

Impacto del uso de recursos hídricos no convencionales en la agricultura de zonas áridas

(RESERVAS DE LA BIOSFERA DE LANZAROTE Y FUERTEVENTURA)

Presentación:

Dra. Marisa Tejedor
Catedrática de Edafología y Química Agrícola
Dpto. de Biología Animal, Edafología y Geología
Universidad de La Laguna



LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS NO CONVENCIONALES

Esquema de la exposición:

- Definiciones recursos hídricos, composición de las aguas en Canarias
- Criterios de calidad de las aguas para el riego
- Riesgos más frecuentes asociados a componentes inorgánicos en Canarias
(Sales, sodio, boro)
- Tipos de riego
- Principios de riesgo y sostenibilidad
- Aguas regeneradas de origen urbano

Recursos Hídricos Convencionales:

- Aguas superficiales
- Aguas Subterráneas

Recursos Hídricos No Convencionales (RHNC):

- *Generados como un producto de procesos especializados como la desalinización, o - necesitan tratamiento adecuado previo al uso y/o manejo apropiado del sistema suelo-agua-cultivo cuando se usan para el riego.*

- Reutilización de Aguas Residuales
- Aguas desaladas (mar, salobres)
- Captación de aguas (gavias)
- Transporte (trasvases,...)
- Agua virtual

En regiones con gran escasez de agua estos recursos se alcanzan mediante:

- Desalinización de agua de mar y aguas salobres
- Captación (recogida) de aguas (gavias)
- Uso de aguas de calidad **marginal** para el riego

Las aguas de calidad marginal que se utilizan para el riego consisten en:

- Aguas de drenaje agrícola (retorno)
- Aguas subterráneas con diferentes tipos de sales
- Aguas residuales (regeneración)

CRITERIOS DE CALIDAD DE LAS AGUAS PARA EL RIEGO

Basados en:

-**Composición Mineral, común** para todos los RRHH, afecta a las propiedades del suelo, producción y calidad de los cultivos. Considerar además los efectos secundarios (calidad aguas subterráneas,...)

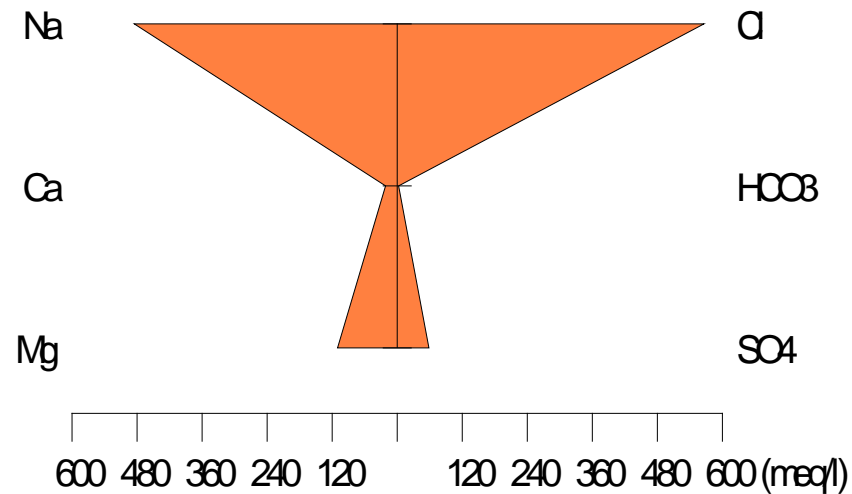
-**Contenido en agentes patógenos:** aguas residuales. Los criterios se basan, en primer lugar, en la protección de la **salud pública y del medio ambiente**

Las aguas subterráneas en Canarias muestran un amplio abanico de calidades, desde bicarbonatadas sódicas o sódico- magnésicas (galerías) a cloruradas/sulfatadas (pozos)

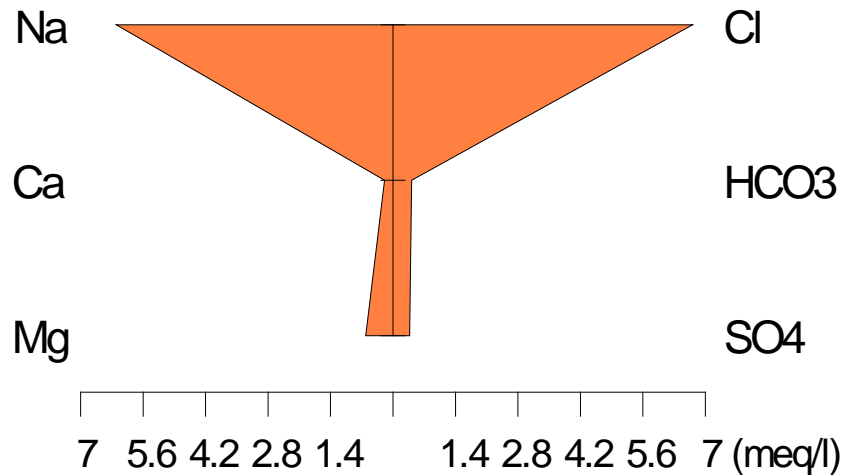
La concentración en sales solubles es muy variable, aunque tiende a aumentar en las zonas costeras, de forma que las aguas tienen a ser cloruradas sódicas. Este fenómeno puede producirse por la existencia de fenómenos de **sobreexplotación y/o contaminación por retornos de riego** o ser natural en zonas áridas por las características salinas del agua de recarga (Custodio y Cabrera, 2002).

Por otra parte, los contenidos de **sílice** son generalmente elevados, lo que ocasiona problemas con las membranas de ósmosis inversa en los procesos de desalación de aguas subterráneas

Diagramas de Stiff para agua de Mar y Agua Desalada



35,4 g/L



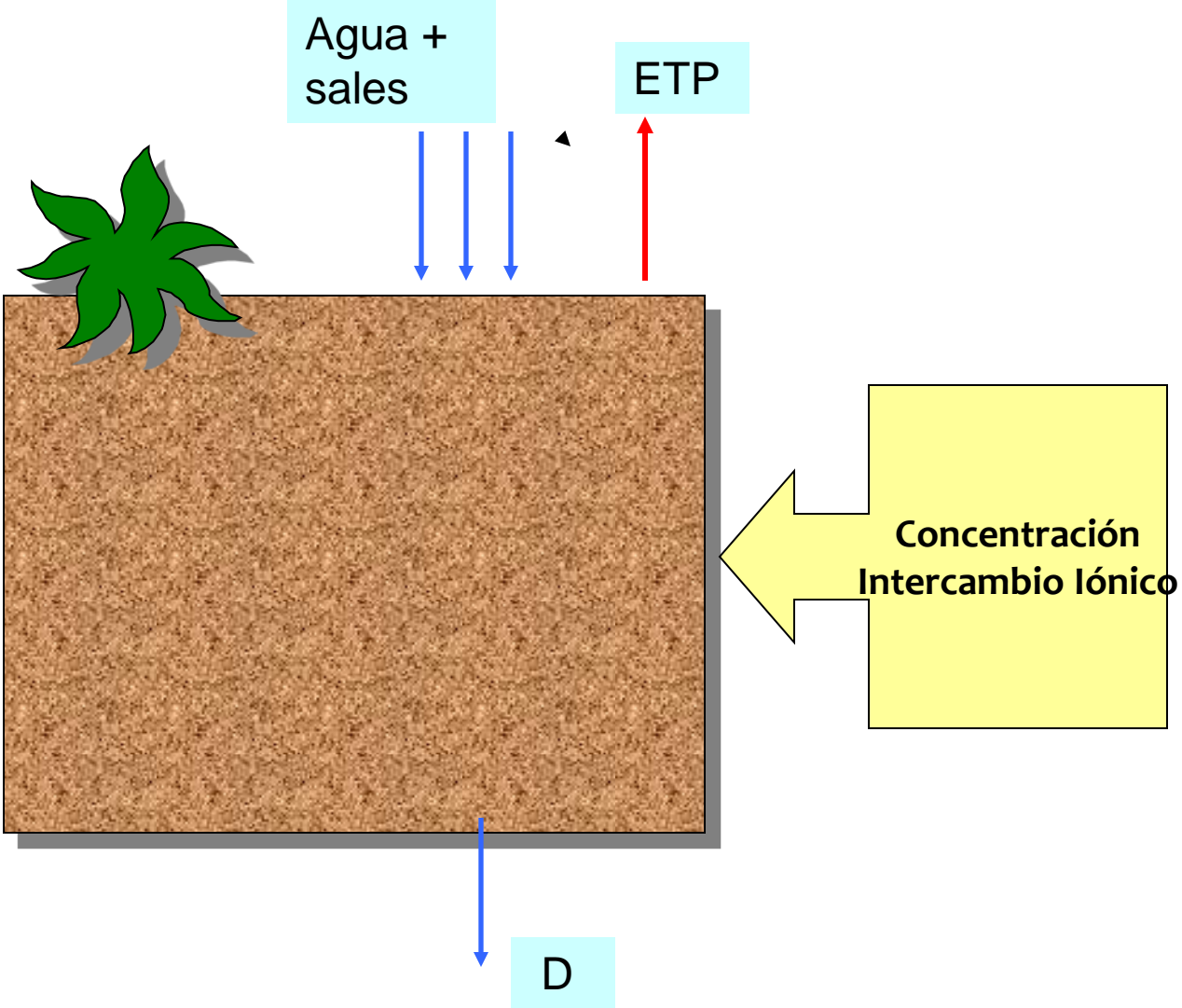
0,42 g/L

Composición Mineral

En las Islas Canarias, los riesgos principales asociados al riego con las aguas de los distintos RRHH:

Propiedad (Riesgo)	Parámetros Indicadores
Sales	CE, residuo seco, iones tóxicos
Riesgo de sodio (Na)	RAS (SAR)
Boro (B)	Bs (boro soluble), HWSB (boro adsorbido en el suelo, extraíble en agua caliente)
Aptitud para disolver o precipitar carbonatos	Indice de Langelier

Dinámica de los iones solubles



Efecto de las sales, CE

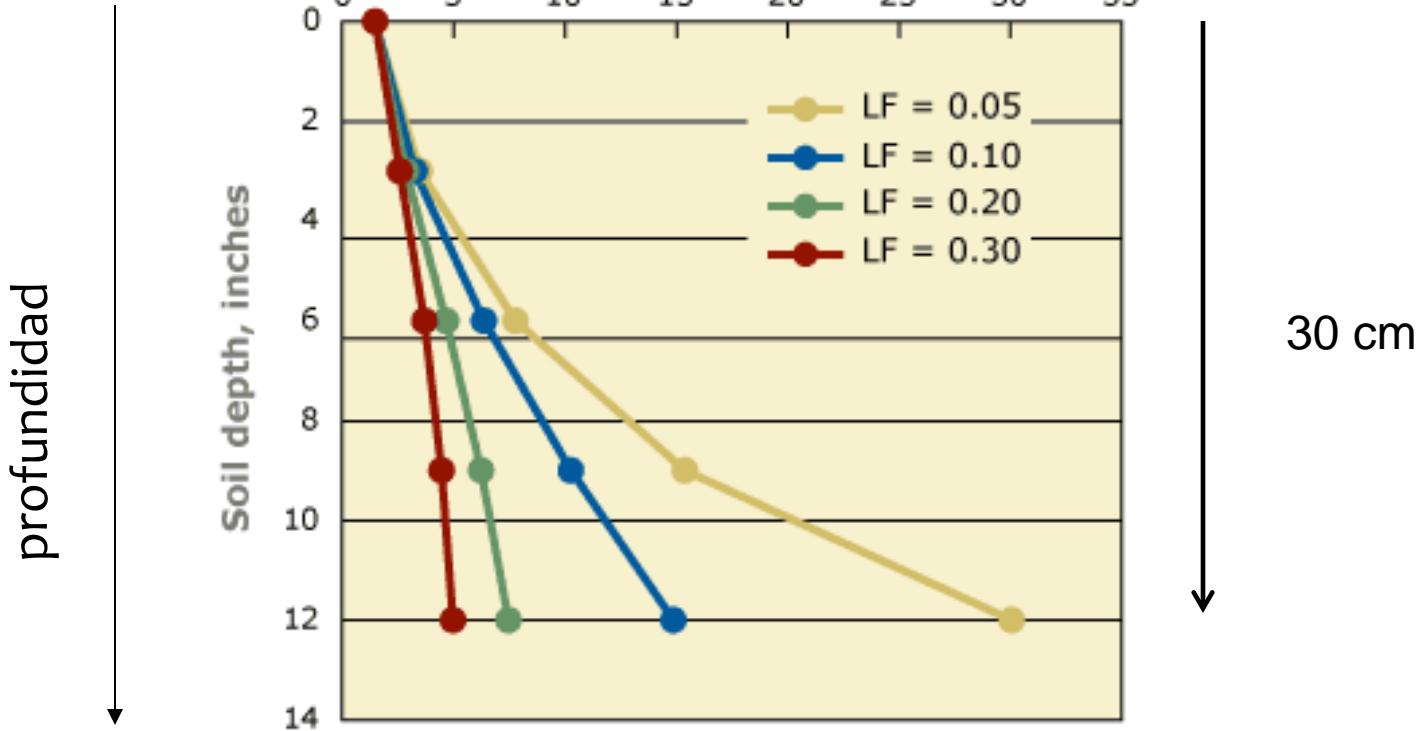
- Osmótico (absorción agua planta)
- Efectos tóxicos (*iones individuales, Cl...*)

Control de las sales en el suelo:

Fracción de lavado:

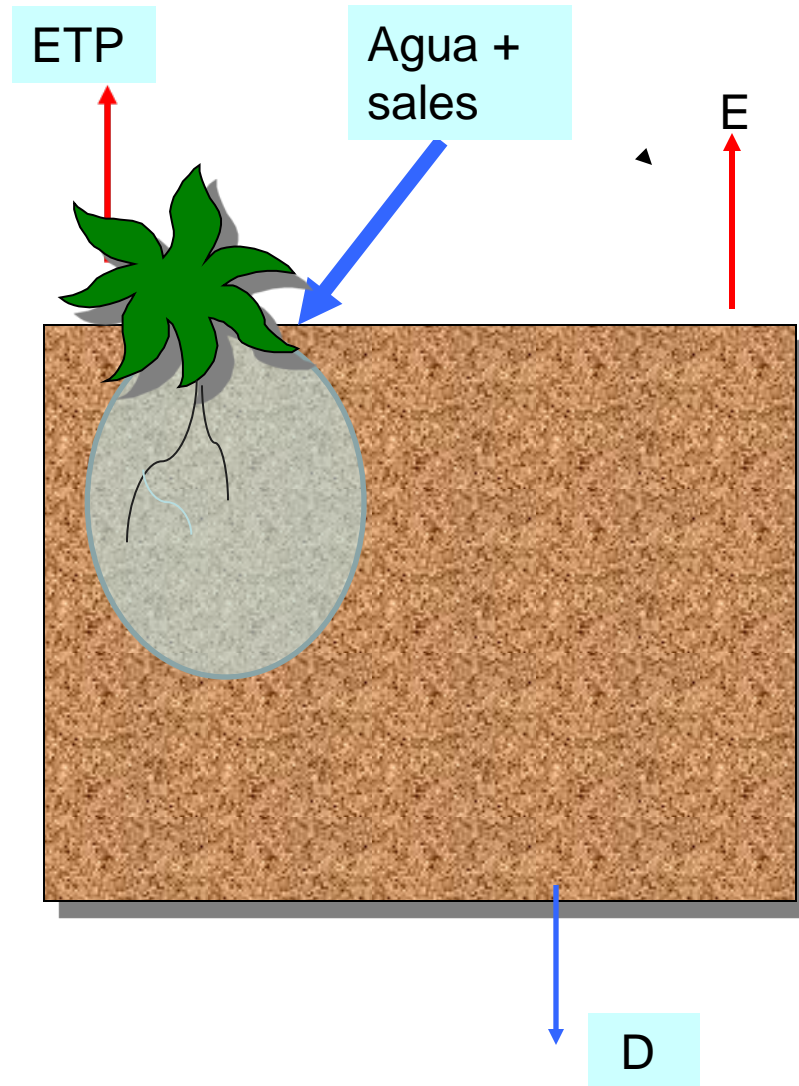
$$FL = D/R_{ETP}$$

CE, dS/m



Suelo campo de golf

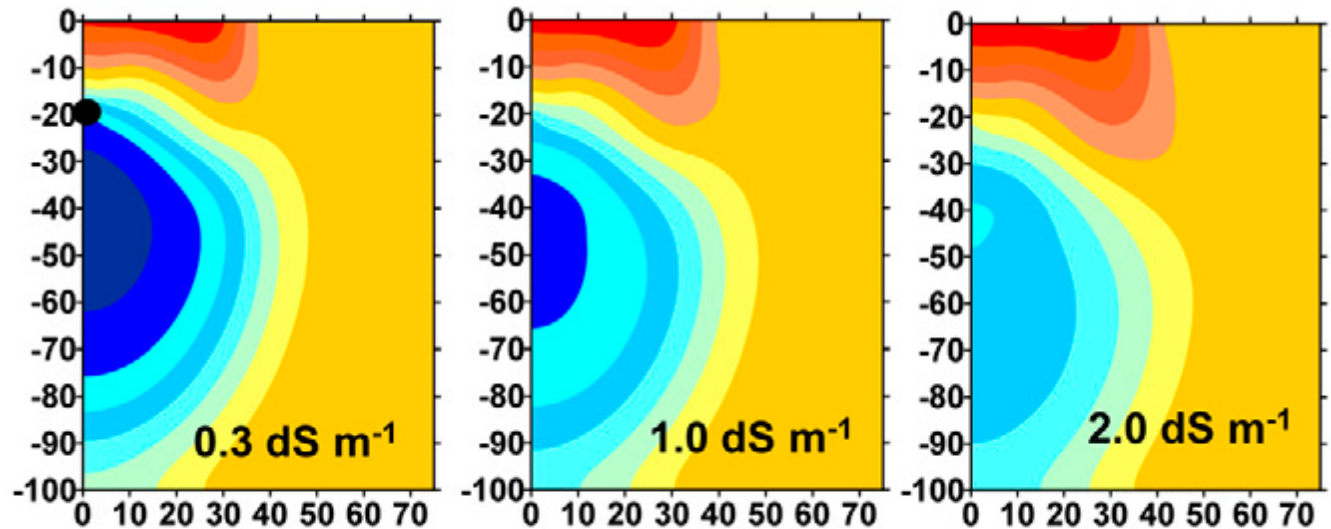
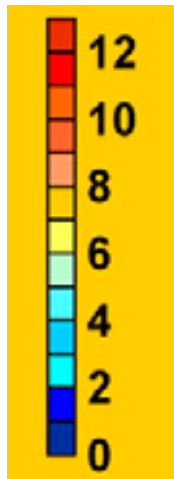
Riego Localizado



Perfiles salinos

Riego por goteo subsuperficial, tres calidades de aguas

Escala
CE



Distancia desde el gotero

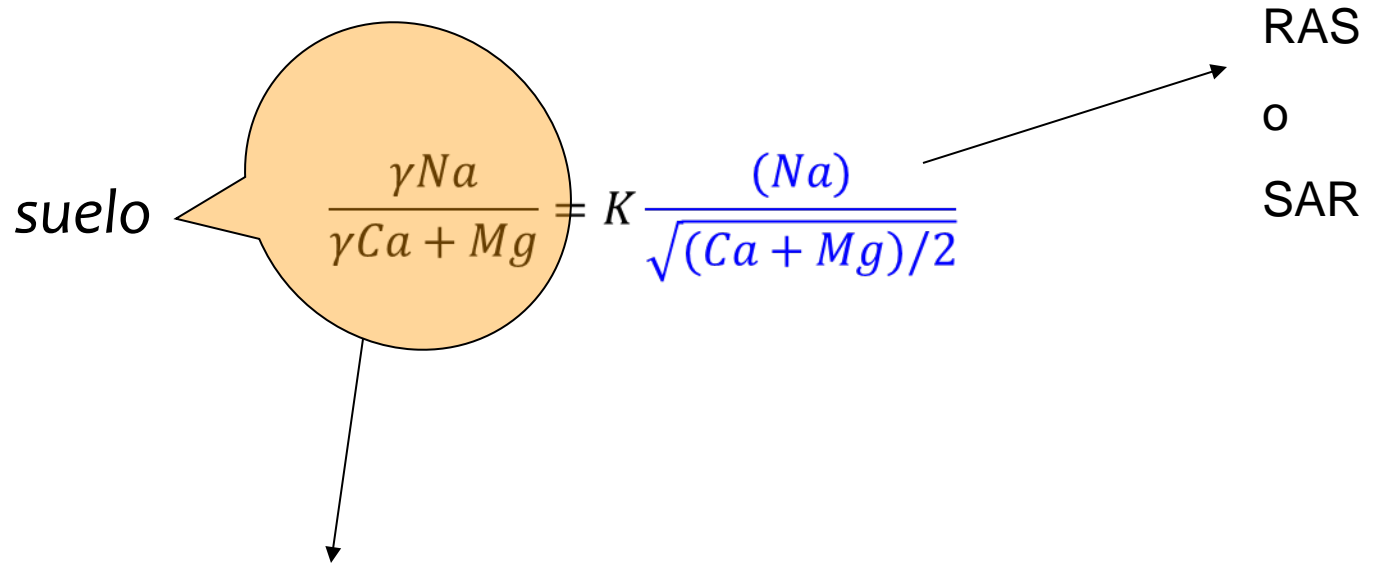
Agua aplicada: 100% ETP

=> SOSTENIBILIDAD



Lavado de sales con tubería superficiales

SODICIDAD, RIESGO DE PERMEABILIDAD



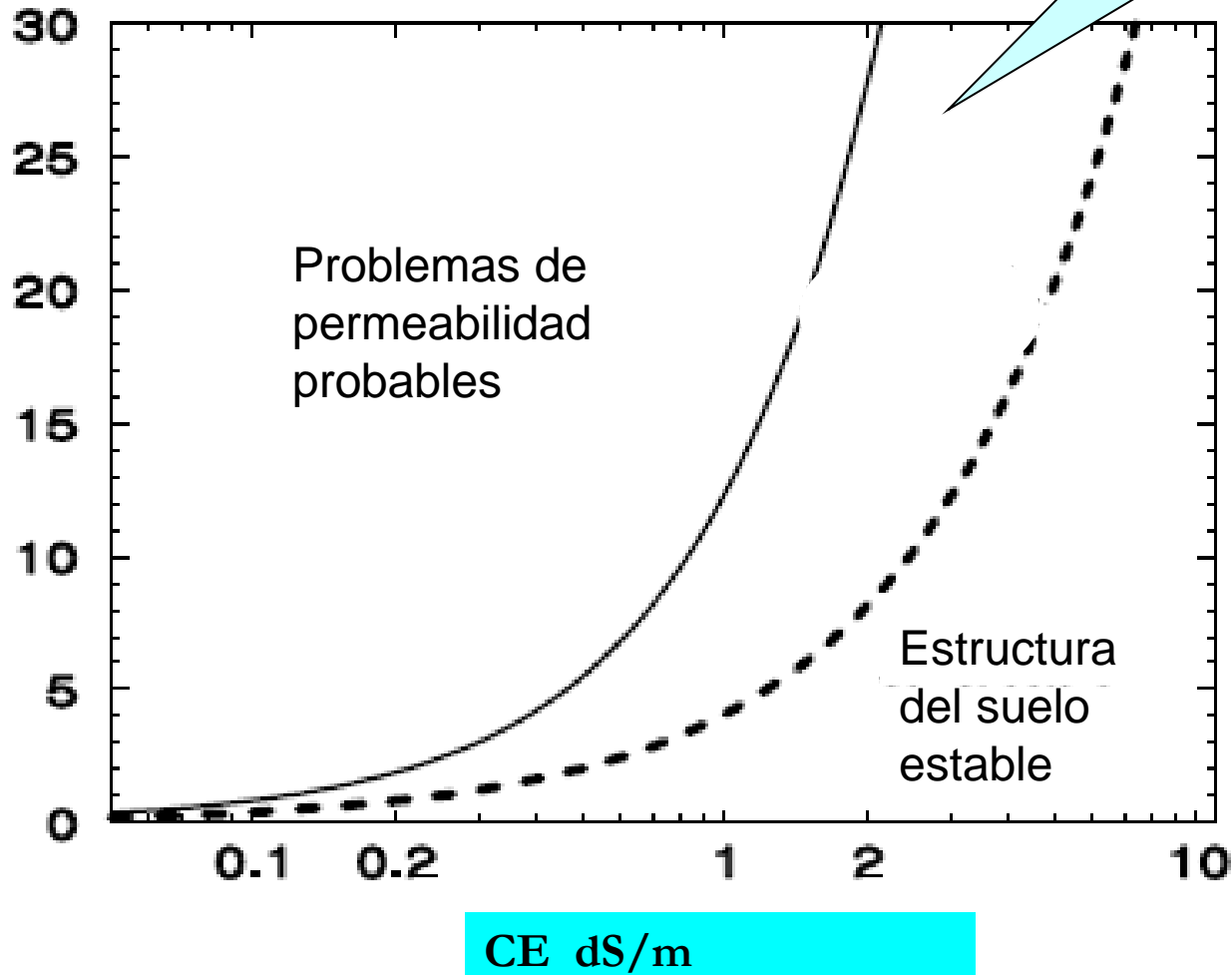
**Riesgo degradación de la estructura
del suelo,**

pérdida de permeabilidad

El efecto del RAS depende de la Salinidad del suelo

Depende del suelo y lluvia

SAR



Índice de Langelier

Indicador del grado de saturación del carbonato cálcico en el agua

Positivo : sobresaturada => depósito, incrustaciones de carbonato

Negativo: agua subsaturada=> tiende a disolver en el sistema de distribución

Característico de las aguas desalinizadas

Remineralización

Aparece en las directrices de calidad de aguas para el consumo humano

Cálculo: pH, alcalinidad, (Ca²⁺), STD, T°C

Boro

- La concentración de B en aguas desalinizadas determinada por el criterio de VMA para agua de bebida (1ppm)
- Dificultad de eliminar B

A diferencia de las sales solubles, el B se adsorbe al suelo

Con el aumento de la escasez de agua y la reconsideración de los recursos hídricos en el contexto del manejo integrado de los mismos se han revisado las diferentes guías sectoriales de calidad del agua.

PRINCIPIOS DE RIESGO Y DE SOSTENIBILIDAD

Se han definido concentraciones límite a largo (CLP) y corto plazo (CCP) (ANZECC, 2000; USEPA, 2004) para compuestos con cierta capacidad de retención (B, metales)

Los máximos recomendados para “*largo plazo*” se han establecido de forma conservadora para incluir suelos arenosos, con baja capacidad de secuestrar o eliminar (USEPA, 2004)

Constituyente	CLP* (mg/L)	CCP (mg/L)	Observaciones
Boro	0.5	2.0	Elemento esencial. Tóxico en plantas sensibles. Muchas herbáceas tolerantes de 2 a 10 mg/L
Hierro	5.0	10.0	No tóxico en suelos aireados. Disminuye asimilabilidad de fósforo y molibdeno
Manganeso	0.2	10.0	Tóxico para muchos cultivos en suelos ácidos
Zinc	2.0	10.0	Tóxico para muchas plantas, la toxicidad se reduce a pH<6 y suelos de textura fina

**Baja capacidad de retención o fijación por parte del suelo*

Las aguas regeneradas de origen urbano

- Características específicas: componentes biótico y orgánico
- Presentan generalmente la huella del agua de procedencia (convencional o desalada)
- Contribución de los nutrientes a CE puede ser significativa

Riesgos para la salud

- Bacterias, virus y parásitos. Hongos en menor medida.
- Salud humana: Trabajadores, consumidores y personas expuestas
- Salud animal: Riego de pastos, plantas forrajeras, etc.

Parámetros más comunes para definir la calidad del agua regenerada (Depurada)

- **DBO**
- **Sólidos Totales en suspensión**
- **Coliformes fecales**
- **Turbidez**

RD 2007

USO DEL AGUA PREVISTO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (
	NEMATODOS INTESTINALES	<i>ESCHERICHIA COLI</i>	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	TURBIDEZ
2.- USOS AGRÍCOLAS¹				
CALIDAD 2.1 ² a) Riego de cultivos con sistema de aplicación del agua que permita el contacto directo del agua regenerada con las partes comestibles para alimentación humana en fresco.	1 huevo/10 L	100 UFC/100 mL Teniendo en cuenta un plan de muestreo a 3 días ³ con los siguientes valores: n = 10 m = 100 UFC/100 mL M = 1.000 UFC/100 mL c = 3	20 mg/L	10 UNT

USO DEL AGUA PREVISTO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (
	NEMATODOS INTESTINALES	<i>ESCHERICHIA COLI</i>	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	TURBIDEZ
CALIDAD 2.2 a) Riego de productos para consumo humano con sistema de aplicación de agua que no evita el contacto directo del agua regenerada con las partes comestibles, pero el consumo no es en fresco sino con un tratamiento industrial posterior. b) Riego de pastos para consumo de animales productores de leche o carne. c) Acuicultura.	1 huevo/10 L	1.000 UFC/100 mL Teniendo en cuenta un plan de muestreo a 3 días ¹ con los siguientes valores: n = 10 m = 1.000 UFC/100 mL M = 10.000 UFC/100 mL c = 3	35 mg/L	No se fija límite

Constituyentes AD urbanas

- Tres grupos:

Covencional	DBO, COD, amonio, nitrato, nitrito, NT, P (mg/L)
No Convencional	Org. Refractarios/Volátiles, Surfactantes, Metales ($\mu\text{g/L}$ o ng/L)
Emergente	Drogas, Productos limpieza domésticos, antibióticos, hormonas y otros disruptores endocrinos ($\mu\text{g/L}$ o ng/L)

Nutrientes

Los mayores componentes: Compuestos de N y P

- En un tratamiento secundario:

Nitrógeno Total ~ 35 mg/L y Fósforo Total ~ 8 mg/L

Relación nutrientes C:NT:PT \approx 100:25:6 (17:4:1)

El crecimiento de una planta normal: C:NT:PT \approx 100:15:1

Caso islas

Para un tratamiento (jatrofa) de 35.000 l/ha
sale 478 kgN/ha ?

El incumplimiento de los criterios de calidad del RD2007 no es un hecho infrecuente, lo que pone de manifiesto que, además del interés económico, desde un punto de vista ambiental es más deseable la reutilización agrícola de las AR que su vertido a los cauces o al mar.

La demanda creciente de producir más alimentos con menos agua implica la necesidad de una mayor eficacia del riego y el uso de aguas recicladas de más baja calidad