

Cómo mejorar la composición química del agua

Acciones específicas:

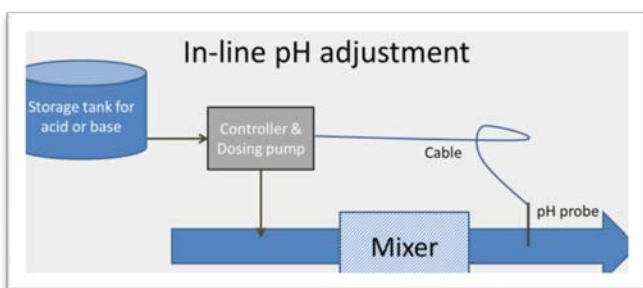
- ✓ Obtenga un análisis completo del agua.
- ✓ Lea la ficha técnica "Cómo evaluar la calidad del agua" antes de leer ésta.
- ✓ Verifique la normativa de tu país antes de implementar los métodos sugeridos aquí.

INTRODUCCIÓN

Una vez realizado un análisis completo del agua, puede saberse si es necesario eliminar algún elemento para mejorar la calidad de la misma.

Control de pH

Los cultivos necesitan un pH estable entre 5,5 y 6,5 para una absorción óptima de nutrientes. El pH del agua o de la solución aplicada puede reducirse inyectando ácido en el agua de manera controlada. Si se utiliza ácido nítrico, éste puede proporcionar nitrógeno adicional (N), pero posiblemente será necesario ajustar la aportación de nutrientes. Cuando el pH del agua es bajo, éste podrá aumentarse añadiendo algún producto químico que contenga carbonato, como bicarbonato de potasio, carbonato potásico, carbonato de calcio, calcita o piedra caliza.



Esquema de un sistema de reajuste de pH en línea.

Eliminación de Hierro (Fe) y Manganese (Mn)

Un alto contenido en Fe y Mn puede obstruir los goteros. En el caso del Fe²⁺, concentraciones de 0.15-0.22 ppm ya representan un peligro en este sentido.

Tanto el Fe como el Mn pueden ser eliminados por aireación de la solución, de manera que se produce una oxidación de Fe²⁺ a Fe³⁺ para pH superiores a 7. El Fe³⁺ precipitará entonces en forma de Fe(OH)₃. Por otro lado, el Mn²⁺ es oxidado a Mn⁴⁺, el cual precipitará en forma de MnO₂.

Ambos, Fe(OH)₃ y MnO₂, pueden eliminarse por filtración.

Desalación no selectiva

Ósmosis inversa (OI):

La OI es la tecnología de desalinización más extendida en la actualidad (TRL 9 - nivel de madurez tecnológica*). Consiste en hacer pasar agua a alta presión a través de una membrana, de manera que se dejan atrás las sales. El resultado es agua desalinizada y un concentrado de desecho (salmuera).

Esta tecnología puede ser escalada fácilmente. Sin embargo, cuando se desaliniza agua subterránea, se genera una gran cantidad de salmuera difícil de eliminar, la cual puede llegar a representar el 25-50% del agua entrante. Este concentrado a menudo es inyectado de nuevo en la tierra (como por ejemplo suelen hacer en los Países Bajos), aunque, en un futuro, esta práctica quedará prohibida, como ya ocurre en algunos estados miembros de la UE.

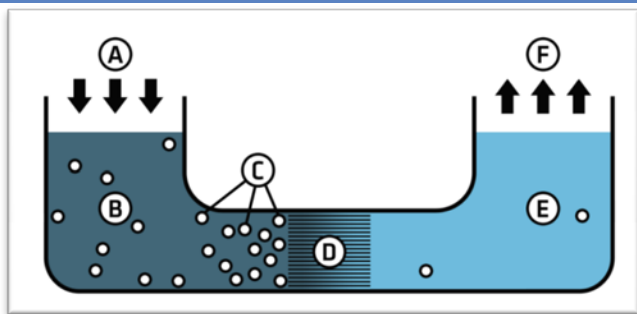
Hay que tener en cuenta que las membranas de osmosis inversa convencionales no son capaces de reducir la concentración de boro en agua por debajo de 1 mg/L.

*Los niveles de madurez tecnológica (en inglés, *Technology Readiness Levels* o TRL) son: 1) Principios básicos observados y documentados. 2) Concepto tecnológico y/o aplicación formulada. 3) Función analítica y función experimental crítica y/o la prueba de concepto característica. 4) Componente y/o validación de la placa de pruebas en un laboratorio. 5) Componente y/o validación de la placa de pruebas en un entorno relevante. 6) Modelo de sistema/subsistema o demostración de prototipo en un entorno relevante. 7) Demostración del sistema prototipo en un entorno operativo. 8) Sistema real completado y calificado a través de pruebas y demostraciones. 9) El sistema real se ha probado en sucesivas misiones operativas con éxito.



FICHA TÉCNICA

Mejorar la composición química



Principio de funcionamiento de la osmosis inversa: A – Presión ejercida B – Agua salada C – Contaminantes D – Membrana semipermeable E – Salida de agua desmineralizada F – Distribución (Wikipedia, 2016).

Eliminación selectiva de Sodio (Na)

Intercambio iónico modificado (eliminación del Na del agua de drenaje):

El intercambio iónico lleva en el mercado décadas. Funciona bombeando agua a través de columnas llenas de resinas de intercambio iónico que absorben los iones del agua. Cuando las resinas se saturan, se regeneran con productos químicos. SRU (una tecnología probada en campo; TRL 6-7) utiliza una resina catiónica para eliminar el sodio del agua de drenaje. Con esta tecnología, la recirculación de una solución de nutrientes puede continuar por más tiempo y se reduce la descarga de agua de drenaje.

Este método puede utilizarse en línea, en un sistema de producción de cultivos, eliminando el sodio y el cloruro del agua de drenaje reciclada. El subproducto generado puede utilizarse como fertilizante líquido producido en la misma parcela.

Desalinización semiselectiva

Nanofiltración (NF) (iones monovalentes como el sodio):

Al igual que la OI, la NF es una tecnología basada en membranas que ya se aplica en la práctica (TRL 9). Las membranas NF son semipermeables y permiten el paso de iones con una sola carga a través del agua. Las membranas pueden contaminarse con facilidad, por lo que el agua de drenaje y el agua de aclarado deberán manipularse con cuidado. NF elimina completamente virus, bacteriófagos y macromoléculas.

Una técnica en desarrollo, particularmente útil para la industria de los invernaderos, recupera el fosfato y parte del nitrato del agua de drenaje del invernadero (debería estar disponible en un plazo de 10 años). Aún así, algunos nitratos seguirán vertiéndose.



Una unidad típica de OI o NF (imagen de www.wateronline.com).



Equipo de demostración SRU.

Electrodiálisis (eliminación de todas las sales):

La electrodiálisis ha sido utilizada comercialmente durante décadas y utiliza membranas en combinación con electricidad para producir agua desalinizada. La mayor parte del agua que se introduce en el equipo sale con una calidad suficiente como para reutilizarse, en lugar de ser un residuo (es decir, tiene una alta capacidad de recuperación). Se han realizado pruebas de campo para eliminar el sodio y el cloruro. El nitrato y el potasio también se han eliminado con éxito aunque los nutrientes multivalentes deberían recircularse.

FICHA TÉCNICA

Mejorar la composición química

Además, debemos tener en cuenta que cualquier flujo de residuos producido necesitaría ser tratado antes de su vertido en caso de que contenga NO_3^- .

Finalmente, la electrodiálisis es un tratamiento económico si las sustancias disueltas son inferiores a 3.000 ppm.

Destilación por membrana (DM):

La destilación por membrana es un proceso de desalinización de baja energía que recupera el calor absorbido durante la evaporación. Sin embargo, está todavía en fase experimental. Dado que funciona a temperaturas relativamente bajas y puede utilizar el calor residual, los costes operativos pueden verse reducidos. Se han realizado algunas pruebas de campo con agua de mar y corrientes salinas industriales como la de los baños de decapado en la elaboración de queso.

La limpieza puede ser necesaria para evitar la contaminación de las membranas. Además, se requiere una cuidadosa manipulación de los desechos y del agua de aclarado.

Ósmosis forzada (OF):

La ósmosis forzada utiliza un gradiente de presión osmótica para extraer agua de una solución a través de una membrana. Es un proceso muy simple que se puede escalar fácilmente hacia arriba o hacia abajo, y elimina una amplia gama de contaminantes. El objetivo principal de esta tecnología es reducir los costes energéticos asociados a la OI. Actualmente se están llevando a cabo pruebas de campo.

Orgánicos y fosfatos

Precipitación electrofísica (eliminación de orgánicos y fosfatos):

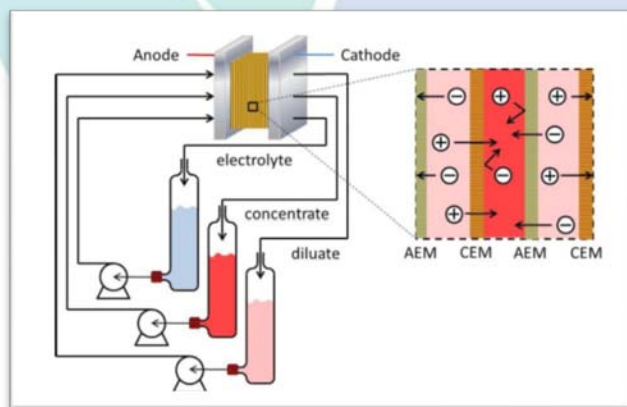
La precipitación electrofísica es una técnica de floculación (aglutinación de partículas finas), donde electrodos de estado sólido se desintegran y combinan con las partículas del agua.

Requiere un mantenimiento mínimo, pero existe el riesgo de contaminación. Una vez más, se requiere un manejo cuidadoso de los desechos y del agua de aclarado.

Desionización capacitiva (DIC) (eliminación de todas las sales):

La DIC ya está disponible comercialmente en otras industrias y procesos a través de dos fases: Una fase de adsorción en la que el agua se desaliniza aplicando una diferencia de potencial sobre dos electrodos: los iones salen del agua y se adhieren a los electrodos. Una vez que los electrodos se saturan de iones, los iones adsorbidos son retirados para regenerar los electrodos. Es más eficiente cuando se usa en aguas de baja salinidad ($\text{TDS} < 15.000 \text{ mg/L}$). No se requieren productos químicos ni antiincrustantes.

La DIC normalmente recupera entre el 80% y el 90% del agua que trata, en comparación con el 50-90% de la OI, y también elimina hasta el 99% de las sales.



Representación esquemática del montaje utilizado para los experimentos de electrodiálisis (RESFOOD, 2015).

Para más información, consulte el Compendio sobre Fertirrigación de la página 3-1 a la 3-69 en <https://www.fertinnowa.com/the-fertigation-bible/>



Aviso legal:

Esta ficha técnica tiene carácter meramente informativo. FERTINNOWA ha hecho esfuerzos razonables para asegurar que la información contenida sea correcta en el momento de su publicación, pero no será responsable de ninguna decisión tomada en base a la misma. Este documento refleja únicamente las opiniones de los autores. La Comisión Europea no se responsabiliza del uso que pueda hacerse de la información contenida. Los términos y condiciones completas se pueden encontrar en <https://www.fertinnowa.com/about-our-website/>

© Diciembre de 2018, FERTINNOWA