

Control de la salinidad en suelos de regiones húmedas

D. Merino Merino
Oficina Comarcal Agraria.
OIARTZUN.

J. Ansorena Miner
Laboratorio Agrario. ZIZURKIL.
Departamento de Agricultura
y Pesca.
Diputación Foral de Guipúzcoa.



« **E**n los invernaderos los suelos son cultivados en sistemas intensivos con aportaciones frecuentes y abundantes de fertilizantes. Es frecuente la aparición de una salinidad inducida.»

Introducción

Entendemos por *salinidad* la presencia en el suelo de cantidades elevadas de sales solubles. En el lenguaje habitual en la Ciencia del Suelo, se consideran sales solubles aquellas cuya solubilidad es superior a la del sulfato cálcico dihidrato (yeso) e insolubles las de solubilidad inferior al carbonato cálcico (caliza).

La importancia del control de la salinidad radica en su efecto adverso sobre el crecimiento de las plantas, que se refleja en una disminución de los rendimientos de los cultivos. Ello es debido al efecto osmótico producido por concentraciones elevadas de sales disueltas en la solución del suelo, que dificulta la absorción de agua por las raíces de las plantas.

Normalmente, los suelos salinos se presentan en regiones áridas, a causa de la acumulación de sales en su movimiento ascendente hacia la superficie del suelo, a medida que se evapora el agua en que se hallan disueltas. En otros casos, la acumulación de sales se produce como consecuencia del riego continuado con aguas salinas o de un deficiente sistema de drenaje, por el ascenso del nivel freático de aguas marinas, etc.

Frente a esta salinidad *natural*, propia de los suelos de zonas de escasa pluviosidad, los suelos de regiones húmedas rara vez presentan naturaleza salina, debido al proceso de lava-

do al que son sometidos por la acción del agua de lluvia. Sin embargo, cuando (como es el caso de los invernaderos) dichos suelos son cultivados en sistemas intensivos con aportaciones frecuentes y abundantes de fertilizantes, con restricciones al lavado natural por el agua de lluvia y, en ocasiones, con sistemas de drenaje deficientes, es frecuente la aparición de una salinidad *inducida* por algunos de estos factores.

Métodos de control de la salinidad

Existen diversos métodos de medida de la salinidad de los suelos, que han sido objeto de una amplia revisión bibliográfica y evaluación experimental (R. Aragués et al., 1986).

Aunque su uso se halla poco extendido, la tendencia más reciente parece orientarse hacia los métodos de medida «in situ» de la salinidad, a través del empleo de diferentes tipos de sondas. Ello es debido en parte a las limitaciones propias de los métodos de laboratorio, que van desde el muestreo a la interpretación de resultados, pasando por las operaciones de acondicionamiento de la muestra, su análisis químico, etc. Otra de las razones del abandono progresivo de los métodos de laboratorio se halla en el empleo indiscriminado de los mismos en todo tipo de situaciones. Así, el método Oficial del Ministerio de Agricultura, del extracto de pasta



Cultivo de iris en invernadero. Se detectan problemas por salinidad en las zonas donde el crecimiento es muy pobre.

saturada, que fué desarrollado para suelos salinos de regiones áridas de los Estados Unidos, se viene utilizando en la mayoría de los laboratorios sin tener en cuenta la naturaleza de los suelos (de regiones áridas o húmedas), el sistema de cultivo (al aire libre o protegido), el objetivo del análisis (Fertilidad o Edafología), etc.

Aparte de la subjetividad inherente a la estimación del punto final de la pasta saturada, su preparación y posterior análisis del extracto resultan muy laboriosos, por lo que el método del extracto saturado (que puede resultar conveniente en suelos de naturaleza salina o en estudios edafológicos), presenta un interés muy limitado para el asesoramiento en Fertilidad de suelos de regiones húmedas sometidos a cultivos intensivos, como es el caso de los invernaderos.

Debido a las limitaciones mencionadas, se han desarrollado métodos consistentes en medir la conductividad de extractos acuosos de suelo con diferentes relaciones suelo: agua, que van desde 1:1 a 1:10. Con ello se consigue simplificar enormemente pero simultáneamente se introducen diversas fuentes de error. Esta es la razón por la

Tabla 1: Índices de conductividad para extractos de suelos minerales y sustratos basados en tierra. (Maff, 1986).

Índice	Conductividad (μ s)
0	1.900-2.200
1	2.210-2.400
2	2.410-2.600
3	2.610-2.700
4	2.710-2.800
5	2.810-3.000
6	3.010-3.300
7	3.310-3.700
8	3.710-4.000
9	> 4.000

que su empleo agronómico ha quedado reducido al carácter de pruebas previas, que permiten descartar la presencia de salinidad y evitar, por tanto, la preparación del extracto saturado.

Método propuesto

Según se ha dicho, el sulfato y el carbonato cálcico son sales prácticamente insolubles en agua, por lo que permanecen precipitadas en los suelos que contienen yeso o caliza, sin contribuir a la salinidad. Sin embargo, a medida que se aumenta la dilución de la muestra de suelo en agua en la preparación de un extracto acuoso, se van solubilizando dichas sales. Así, el contenido en sales disueltas totales aumenta al pasar del extracto saturado al extracto 1:5, de dos a nueve veces en los suelos que contienen yeso y en torno a dos veces en los calizos:

De ahí que en ambos tipos de suelos no exista correspondencia entre la conductividad del extracto 1:5 y la del extracto saturado. En consecuencia, el valor del extracto 1:5 queda limitado con fines de diagnóstico al de una prueba previa excluyente de salinidad, que de resultar positiva ha de ser confirmada con la del extracto saturado,

Tabla 2: Índice de conductividad y crecimiento de los cultivos (Maff, 1986)

Incidencia en el crecimiento	Todas las plantas de semillero, plantas de vivero en contenedor, lechuga, bulbos	Berenjenas, coles, apio, crisantemos, pepino, rosas, pimientos	Claveles, tomates
No hay restricción del crecimiento	0 a 2	0 a 3	0 a 4
Posibilidad de restricción del crecimiento en plantas jóvenes	3 y 4	4 y 5	5 y 6
Probabilidad de graves efectos	más de 4	más de 5	más de 6

Tabla 3: Necesidades de agua para el lavado de las sales. (Maff, 1986)

Tipo de suelo	Indice de conductividad						
	Menos de 3	3	4	5	6	7	Más de 7
Suelos arenosos	Nada	15	15	25	35	50	70
Otros suelos	Nada	25	25	35	50	70	100

mucho más lenta y laboriosa.

El inconveniente anterior puede soslayarse sustituyendo el agua como líquido extractante por una solución saturada de sulfato cálcico, ya que la misma no extraerá yeso ni caliza. De esta forma, el aumento de conductividad en el extracto será una medida de la salinidad efectiva del suelo (J. López Ritas et al., 1985) que algunos autores proponen para evaluar el riesgo de salinización por aguas de riego.

En un estudio comparativo entre el extracto saturado y los extractos 1:2,5 (relación en peso y en volumen) con agua y con solución satura-

da de sulfato cálcico, Massey y Winsor (1967) obtuvieron la mejor correlación con el rendimiento de la lechuga para la conductividad del extracto 1:2,5 (en volumen) con solución saturada de sulfato cálcico. Dicho extracto resultó ser también el que mejor se correlacionaba con la calidad del tomate, por lo que fué adoptado como método oficial del Servicio de Asesoramiento y Desarrollo Agrícola del Reino Unido (MAFF, 1981).

El método consiste simplemente en tomar, con cuchara calibrada, 20 ml de suelo secado al aire y tamizado a 2 mm y ponerlos en contacto con 50

ml de solución saturada de sulfato cálcico (cuya conductividad específica a 20°C es de 1.960 µs). Tras 15 minutos de agitación en un agitador de vaivén a unas 200 r.p.m., se filtra a través de papel de filtro Whatman nº 2 y se mide la conductividad del filtrado a 20°C. En esta misma solución puede determinarse el contenido en nitratos con electrodo selectivo de ion nitrato. Si la densidad aparente de la muestra de suelo se halla fuera del intervalo 0,98-1,02 g/ml, se aplica una corrección que hace válido el método tanto para suelos minerales como para sustratos orgánicos y diferentes mezclas de arena y turba.

Al igual que con los resultados de los nutrientes asimilables, para facilitar el manejo de los resultados analíticos se divide el rango de conductividades comprendido entre 1.900 y 4.000 µs en diversos intervalos, a cada uno de los cuales se le asigna un Índice (Tabla 1).

El incremento de la conductividad del extracto respecto del valor 1.960 µs del extractante, nos da una media del nivel de sales solubles en el suelo y, por tanto, del grado de salini-

NITRATO DE MAGNESIO

(Cristal Soluble)

Es la forma más adecuada de aplicar el magnesio a sus cultivos por:

- Su rapidez de acción debido al Nitrógeno nítrico que acompaña al Magnesio.
- Su facilidad de utilización: vías foliar, suelo, goteo, etc.
- Su gran solubilidad el 50% (500 grs. en 1 litro de agua)



ANDRES ANDREU, S.A.

Ctra. Nacional II, Km. 450'800 - Tel. (973) 79 64 00
 SOSES (Lleida)
 Oficina central: Alfred Pereña, 54 - Tel. (973) 23 17 39
 25004 LLEIDA
 Delegación Levante:
 Tel. 158 31 62 - PATERNA (Valencia)

DESARROLLA este producto (exento de cloruros) con la marca:

NITRAMAG Mg. . . . 9%
 N (nítrico) 11%

NITRAMAG, es el Magnesio imprescindible en la agricultura intensiva



Cultivo de tulipán en invernadero. En la fotografía aparecen círculos donde el crecimiento de las plantas es mucho menor.

Tabla 4: Interpretación del Índice de Nitratos para suelos de invernadero. (Maff, 1986)

Índice de nitratos	Nitrógeno nítrico (NO ₃ -N) (mg/l)	Interpretación
0	0-25	Bajo para suelos de invernadero.
1	26-50	Nivel satisfactorio para lechuga y crisantemos.
2	51-100	Nivel adecuado para tomate, pepino, crisantemos, pimiento, berenjena y apio.
3	101-150	Nivel adecuado para clavel.
4	151-250	Nivel innecesariamente elevado para algunos cultivos sobre suelos minerales.
5	251-350	Valores excesivos para cultivos sobre suelos minerales.
6	más de 350	Valores excesivos para cualquier cultivo.

dad del mismo. Hasta unos 2.600 µs de conductividad (Índice 2), normalmente no se produce restricción al crecimiento de ningún cultivo; por encima de dicho valor, los cultivos pueden verse afectados con mayor o menor intensidad, dependiendo de su sensibilidad al exceso de sales (Tabla 2).

La Tabla 3 indica las cantidades de agua que deben aportarse para hacer descender el Índice de conductividad hasta un valor inferior a 3. Dichas cantidades son adicionales a las que se necesitan para llevar el suelo a su capacidad de campo.

Como ya se ha indicado en el mismo extracto en que se mide la conductividad puede determinarse el contenido en nitratos del suelo de una manera muy sencilla, por lo que en nuestro laboratorio lo hacemos rutinariamente.

Tras varios años de actividad, en los que hemos analizado por este método miles de muestras de suelo de la provincia de Guipúzcoa, podemos afirmar que, en la práctica totalidad de los casos de salinidad detectados, la misma ha sido debida a un nivel elevado de nitratos (Tabla 4) que, frecuentemente, van acompañados de valores altos de potasio asimilable.

Sólo en contadas ocasiones, los valores elevados de conductividad no se correspondieron con concentraciones igualmente altas de nitratos o potasio. En tales casos, la presencia de niveles excesivos de cloruros y/o sodio permitió explicar la presencia de salinidad como debida a otros orígenes diferentes del abonado con nitratos: riego con aguas salinas (en zonas próximas al mar), empleo erróneo de cloruro potásico en inver-

Desde Holanda a todos los puntos de España en camiones especiales frigoríficos. Desde pequeños a grandes envíos



Contacte con sus especialistas:



Top Transport, s.a.

Nápoles 216-218, 5o 3a
08013 Barcelona
Telf: (93) 257 55 57-257 62 91
Fax: (93) 257 26 34. Télex: 97616 TOPSA

Transporte de:

- BULBOS DE FLORES
- PLANTAS VIVAS
- FLORES CORTADAS
- ESQUEJES



COPEX INT. EXP. B. V.

Weerlaan, 3
2180 AA HILLEGOM - HOLANDA
Telex: 41028

Tabla 5

	Antes del lavado	Tras el lavado	
		Obtenido	Previsto
pH	7,5	7,6	---
Conductividad, μ s	2.540	2.360	2.350
Nitratos, mg/l	136	79	85
Fósforo asim., mg/l	68	62	68
Potasio asim., mg/l	394	419	283
Magnesio asim., mg/l	251	256	200



Cultivo de lechuga en invernadero. Los efectos de la salinidad aparecen en círculos, zonas con pérdida de plantas, crecimiento pobre y mal acogollado.

naderos, adición de arenas marinas no lavadas, etc.

Una vez conocida la cantidad de agua necesaria para el lavado de un suelo de invernadero en que se ha detectado salinidad, pueden predecirse los cambios que dicho aporte de agua producirá en el contenido de nutrientes del suelo. En efecto, Skinner (1981) estudió la influencia de las aplicaciones de agua de lavado en los niveles de conductividad y de nutrientes asimilables del suelo, obteniendo las siguientes ecuaciones: $NO_3 = 0,00466 \times W \times (NO_3)_{inic} (r^2 = 0,72)$
 $K = 0,00344 \times W \times K_{inic} (r^2 = 0,80)$
 $Mg = 0,00246 \times W \times Mg_{inic} (r^2 = 0,61)$
 $Cond = 0,00392 \times W \times (Cond_{inic} - 1,960) (r^2 = 0,85)$

Siendo:

W = Cantidad total de agua aplicada, en l/m^2 .
 = Representa el incremento de concentración de cada nutriente en mg/l, o de la conductividad en s.

No se observó influencia del agua de lavado en el nivel de fósforo asimilable, que se mantiene prácticamente constante.

Las ecuaciones anteriores permiten predecir los cambios producidos en función de las cantidades totales de agua de lavado y resultan particularmente útiles cuando no se dispone de análisis de suelo posterior al lavado.

En la Tabla 5 se exponen los resul-

tados de los análisis de un suelo de invernadero de textura franco-arcillosa que fué lavado, por error, con $82 l/m^2$ de agua para rebajar su conductividad.

Al comparar los resultados de las dos últimas columnas, se observa que el poder de predicción de las ecuaciones anteriores es bastante bueno para conductividad y nitratos, confirmándose también la constancia del nivel de fósforo asimilable. No ocurre lo mismo con los niveles de potasio y magnesio, en consonancia con lo que venimos observando en la generalidad de casos; para estos nutrientes, el valor predictivo de las ecuaciones es buena a altas concentraciones (por encima de 600 y 300 mg/l, respectivamente), en las cuales se encuentran presentes en gran medida en la solución del suelo, como los nitratos. Por debajo de dichos valores se halla, al parecer, fuertemente fijados en el complejo de cambio y son lavados de menor medida que los previstos por las ecuaciones. Esta es la razón por la que sus concentraciones se mantienen prácticamente constantes con el lavado, de forma semejante a lo que ocurre con el fósforo.

Conclusiones

Se describe un método sencillo, rápido y económico de control de salinidad en suelos de regiones húmedas. La validez del mismo, utilizado por el Servicio de Asesoramiento y Desarrollo Agrícola del Reino Unido, ha sido confirmada en nuestras condiciones tras el análisis de gran número de muestras de suelos de invernadero.

El método propuesto permite diagnosticar rápidamente la existencia de salinidad y su origen a través de una sencilla extracción, sin necesidad de recurrir a la preparación de la pasta saturada.

El valor de conductividad del extracto obtenido permite conocer la cantidad de agua necesaria para el lavado del exceso de sales. La disminución de la concentración de éstas tras el lavado, puede confirmarse por un posterior análisis o, cuando esto no es posible, de una manera aproximada a través de diversas ecuaciones. 

Bibliografía

Aragués, R.; Millán, M.; Quílez, D.; Fernández, M. (1986). Métodos de medida de la salinidad del suelo, I y II. Comunicaciones I.N.I.A. Serie: General, nº 18.
 López Ritas, J.; López Melida, J. (1985). El diagnóstico de suelos y plantas. 4ª Edición. Mundi-Prensa.
 Massey, D.M.; Winsor, G.W. (1967). Soil salinity. Rep.

Glasshouse Crops Res. Inst., p. 72.
 Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. (1981). Técnicas de Análisis de suelos, vegetales y piensos. Ed. Academia.
 Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. (1986). Fertilizantes. Normas y recomendaciones para cultivos agrícolas y hortícolas. Ed. Acribia.
 Skinner, R.J. (1981). Reducing nutrient levels in glasshouse soils by leaching with water, a survey. Exp. Horticulture, 32, 55.