

**LIXIVIACION PARA EL MANEJO DE LA SALINIDAD
EN CESPEDES**

Cuando las sales son un problema, la lixiviación es la solución (I parte)

A continuación presentamos la primera parte de la traducción del artículo original de R.N.Carrow, M.Huck, y R.R.Duncan presentado en el número de Noviembre/Diciembre del Green Section Record de la USGA. Recordamos que R.R.Duncan fue ponente en el 1^{er} Simposio de Golf, Agua y Medio Ambiente (2001). En el próximo número presentaremos la segunda parte.

¿Qué tipo de problema de salinidad?

1. *Un alto contenido en sales totales es el problema más común y dañino (suelos salinos y salino- sódicos). Se mide mediante la conductividad eléctrica (EC) en el agua de riego (ECw) o en el suelo (ECs, del extracto saturado). Cuando el nivel de sales solubles en la zona radicular pasa a ser excesivo la absorción*

de agua por el césped se ve reducida, situación a la que nos referimos como sequía fisiológica. Esta sequía inducida por la salinidad causa los típicos síntomas, incluyendo la marchitez, o la reducción del ritmo de crecimiento, incluso cuando la humedad en el suelo parece la adecuada. Si el estrés continúa el césped comienza a menudo a presentar clorosis y a perder calidad.

Estos síntomas se confunden muy habitualmente con lesiones producidas por enfermedades.

La forma más fácil de solucionar los problemas salinos es la lixiviación del exceso de sales solubles. Ya que las sales son en su mayoría solubles y se encuentran en la solución del suelo después de un buen riego, el desplazamiento de estas requiere menor esfuerzo y menor cantidad de agua. Sólo se necesita la aplicación suficiente de agua; ninguna otra enmienda mejorará el movimiento de sales a no ser que existan otros problemas específicos con el suelo o con el agua. Si conseguimos el movimiento suficiente de agua a través del suelo, se necesitaría entre 1 y 4 semanas para conseguir la lixiviación de un exceso de sales. Sin embargo la acumulación excesiva de sales solubles pueda reaparecer rápidamente debido bien a la adición de nuevas sales con el agua de riego si no son seguidas de un lavado posterior, bien al ascenso por capilaridad de sales solubles de las capas más profundas a las zonas alrededor de las raíces.

2. *Un exceso de los niveles de sodio (Na^+) en el suelo puede llevar a problemas de toxicidad específica de este ión en los tejidos radiculares o a la rotura de estructura del suelo (suelos sódicos o salino-sódicos). Esta condición se evalúa mediante el SAR del suelo (nivel de adsorción de sodio), el SARw (SAR del agua de riego), y el valor del RSC en el agua de riego (carbonato sódico residual).*

Los efectos de la toxicidad específica este ión en los tejidos radiculares en las gramíneas junto con una alta salinidad total puede resultar en una mayor severidad de los síntomas de estrés hídrico. La pérdida de estructura del suelo debido al exceso de sodio sobre los sitios de intercambio catiónico de los coloides (arcillas, materia orgánica coloidal...) causa: una reducción en los niveles de percolación/infiltración/drenaje, baja oxigenación del suelo, que limita aun más la formación de raíces, suelos encharcados y poco drenados, y a veces capas negras sintomáticas.

La lixiviación del sodio requiere la adición de alguna fuente de Ca^{++} soluble para desplazar al Na^+ de los sitios de intercambio catiónico. Cuando esto ocurre el sodio entra en disolución y puede ser lavado. *Es importante que la fuente de calcio soluble se añada siempre que utilicemos agua de riego con alto contenido de sodio. Si no fuera así el problema volvería pues el exceso de calcio sería lavado y el sodio en el agua de*

riego volvería a ocupar los sitios de intercambio catiónico, produciéndose el sellado típico posterior de la superficie del suelo.

Comparado con la eliminación de un alto contenido en sales totales, se necesita mayor tiempo y mayor cantidad de agua moviéndose a través del suelo para remediar suelos con exceso de sodio. Generalmente lleva alrededor de un año recuperar suelos con problemas de estructura debido al sodio, aunque el riesgo de toxicidad específica tan solo necesite entre 1 y 4 semanas para eliminarse. Obviamente, prevenir la aparición de condiciones sódicas en un suelo es mucho más importante y fácil que recuperar un suelo sódico.

3. *La toxicidad en el suelo de sales de boro (B) es otro problema de tipo salino que requiere lixiviación. Debido a que el ión boro se adsorbe en el suelo se necesita entre 2 y 3 veces mas agua de lixiviación si lo comparamos con el volumen necesario para lavar un exceso de sales totales. Además del lavado del suelo se puede eliminar el exceso de boro que se acumula en la punta de las hojas mediante la recogida de los restos de siega. Esta medida se puede usar como método suplementario para la reducción de sales totales y de sodio.*

Factores de suelo

Existe un número de características del suelo que influyen el movimiento y la retención de las sales y del agua y, por ello, las prácticas de lixiviación. Las mayores diferencias las encontramos cuando comparamos suelos arenosos (arenas, suelos franco arenosos o arenoso-francos) con suelos pesados (con cantidades apreciables de arcillas y limos). Los primeros son típicos de greenes de arena mientras que los segundos los encontramos en greenes de tierra (push-up), calles y tees.

1. La **capacidad de intercambio catiónico** (CEC), es la habilidad de un suelo para retener cationes, y es mucho mayor en suelos pesados o de partículas finas que en arenas. Por ello se requieren menores cantidades de sales totales, sodio o boro en un suelo arenoso para que se presenten problemas de salinidad comparado con los suelos pesados, y estas sales se acumulan fácilmente en la solución del suelo donde son más activas. Aunque las sales llegan antes a los niveles peligrosos, también se lixivian por lavado más fácilmente.
2. Los **macroporos**, aquellos poros de diámetro mayor a 0.12 mm, se encuentran en mayor cantidad en los suelos areno-

"Manejo de la salinidad" es sinónimo de "lixiviación de sales". La lixiviación es la práctica de manejo más importante usada para aliviar o prevenir el estrés salino en céspedes. En especial cuando las aguas de riego contienen cantidades apreciables de sales, los encargados del mantenimiento del césped deberían centrarse en "mantener las sales en movimiento".

Aunque este principio parece simple, conseguir un programa de lixiviación efectivo que mantenga las sales en movimientos hacia zonas más profundas del sistema radicular resulta complejo. El manejo de las sales se ve influenciado por: el tipo de sales, los factores de suelo, la cantidad y calidad del agua, las lluvias, la especie y variedad de césped, y la época del año. En este primer artículo, después de examinar los problemas de salinidad, se analizan los dos primeros factores (tipo de sales y factores de suelo), usando ejemplos prácticos de situaciones típicas de campo.

Los macroporos juegan un papel crucial en el movimiento del agua a través de la superficie del suelo (infiltración), a través de la zona radicular (precolación) y más allá de esta (drenaje). No se puede conseguir una lixiviación de forma efectiva si no se encuentran macroporos en el suelo, y en todo el perfil.

Tan solo la presencia de una fina capa en la que no existan muchos macroporos provocara la disminución del paso de agua y la acumulación de sales por encima de está. Cualquier capa u horizonte en el suelo que limite el movimiento del agua será un inconveniente para poder lixiviar, ya sea en la superficie (compactación superficial) o en el subsuelo (horizonte B, capa compactada por pinchado, capas enterradas producidas por la deposición de finos...). Las labores de aireación para mejorar la infiltración y precolación (técnicas de aireación profundas) se hacen principalmente para producir macroporos temporales. Si los agujeros del pinchado se rellenan de arena los macroporos durarán más tiempo. Por ello los encargados del mantenimiento deberán estar familiarizados con el perfil del suelo y deberían saber si existen o no macroporos para la lixiviación efectiva de las sales a capas mas profundas o a las líneas de drenaje.

3. El **tipo de arcillas** tiene una gran influencia en el movimiento del agua. Aquellas arcillas que no son expansivas (kaolinita, óxidos de Fe/Al) se llaman arcillas de tipo 1:1 y no se agrietan cuando se secan ni se hinchan sellando el suelo cuando se humedecen. El beneficio obtenido con las técnicas de cultivación dura mas en las arcillas 1:1 que en las 2:1. Además se necesita una mayor cantidad de Na^+ en los sitios de intercambio catiónico de las 1:1 para romper la estructura del suelo, generalmente a niveles de saturación mayor a 24% Na comparado con el 9% de las del tipo 2:1 (montmorillonita, illita). Generalmente las del tipo 1:1 son más resistentes a la compactación. Dado que las arcillas del tipo 1:1 se desarrollan en zonas húmedas de alta precipitación anual, a menudo presentan un horizonte B donde el contenido en arcillas es mayor debido al movimiento descendente de partículas a lo largo de los años. Por ejemplo muchas arcillas rojas Piedmont (1:1) contienen entre un 40% y un 50% de arcillas en el horizonte B frente al 15% y 25% encontrado en el horizonte A, por lo que el movimiento del agua es menor a lo largo del horizonte B.

En las regiones áridas y semiáridas, donde los problemas de salinidad son comunes, predominan las arcillas del tipo 2:1. Sin embargo se pueden encontrar en la mayoría de las zonas climáticas. Cuando se secan las arcillas del tipo 2:1 se "auto cultivan" pues se forman grietas de forma natural. Desgraciadamente, cuando estas arcillas se llevan hasta condiciones de humedad adecuadas se hinchan y pierden la mayoría de los macroporos. Cuando en este tipo de suelos se desarrollan problemas de salinidad es necesaria la aireación profunda y el relleno de los agujeros del pinchado con arena o con arena y yeso (suelos sódicos) para mantener un número suficiente de macroporos al menos a la profundidad del pinchado.

4. Es importante mantener una **buena estructura** en los suelos de textura fina (arcillas) para mantener los macroporos. Conforme se forman los agregados en el suelo los macroporos se van estableciendo entre estas unidades estructurales. La compactación debida al uso recreacional del césped destruye muchos macroporos en los primeros 5-10 cm del suelo, aunque aquellos que tengan una buena estructura normalmente conservan macroporos a mas profundidad. Las arcillas del tipo 2:1 son mucho más sensibles a la compactación que las del tipo 1:1. Los suelos arenosos con un contenido en arena mayor al 85% presentan un buen contacto entre partículas, lo que crea muchos macroporos y confiere al suelo de una alta resistencia a la compactación. Si a estos suelos se les añaden finos o materia orgánica en exceso que pudiera rellenar la mayoría de los macroporos, los niveles de infiltración decrecerían, aunque generalmente las arenas poseen una infiltración alta que permiten un buen lavado de sales. Aunque altos contenidos de Sodio no causan la rotura de estructura cuando hablamos de granos de arena, si pueden producir la dispersión de cualquier partícula coloidal (arcilla o materia orgánica natural) que sería susceptible de migrar. Lagos, arroyos, o estanques con una alta turbidez pueden llevar finos si se utilizan para aportar agua de riego. A menudo estas partículas finas se depositan a la profundidad que alcanza el agua de riego y pueden generar con el tiempo una capa diferenciada y eventualmente formar una capa negra. Esta secuencia de hechos imposibilitaría de hecho el lavado de sales. Tal y como se mencionó anteriormente un contenido alto de sodio causa el

deterioro de la estructura de los suelos finos. Esto es especialmente grave en las arcillas de tipo 2:1 ya que de por sí presentan una baja capacidad de drenaje debido a su facultad natural de expandirse y sellarse. Un alto contenido en sodio reduce aun más el movimiento del agua a través del suelo en todo su perfil.

- El **ascenso por capilaridad** de la disolución del suelo y de las sales solubles en la ella se produce a través de los microporos (poros de menos de 0.12 mm de diámetro) y puede resultar en una redistribución de las sales en el perfil del suelo. Cuando aplicamos una gran cantidad de agua para provocar el lavado de sales, la concentración de éstas cerca de la superficie del suelo se vuelve similar a la del agua de riego, aumentando desde aquí con la profundidad. Cuando se producen condiciones de evapotranspiración (ET) altas, muchas sales pueden ascender por acción de la capilaridad o de la transpiración de la planta si la fracción de lixiviación es menor que el valor de la ET (tabla 1). Las sales ascenderán hasta la zona radicular acumulándose entonces cerca de la superficie (figura 1).

Es ascenso de sales por capilaridad será más rápido en los suelos finos que en los de estructura gruesa debido a que los primeros poseen mayor número de microporos. Otros factores que pudieran incrementar el ascenso por capilaridad serían los niveles bajos de lixiviación, una ET alta o la profundidad de la capa freática.

- El **nivel de la capa freática** es otro factor que afecta al manejo de la salinidad. A menudo los suelos donde se establecen céspedes se desarrollan estratos que inhiben la precolación de agua y el drenaje. Esto puede crear capas colgantes de

agua temporales al interrumpirse o ralentizarse el movimiento del agua al alcanzar estos estratos. Las sales se acumulan entonces sobre esta capa y pueden ascender si se producen condiciones de alta ET o baja lixiviación. La cantidad de agua necesaria para que se produzca una lixiviación neta en un régimen de ET bajo puede no ser suficiente bajo condiciones cálidas y secas (tabla 1).

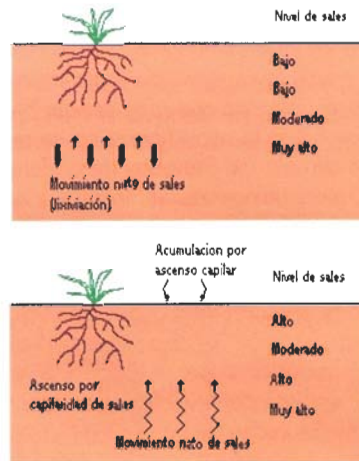


Figura 1

Capas por debajo de los 30-90 cm de la superficie a veces se pasan por alto en regiones áridas o semiáridas donde es infrecuente que se produzcan lluvias copiosas. Pero estas *capas ocultas* pueden contribuir a la acumulación de sales de tal forma que cuando se reúnan las condiciones que favorezcan el ascenso de sales por capilaridad se alcancen concentraciones de sales en superficie muy altas.

En muchos suelos con céspedes encontramos que las capas que limitan la precolación y el drenaje poseen muy pocos macroporos. La profundidad a la que se realizan las labores de cultivación debe traspasar completa-

Tabla 1
Evapotranspiración media del césped bajo buenas condiciones de riego para distintas zonas climáticas

Situación climática	Evapotranspiración media (mm por día)
Húmedo frío	2.5-3.75
Húmedo seco	3.75-6.25
Templado húmedo	3.75-5
Templado seco	5-6.25
Cálido húmedo	5-6.25
Cálido seco	6.25-8.75

ET varía según especie/variedad de césped, velocidad del viento, nivel de mantenimiento, etc. Pero estos valores pueden ser referencias. Así mismo al reducir el nivel de agua en el suelo se reduce la ET rápidamente.

mente estas capas para ser efectiva en el mantenimiento del flujo del exceso de agua de riego o de lluvia.

Otro tipo de capa colgante de agua se encuentra en los perfiles de sustratos de construcción con alto contenido de arena, como los que encontramos en los greens recomendados por la USGA. En estos casos contamos con un gran número de macroporos pero se necesita una cantidad de agua determinada para romper la tensión de la capa colgante y producir "vaciado" de ésta y el drenaje rápido del exceso de agua.

Durante los meses de verano en los que la ET es mayor, la cantidad de sales acumulada en la capa colgante puede ascender hacia las raíces y hasta la superficie si no se realizan lavados completos. Periodos de prolongada sequía, altas temperaturas, vientos y humedad relativa baja pueden acrecentar el ascenso por capilaridad de las sales.

Aparte de las capas colgantes de agua, a veces nos encontramos que el nivel freático se encuentra muy cerca de la superficie. El margen por encima del cual actúa la capilaridad por encima del nivel freático en condiciones semisaturadas de agua es de 25 a 100 mm en arenas y de 100 a 150 mm en arcillas. Sin embargo, bajo condiciones de altas ET y bajo nivel de lixiviación las sales pueden

ascender por encima de estos márgenes. El ascenso por capilaridad en suelos de textura fina esta fuertemente controlado por las condiciones climáticas (ET...) hasta profundidades de 1-1.5 metros.

Otro problema con capas freáticas muy superficiales se presenta cuando usamos aguas de mala calidad para el riego. La necesidad de grandes cantidades de agua para lavar los suelos puede provocar que el nivel de la capa freática ascienda aún mas provocando la salinización masiva de la zona radicular. En aquellas zonas en las que la capa freática pueda ascender es necesario encontrar medios de bajarla.

7. El **volumen total de poros** (volumen de poros VP) de un suelo puede influenciar la lixiviación de las sales. Suelos con un VP alto requieren mas agua para lixiviar la misma cantidad de sales. El VP de las arenas, limos y arcillas es de 35% a 40%, 40% a 50% y 45% a 55% respectivamente. Por lo tanto los suelos mas de textura mas fina requieren mas agua para ser lavados que los mas arenosos.

*Rafael Gonzalez-Carrascosa Bassadone
Alicante Golf. Hansa Urbana.*

Para contratar publicidad en las próximas ediciones de la revista

Contacte con nosotros:

Asociación Española de Greenkeepers

Adriá Gual, 10 - Local 3 - 08190 SANT CUGAT (Barcelona)

Tel.: 93 590 97 13 • Fax: 93 590 97 22

E-mail: greenkeepers@terra.es - Web: www.greenkeepers.biz