BLOC 2

QUALITAT DE L'AIGUA DE REG

2.
QUALITAT DE L'AIGUA DE REG

L'aigua conté substàncies dissoltes de manera natural que en general la fan apta per al reg agrícola. L'activitat humana propicia l'increment de més substàncies a través d'emissions, abocaments, vessaments i contaminació difusa, que poden comprometre el seu ús per a reg. Cal dir que la pròpia activitat agrícola, igual que altres activitats humanes, pot arribar a empitjorar la qualitat de l'aigua si no es gestiona l'activitat de manera òptima.

Principals problemes de qualitat segons la procedència de les aigües.	
Aigües superficials	La major part dels rius presenten una bona qualitat en les seves capçaleres, encara que va empitjorant a mesura que s'hi van afegint les aigües residuals de zones urbanes o industrials, fet que provoca un increment dels nivells de nitrogen, fòsfor i metalls pesants.
Aigües subterrànies	Nitrats procedents de la fertilització i dels sistemes de sanejament, metalls pesants procedents principalment de vessaments industrials, compostos orgànics de diverses fonts i salinització deguda a l'arrosegament de sals per part de l'aigua.

2.1 Paràmetres físics i fisicoquímics

2.1.1 Salinitat

La presència de sals a l'aigua de reg és un dels principals problemes pel què fa a la qualitat de l'aigua a escala mundial. Les sals dissoltes en l'aigua de reg provoquen una pèrdua en el rendiment dels cultius i una degradació del sòl. Per aquest motiu cal realitzar labors de manteniment del sòl quan la salinitat de l'aigua és elevada, fent especial atenció a les dosis de rentat necessàries per evitar l'acumulació de sals. La mesura de la salinitat es determina a partir de la conductivitat elèctrica (CE) de l'aigua, i s'expressa en dS/m (decisiemens per metre) o mmho/cm (milimho per centímetre).

Es poden trobar diverses classificacions de la qualitat de l'aigua de reg en funció de la seva salinitat, una de les més reconegudes és la de la FAO (**Taula 3**).

Taula 3
Restriccions en l'ús de l'aigua per a reg en funció de la salinitat

Potencials problemes en el reg per salinitat	Unitats	Grau de Restricció de l'Ús		
		Cap	Lleu o Moderat	Sever
CE (conductivitat de l'aigua)	dS/m	< 0,7	0,7 – 3,0	> 3,0
SDT (sòlids dissolts totals)	mg/l	< 450	450 – 2000	> 2000

Font: Irrigation and Drainage Paper 29 (FAO).

No tots els cultius reaccionen d'igual manera a la salinitat; les plantes presenten resistència i sensibilitat a les sals.

La resistència indica la tolerància a la salinitat abans de començar a reduir el rendiment. La disminució del rendiment tampoc no és igual per a cada cultiu: n'hi ha que són més resistents i per a una salinitat creixent presenten una pèrdua lentament sostinguda, i d'altres que presenten una pèrdua del rendiment més accentuada.

La sensibilitat indica com influeixen en les plantes les variacions de salinitat: una planta és molt sensible quan unes lleugeres variacions de la conductivitat en el sòl provoquen variacions fortes de producció.

Cultius tolerants: ordi, espinacs, remolatxa, cotó, raigràs.

Cultius semitolerants: blat de moro, arròs, blat, enciam, col, tomàquet, ceba, alfals.

Cultius sensibles: taronger, ametller, maduixeres, prunera, soja.

2.1.2 Sodicitat

La sodicitat és el paràmetre que quantifica la presència de sodi a l'aigua.

El reg amb aigua d'elevada concentració de sodi comporta el risc de produir un deteriorament de l'estructura del sòl. El principal efecte és la disminució de la permeabilitat del sòl, que fa que apareguin entollaments, manca d'aireig i dificultat física de penetració de les arrels.

El valor de sodicitat s'utilitza conjuntament amb el valor de conductivitat elèctrica (CE) de l'aigua per avaluar l'efecte que l'acumulació de sodi pot produir en el sòl i les seves propietats.

Mesura del risc de sodificació

S'utilitza la relació d'adsorció de sodi (RAS) que és una relació entre els ions sodi i els de calci-magnesi. Segons quina sigui la relació entre les concentracions d'aquests tres elements en l'aigua de reg, poden provocar un desequilibri en les càrregues elèctriques en les argiles del sòl provocant encrostaments i entollaments, entre d'altres.

La importància de l'acumulació d'ions de sodi (Na^+) en el sòl és deguda al fet que les argiles adsorbeixen el sodi preferentment en la seva superfície, i els ions de calci (Ca^{2+}) queden a l'interior; quan hi ha excés de sodi, aquest queda també adsorbit a l'interior, i això provoca una dispersió dels col·loides i la conseqüent pèrdua d'estructura.

La RAS es calcula a partir de les concentracions dels ions sodi, calci i magnesi:

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$$

Essent: Na^+: Concentració d'ió sodi en l'aigua de reg en meq/l

Ca^{2+}: Concentració d'ió calci en l'aigua de reg en meq/l

Mg^{2+}: Concentració d'ió magnesi en l'aigua de reg en meq/l

La FAO utilitza la RAS aj que equival a:

$$RASaj = \frac{Na}{\sqrt{\frac{(Ca + Mg}{2}}}\left[1 + (8.4 - pH_c)\right]$$

Es poden trobar diverses classificacions de la qualitat de l'aigua de reg en funció de la relació entre la conductivitat i la relació d'adsorció de sodi (**Taula 4**) segons puguin ocasionar problemes en la infiltració.

Taula 4
Restriccions en l'ús de l'aigua per a reg en funció de la sodicitat i la salinitat

	Potencials problemes en el reg per infiltració		
RAS	Conductivitat		
Grau de Restricció de l'Ús	Cap	Lleus o Moderats	Severs
= 0 – 3	> 0,7	0,7 – 0,2	< 0,2
= 3 – 6	> 1,2	1,2 – 0,3	< 0,3
= 6 – 12	> 1,9	1,9 – 0,5	< 0,5
= 12 – 20	> 2,9	2,9 – 1,3	< 1,3
= 20 – 40	> 5,0	5,0 – 2,9	< 2,9

Font: Irrigation and Drainage Paper 29 (FAO).

2.1.3 Toxicitat

La toxicitat és el paràmetre que valora la presència de determinats ions que poden produir efectes tòxics en les plantes.

Quan determinats continguts d'ions del sòl s'acumulen en les plantes en concentracions suficientment altes poden causar danys i reduir els rendiments en els cultius sensibles (**Taula 5**).

Taula 5
Restriccions en l'ús de l'aigua per a reg per presència d'ions

		Nivell de restricció		
RAS	Unitats	Cap	De lleu a moderada	Severa
Sodi (Na^+) reg aspersió	meq/l	< 3	>3	
Sodi (Na^+) reg superfície	meq/l	< 3	3-9	> 9
Clorur (Cl^-) reg aspersió	meq/l	< 3	>3	
Clorur (Cl^-) reg superfície	meq/l	< 4	4-10	> 10
Bor (B)	mg/l	< 0,7	0,7 - 3	> 3

Font: Irrigation and Drainage Paper 29 (FAO).

Per reduir els riscos deguts a l'acumulació d'elements tòxics, cal incrementar la freqüència de reg per evitar la concentració excessiva dels components tòxics.

La presència de calci (Ca^{2+}) ajuda a evitar l'efecte tòxic del sodi (Na^+) a les plantes; en aquest sentit, cal tenir en compte que bona part dels sòls de Catalunya són rics en calci, la qual cosa fa que el risc de patir problemes de toxicitat sigui menor (**Taula 6**).

Taula 6
Concentracions màximes recomanades d'elements traça en aigua de reg

Element	Concentració màxima recomanada (mg/l)	Observacions
Al (alumini)	**5,0**	Pot reduir la productivitat en sòls àcids (pH < 5,5), però en sòls més alcalins de pH > 7 precipitarà i s'eliminarà la toxicitat.
As (arsènic)	**0,10**	La toxicitat per a les plantes varia àmpliament, des de 12 mg/l per a la pastura del Sudan a menys de 0,05 mg/l per a l'arròs.
Be (beril·li)	**0,10**	La toxicitat per a les plantes varia àmpliament, des de 5 mg/l per a la col arrissada a 0,5 mg/l per als fesols.
Cd (cadmi)	**0,01**	Tòxic per als fesols, remolatxes i naps en concentracions tan baixes com 0,1 mg/l en solucions de nutrients. Els límits recomanats són moderats a causa del seu potencial d'acumulació en plantes i sòls a concentracions que poden ser perjudicials per als éssers humans.
Co (cobalt)	**0,05**	Tòxics per a les plantes de tomàquet a 0,1 mg/l en solució nutritiva. Tendeix a ser inactivat per sòls neutres i alcalins.
Cr (crom)	**0,10**	Generalment no es reconeix com un element essencial del creixement. Es recomanen límits moderats.
Cu (coure)	**0,20**	Tòxic per nombroses plantes de 0,1 fins a 1,0 mg/l en solucions nutritives.
F (fluor)	**1,0**	En sòls neutres i alcalins queda inactivat.
Fe (ferro)	**5,0**	No és tòxic per les plantes en sòls airejats, però pot contribuir a l'acidificació del sòl i la pèrdua de la disponibilitat de fòsfor i molibdè.
Li (liti)	**2,5**	Tolerat per la majoria dels cultius fins a 5 mg/l; mòbil a terra. Tòxic per als cítrics en baixes concentracions (< 0,075 mg/l). Actua de forma similar al bor.
Mn (manganès)	**0,20**	Tòxic per a una sèrie de cultius en unes poques dècimes fins a 1 mg/l, però normalment només en sòls àcids.
Mo (molibdè)	**0,01**	No és tòxic per a les plantes en concentracions normals a terra i l'aigua. Pot ser tòxic per al bestiar si el farratge és cultivat en sòls amb altes concentracions de molibdè disponible.
Ni (níquel)	**0,20**	Tòxic per a un nombre de plantes a 0,5 mg/l fins a 1,0 mg/l, toxicitat reduïda a un pH neutre o alcalí.
Pb (plom)	**5,0**	Pot inhibir el creixement cel·lular de les plantes en concentracions molt altes.
Se (seleni)	**0,02**	Tòxic per a les plantes en concentracions tan baixes com 0,025 mg/l i tòxics per al bestiar si el farratge és cultivat en sòls amb nivells relativament alts de seleni afegit. És un element essencial per als animals, però en concentracions molt baixes.
Ti (titani)	**----**	Exclòs per les plantes; tolerància específica desconeguda.
V (vanadi)	**0,10**	Tòxic per a moltes plantes en concentracions relativament baixes.
Zn (zinc)	**2,0**	Tòxic per a moltes plantes en concentracions molt variables; menor toxicitat a pH > 6,0 i en sòls de textura fina i orgànica.

Font: Irrigation and Drainage Paper 29 (FAO).

2.2 Paràmetres biològics

L'anàlisi de la presència d'organismes vius a l'aigua es considera pels possibles efectes nocius que aquests puguin tenir sobre els consumidors i agricultors, sobretot en els casos en què s'utilitza aigua regenerada per a reg per a la qual existeix una legislació específica (**Taula 7** i **Taula 8**).

També la presència de microorganismes i algues pot arribar a afectar al funcionament dels sistemes de reg degut al creixement descontrolat d'algues en sistemes d'emmagatzematge d'aigua o a la formació de pel·lícules de biofilm (microorganismes que es desenvolupen adherits a l'interior de les canonades) que quan es desprenen poden causar obturacions. Per evitar aquest tipus de problemes es recomana un manteniment regular de les instal·lacions de reg.

Per les característiques de l'aigua regenerada també és necessari valorar la presència de determinats elements de cara a la toxicitat que presenten per als cultius a l´hora d'utilitzar-la per a reg, però també pel seu efecte contaminant sobre el medi ambient. En el cas que algun dels seus paràmetres superés els valors de referència es desaconsellaria el seu ús com a aigua de reg.

Taula 7
Qualitat de l'aigua residual regenerada per a reg

Tipus de reg i cultius	Sòlids en suspensió	Terbolesa	Severa	Escherichia coli	
Productes de consum en fresc i sistema d'aplicació de l'aigua que permet el contacte directe de l'aigua regenerada amb les parts comestibles	20 mg/l	10 UNT	1ou / 10 l	100 UFC*/100 ml	En cas d'existir risc de formació d'aerosols: *Legionella spp.* 1.000 UFC/l
Productes amb contacte directe de l'aigua regenerada amb les parts comestibles i tractament industrial posterior. Reg de pastures per a consum d'animals productors de llet o carn.	35 mg/l	No es fixa límit	1ou / 10 l	1.000 UFC/100 ml	*Taenia saginata* i *Taenia solium*: 1 ou/l (si es reguen pastures per consum d'animals productors de carn).
Productes sense contacte de l'aigua regenerada. Reg de cultius de flors ornamentals. Reg de cultius industrials no alimentaris, vivers, farratges ensitjats, cereals i llavors oleaginoses.	35 mg/l	No es fixa límit	1ou / 10 l	10.000 UFC/100 ml	*Legionella spp.* 100 UFC/l

Font: Reial Decret 1620/2007, de 7 de desembre (BOE núm. 294 de 8/12/2007)
*UFC: Unitats formadores de colònies
**UNT: Unitats Nefelomètriques de terbolesa

Taula 8
Valors màxims de conductivitat i metalls pesants de l'aigua regenerada per a reg

Conductivitat 3,0 dS/m	Crom: 0,1 mg/l
Relació d'adsorció de sodi (RAS): 6 meq/l	Coure: 0,2 mg/l
Bor: 0,5 mg/l	Manganès: 0,2 mg/l
Arsènic: 0,1 mg/l	Molibdè: 0,01 mg/l
Beril·li: 0,1 mg/l	Níquel: 0,2 mg/l
Cadmi: 0,01 mg/l	Seleni : 0,02 mg/l
Cobalt: 0,05 mg/l	Vanadi: 0,1 mg/l

Font: Reial Decret 1620/2007, de 7 de desembre (BOE núm. 294 de 8/12/2007)