aumentar la concentración de la solución de P utilizada; también aumenta los mg/kg de P fijado, por lo que el suelo en estudio tiene una alta fijación de fósforo.

Aplicación de los mejoradores

Los resultados de los análisis de filtrado de las columnas de suelo después de realizar las aplicaciones de los mejoradores (cuadros 4 y 5), las cuales se hicieron mensualmente, de las determinaciones de pH y C.E muestran que el suelo en estudio es fuertemente alcalino, respecto al pH (valores > 7.85 presentados en el cuadro 4); sin embargo, los mejoradores presentaron mejores resultados que el tratamiento siete (90-90-0) y el testigo, por lo que se puede notar un cambio favorable en el suelo, ya que el pH disminuyó de 8.5 (valor más alto encontrado en la primera aplicación) a 7.8 (valor más bajo encontrado en la cuarta aplicación). Respecto a la conductividad eléctrica C.E (Cuadro 5), se puede observar que en las tres primeras aplicaciones no se aprecian diferencias, pues los valores obtenidos son iguales, esto debido a que no se hicieron diluciones para la medición del extracto de salinidad en el puente de Wheastone, pero se considera una salinidad extremadamente alta, ya que representa el punto máximo de medición del aparato. En general, por los valores obtenidos, se puede señalar que al aumentar el nivel de las dosis utilizadas disminuye la conductividad eléctrica. Esta disminución se atribuye al efecto de los mejoradores, los cuales tienden a solubilizar las sales solubles del suelo, lo que facilita su lixiviación, por lo que la salinidad nativa del suelo disminuye.

Cuadro 4. Valores medios de pH, de los filtrados correspondientes a cada aplicación

Tratamiento	aplic.1	aplic.2	aplic.3	aplic.4	aplic.5	aplic.6	aplic.7
1	8.47	8.40	8.05	8.05	8.10	8.25	8.15
2	8.41	8.40	8.00	7.95	8.05	8.20	8.20
3	8.41	8.29	8.15	7.80	8.10	8.15	8.00
4	8.41	8.40	8.10	7.95	8.20	8.35	8.00
5	8.50	8.40	8.10	8.02	8.00	8.10	7.90
6	8.42	8.30	8.10	8.10	8.15	8.25	8.05
7	8.50	8.29	8.05	8.10	8.25	8.29	8.05
8	8.42	8.45	8.15	8.20	8.15	8.25	8.00

Cuadro 5. Valores medios de C.E (dS/m) de los filtrados, correspondientes a cada aplicación.

Tratamiento	aplic.1	aplic.2	aplic.3	aplic.4	aplic.5	aplic.6	aplic.7
1	>10	>10	>10	24.9	21.70	19.98	14.81
2	>10	>10	>10	34.8	28.30	24.97	18.31
3	>10	>10	>10	26.0	21.64	15.97	14.15
4	>10	>10	>10	29.0	23.30	25.80	15.81
5	>10	>10	>10	26.0	19.98	18.31	12.48
6	>10	>10	>10	34.8	29.96	18.31	14.98
7	>10	>10	>10	26.0	22.48	20.81	11.82
8	>10	>10	>10	29.0	24.97	18.31	14.98

En la figura 2 se presentan los resultados de C.E de las aplicaciones 4,5 6 y 7 en la cual se observa que los valores de C.E disminuyen con las aplicaciones realizadas, con una diferencia importante entre los rangos de la cuarta a la séptima aplicación.

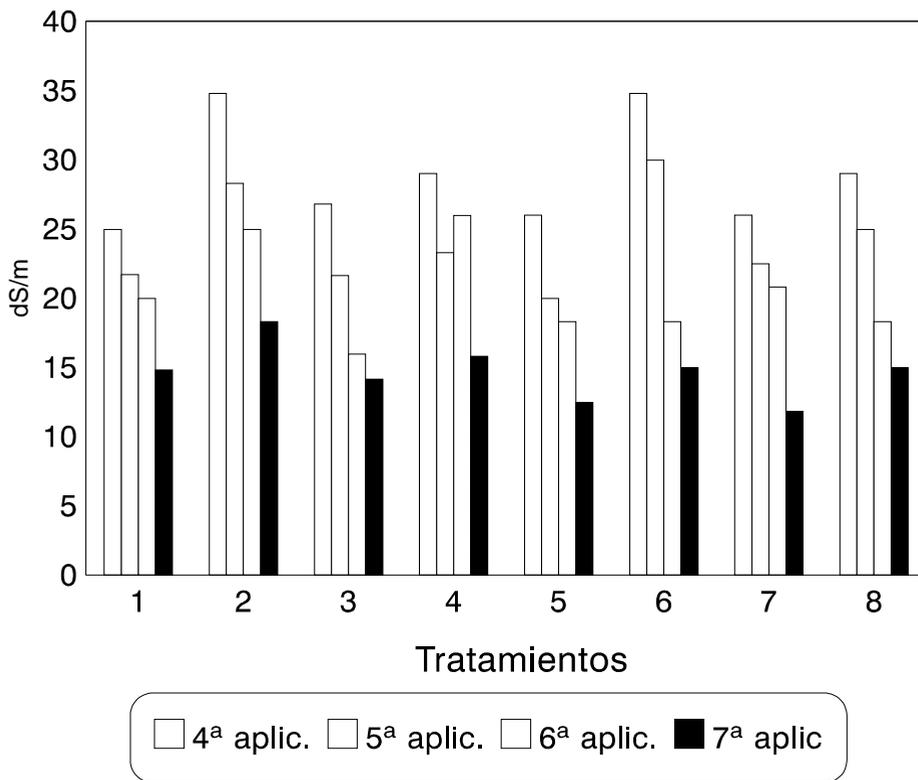


Figura 2. C.E (ds/m) de las aplicaciones 4,5,6 y 7

CONCLUSIÓN

Con los tratamientos uno (6 lt/ha de Algaenzims) y seis (24 kg/ha de Humik-900) se observaron los mejores resultados sobre la reducción de la salinidad.

Con la aplicación de la dosis más alta de Algaenzims (18 lt/ha) y la dosis más baja de Humik-900 (8 kg/ha), se obtuvieron los valores más altos de fósforo en solución.

El método de isotermas de adsorción nos permite estimar la energía de fijación del fósforo en el suelo. La representación de fósforo adsorbido frente a la concentración del mismo en la solución muestra que la cantidad adsorbida aumenta al aumentar la saturación total con la adición de la solución de fósforo (KH_2PO_4), por lo que el suelo tiene una alta capacidad de fijación.

La alta salinidad presente en el agua de riego limitó el efecto de los mejoradores utilizados en el suelo en estudio.

LITERATURA CITADA

- Baez, S.D. 1991 Utilización de algas marinas como acondicionador en suelo arcilloso. Tesis Licenciatura UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Carter, D.L., Bondurant, J.A., Robbins, C.W., 1971 Water soluble NO_3 -nitrogen, PO_4 -phosphorus and total Balance on a large irrigation, *Tract Soil Sci, Am Prol.* 35, 331-335.
- Contreras, N.M., 1985 Efecto de nueve mejoradores sobre propiedades selectas de un suelo calcáreo y el desarrollo del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) Tesis Maestría UAAAN.
- Martínez, S.J. 1992 Ácidos húmicos y fertilización en el cultivo del brócoli (*Brassica Oleracea* L) var. Itálica, Tesis Maestría UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Olsen, R.J., R, F, Hernsler y O.J. Attoe. 1970 Effect of manure application, aeration and soil pH on soil nitrogen transformation and on certain Test Values, *SSSAP* 34:222-225.

Ortega, R.M.M. 1986. Evaluación de métodos químicos para predecir el requerimiento, de fertilizante fosfatado del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L) en un suelo calcáreo con o sin perlita. Tesis Maestría U.A.A.N, Buenavista, Saltillo, Coahuila.