

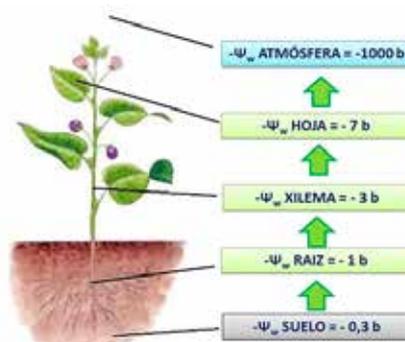
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA Y SALINIDAD

Dentro de la agricultura, la productividad de los cultivos está determinada por diversos factores, tanto bióticos como abióticos, y dentro de éstos últimos se encuentran las propiedades fisicoquímicas de los suelos. Una variable que determina la calidad y fertilidad del suelo agrícola es el contenido de sales presentes.

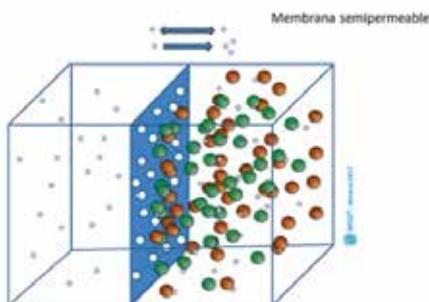
Estas sales aumentan el potencial osmótico de la solución de suelo, reduciendo al mismo tiempo la disponibilidad de agua para las plantas, aunque el suelo muestre altos niveles de humedad.

IMPORTANCIA DE LA SALINIDAD Y LOS PROCESOS QUE REGULA

El movimiento del agua en los sistemas agrícolas (suelo-planta-ambiente) se produce mediante gradientes de potencial hídrico (Ψ). Así, para absorber la solución nutritiva, las raíces deben tener en su interior un potencial hídrico menor que el del suelo: esto lo consiguen mediante concentraciones muy elevadas de sales en el interior de sus tejidos (circulación de agua por gradiente osmótico y presión radical) y gracias a la fuerza de succión generada por la transpiración.

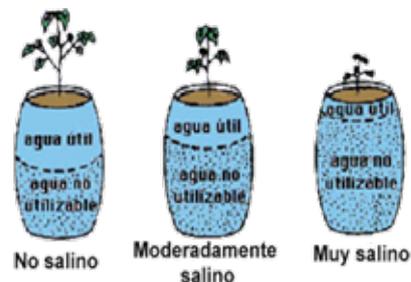


Hay que tener presente que dejando a un lado el efecto de la gravedad, el Ψ del agua del suelo está compuesto por dos fuerzas: el potencial matricial (depende de la textura y las propiedades físicas del suelo) y el potencial osmótico (salinidad). Así, para un mismo tipo de suelo, las raíces deberán gastar más energía en absorber agua cuanto mayor sea el potencial osmótico de la solución del suelo, que aumenta de forma proporcional a su contenido en sales.



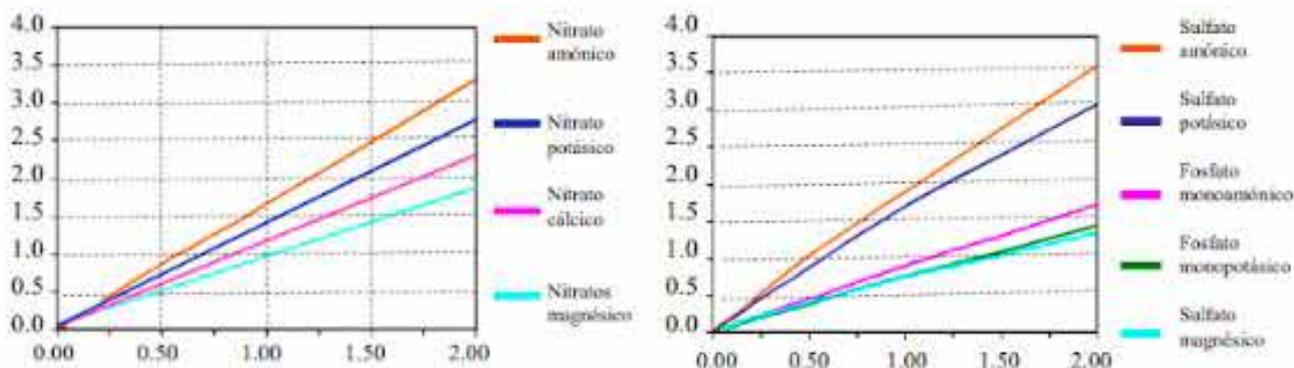
De esta manera, es fácil entender porque es tan relevante este parámetro en el manejo agrícola, pues regula uno de los procesos fundamentales en el metabolismo vegetal.

La técnica para medir dicha salinidad es a través de la Conductividad Eléctrica (CE). Esta mide la capacidad del suelo para conducir corriente eléctrica al aprovechar las propiedades de las sales en la conducción de electricidad. Por lo tanto, la **CE mide la concentración de sales solubles presentes en la solución del suelo.**



Los fertilizantes empleados en agricultura, como cualquier otra sal, incrementan el valor de la CE del suelo.

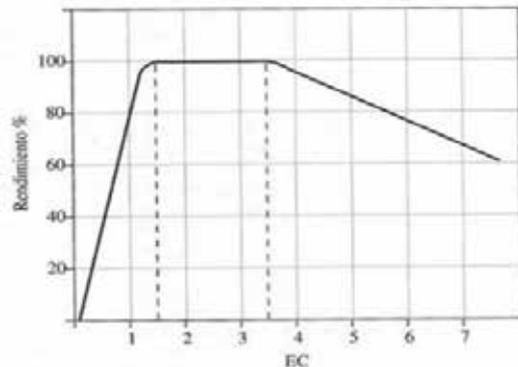
Esto influye en el esfuerzo que tienen que realizar las raíces de las plantas para absorber los nutrientes, y hay que tenerlo en cuenta a la hora de afrontar la gestión de la nutrición vegetal.



Conductividad eléctrica de las disolución (dS m⁻¹) de diferentes sales fertilizantes en agua destilada (en abscisa) en función de su concentración en agua desionizada (g L⁻¹) representadas en ordenada. Basados en Brun y Montarone (1987b) y Alarcón (1998)

LA SALINIDAD TIENE VARIOS EFECTOS SOBRE LAS PLANTAS QUE DETERMINAN SU RENDIMIENTO POTENCIAL:

- Efecto Osmótico
- Toxicidad iónica
- Desequilibrio nutricional
- Efectos fisiológicos y bioquímicos



Cultivo	0% pérdida		10% pérdida		25% pérdida	
	CE _e	CE _w	CE _e	CE _w	CE _e	CE _w
Tomate	2,5	1,7	3,5	2,3	5	3,4
Melón	2,2	1,5	3,6	2,4	5,7	3,8
Papa	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5
Lechuga	1,3	0,9	2,1	1,4	3,2	2,1
Olivo	2,7	1,8	3,8	2,6	5,5	3,7
Limonero	1,7	1,1	2,3	1,6	3,3	2,2
Manzano	1,7	1	2,3	1,6	3,3	2,2
Nogal	1,7	1,1	2,3	1,6	3,3	2,2
Vid	1,5	1	2,5	1,7	4,1	2,7
Palto	1,3	0,9	1,8	1,2	2,5	1,7
Frutilla	1	0,7	1,3	0,9	1,8	1,2

Ref. Libro azul SQM, adaptado de "Quality of water for irrigation" R.S. Aysers. Journal of the irrig. and Drain Div., ASCE. Vol 103, Junio 1977

CE_e : Conductividad eléctrica del extracto saturado del suelo, en mmhos/cm a 25°C.

CE_w : Conductividad eléctrica del agua de riego, en mmhos/cm a 25°C.

Existen diferencias entre cultivos en cuanto a su tolerancia a la salinidad, desde las plantas halófitas hasta las glicófitas (la forma de la gráfica "rendimiento % vs CE" es igual, solo hay que desplazar los valores máximos y la pendiente de la función).

No obstante, en todos los casos se observa una relación inversa entre la CE (u otros tipos de estrés) y la calidad de la producción obtenida, que concentra más solutos al disminuir su rendimiento.

Por tanto, conocer la CE es muy útil en la fase de diseño de la plantación, a la hora de escoger el cultivo y variedad que mejor se adapta a las condiciones presentes en el suelo.

Y es que la CE de un suelo está influenciada en gran medida por su contenido de humedad, ya que conforme se va secando, las sales que pudiera haber disueltas y que la planta no absorbe (cloro y sodio fundamentalmente) se quedan retenidas en el complejo de cambio, incrementando el potencial osmótico si no se eliminan disueltas en el drenaje.

Resulta muy habitual ver este fenómeno en los bordes del bulbo húmedo creado por un sistema de riego localizado.

Por tanto, los valores de CE también son fundamentales para tomar decisiones de manejo del suelo, saber si es necesario algún mejorador, programar los planes de abonado, determinar la fracción de lavado, etc.

CLASIFICACIÓN DEL SUELO Y SU EFECTO GENERAL SOBRE LOS CULTIVOS A PARTIR DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CASTELLANOS, 2000).

CE <u>mS/cm</u>	CONDICIONES DE SALINIDAD Y EFECTO SOBRE LAS PLANTAS
<0.8	Salinidad baja. No existen restricciones para ningún cultivo.
0.8-1.6	Salinidad media. El rendimiento de cultivos sensibles puede verse afectados en sus rendimientos.
1.6-3.0	Salinidad alta. El rendimiento de casi todos los cultivos se ve afectado por esta condición de salinidad.
>3.0	Salinidad muy alta. Solo los cultivos muy resistentes a la salinidad pueden crecer en estos suelos.

La agricultura de precisión es una consecuencia de los desarrollos tecnológicos, como la medición de la EC del suelo que facilitan una comprensión de relaciones suelo-agua-planta. Las estaciones agroclimáticas de **Cesens**, además de medir condiciones meteorológicas, cuenta con sensores de suelo como el **Teros 12**, capaces de medir la CE de nuestras fincas.

A través de este valor el software nos calcula la **Salinidad** y el **Contenido Volumétrico de Agua (VWC)**.

Atendiendo a los reclamos y necesidades de nuestros clientes se han implementado nuevas formulas capaces de calcular con mucha mas exactitud estos valores, y de esta manera poder hacer un manejo del agua de riego más eficiente.

Cuando se realizan labores llevar nuestro suelo a una concentración de sales apropiada o para mover parcialmente las sales fuera del bulbo de humedad, a través de nuestros sensores Teros 12 podemos corroborar como se van modificando los valores de conductividad eléctrica y así evaluar la efectividad de la actuación.

DENTRO DE LOS TRATAMIENTOS DE MANEJO DE SALINIDAD

PODEMOS MENCIONAR:

- **Realizar un tratamiento biológico, es decir, cultivar plantas tolerantes a la salinidad.**
- **Regar el terreno más de una vez con agua de buena calidad y tratar de drenarlo superficialmente.**
- **Reducir el tiempo entre riegos para mantener un alto contenido de humedad del suelo.**
- **Riego temprano en la mañana o después del atardecer ya que un aumento en la tasa de evaporación del agua de la superficie del suelo aumenta la acumulación de sales.**
- **Agregar materia orgánica antes de plantar, que actúa para retener el agua, evita su evaporación y aumenta la permeabilidad del suelo.**
- **Incrementar las tasas de fertilización húmica y fúlvica por su capacidad de incrementar la capacidad de intercambio catiónico del suelo.**
- **En instalaciones con fertirriego de alta frecuencia, ajuste de la CE de la solución nutritiva a la concentración de absorción de la planta en cada momento.**



En el gráfico se observa el comportamiento del contenido de agua útil del suelo luego de realizar un fertirriego. La CE del medio y la salinidad aumenta justo después del riego, ya que el agua contiene sales solubles, para ir decayendo suavemente hasta el próximo riego.

Sabiendo que los valores de salinidad están dentro no están siendo un factor limitante para el desarrollo de nuestro cultivo, podemos aumentar las concentraciones de fertilizantes en el riego, si la demanda nutricional de cultivo así lo requiere, sin perder potencial productivo.