



QUALITAT DE L'AIGUA DE REG

RESUM

La qualitat de l'aigua de reg comprèn la relació entre l'aigua, el sòl i la planta, i ha de permetre que la seva absorció pugui maximitzar el rendiment esperat del cultiu al llarg del temps.

Uns paràmetres fisicoquímics i biològics adequats permeten un funcionament òptim de la instal·lació i evitaren obturacions que puguin provocar un major cost de manteniment i reparació de la instal·lació.

El control i maneig del reg pot minimitzar els efectes menys desitjables d'alguns paràmetres desfavorables.

01. Introducció

La qualitat de l'aigua de reg comprèn la relació entre l'aigua, el sòl i la planta. Ha de permetre que la seva absorció pugui maximitzar el rendiment esperat del cultiu de forma sostinguda al llarg del temps.

Les conduccions de reg requereixen uns paràmetres fisicoquímics i biològics adequats per a garantir un funcionament òptim de la instal·lació. Això és especialment rellevant en les conduccions a pressió.

Aquesta fitxa vol ser un resum dels paràmetres i consideracions a tenir en compte per valorar si l'aigua de la que disposem és apta per al reg i aportar algunes mesures de maneig per minimitzar, en la mesura del possible, alguna característica no desitjable.

El calci (Ca^{2+}) i el magnesi (Mg^{2+}) milloren l'estructura del sòl, afavoreixen la circulació de l'aigua i de l'aire. El sodi (Na^+) acaba desestructurant el sòl i dificulta la penetració de l'aigua al sòl i també el seu drenatge.

La relació entre aquests dos grups d'ions és el que mesura la RAS (SAR en anglès).

La concentració dels ions es pot donar en parts per milió (ppm), en miliequivalents per litre (meq/l), o bé en miligramms per litre (mg/l). A l'annex es pot veure el pes equivalent de cada ió.

La CE i la RAS determinen l'estabilitat de l'estructura del sòl. La interpretació i restriccions en l'ús de l'aigua per a reg en base als seus es pot veure a la Taula 3.

02. Qualitat de l'aigua de reg. Paràmetres

La qualitat de l'aigua de reg es defineix en base a diferents paràmetres físics i químics la determinats per la FAO i que són revisats periòdicament. Segons l'origen de l'aigua, la seva composició pot variar al llarg de l'any i del temps.

La Taula 1 mostra els paràmetres i els valors normals que ens dona un anàlisi d'aigües.

La Taula 3 mostra els paràmetres del sòl i els valors límit que poden condicionar l'ús de l'aigua de reg.

02.01. Conductivitat elèctrica de l'aigua (CE)

Mesura de forma indirecta el contingut total de sals dissoltes en la solució. Les sals augmenten la pressió osmòtica i limiten la capacitat per absorbir l'aigua i els nutrients.

Es mesura en decisiemens per metre (dS/m) o en microsiemens per centímetre ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

La CE és proporcional també al contingut total de sòlids dissolts (TDS) en l'aigua (veure Annex).

02.02. Relació de Absorció de Sodi (RAS)

La capacitat d'infiltració d'un sòl ve condicionada per la presència de certs tipus de sals.

PARÀMETRE	SÍMBOL	UNITAT	VALORS NORMALS AIGUA DE REG	MÈTODE ANÀLISI OFICIAL
SALINITAT				
Conductivitat elèctrica	CE	dS/m	0 - 3	Conductímetre
Total sòlids dissolts	TSD	mg/l	0 - 2000	gravimètric
CATIONS I ANIONS				
Calci	Ca^{2+}	meq/l	0 - 20	Absorció atòmica i complexometria
Magnesi	Mg^{2+}	meq/l	0 - 5	
Sodi	Na^+	meq/l	0 - 40	Absorció atòmica volumètrica
Carbonats	CO_3^{2-}	meq/l	0 - 0,1	
Bicarbonats	HCO_3^-	meq/l	0 - 10	volumètrica
Clor	Cl^-	meq/l	0 - 30	Argentometria
Sulfats	SO_4^{2-}	meq/l	0 - 20	turbidimetria
NUTRIENTS				
Nitrogen - Nitrats	N-NO_3^-	mg/l	0 - 10	espectrofotometria
Nitrogen - Amoniacal	N-NH_4^+	mg/l	0 - 5	Colorimetria
Fosfat - Fòsfor	P-PO_4^-	mg/l	0 - 2	espectrofotometria
Potasi	K^+	mg/l	0 - 2	Absorció atòmica
ALTRES				
Bor	B	mg/l	0 - 2	espectrofotometria
Acidesa o alcalinitat	pH	1 - 14	6 - 8,5	Potenciòmetre
Relació absorció de sodi	RAS	meq/l	0 - 15	

Taula 1. Paràmetres i valors habituals d'un anàlisi d'aigües.
Font: Miguel Angel Monge.

02.03. Alcalinitat

El pH el determina la concentració d'ions hidrogen. Si la concentració d'ions hidrogen (H⁺) és alta, la solució és àcida (Ph < 7). Si és baixa, el pH és bàsic o alcalí (pH > 7), i un pH = 7 és neutre. Els sòls rics en carbonats, tenen aigües amb pH bàsic. Els valors de pH en el sòl poden oscil·lar entre 4 i 9, essent desitjable estar entre 6 i 7,5, on la solubilitat de la majoria de nutrients és major (Figura 1).

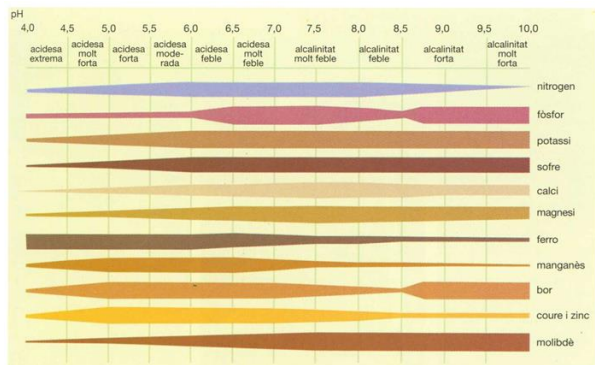


Figura 1. Solubilitat dels nutrients segons el pH. Font: Enciclopèdia catalana

02.04. Duresa de l'aigua

La duresa ve determinada principalment pels cations de calci (Ca²⁺) i magnesi (Mg²⁺) dissolts a l'aigua. A major duresa, major risc de precipitacions calcàries que poden provocar l'obstrucció dels emissors, especialment en el reg localitzat, fet que es pot intensificar si es fa fertirrigació amb adobs fosfòrics.

Les aigües bàsiques (pH > 7) acostumen a ser aigües dures. Són poc recomanables en sòls durs i compactes perquè no ajuden a millorar la permeabilitat del sòl.

La duresa també indica la capacitat per contrarestar les variacions del pH (capacitat tampó). Aquest fet pot ser interessant en cultius en contenidor i hidropònics.

Tipus d'aigua segons la seva duresa	mg/l CaCO ₃
Molt tova	0 - 79
tova	80 - 149
mitja	150 - 329
dura	330 - 549
molt dura	> 549

La duresa s'expressa en mil·ligrams per litre (mg/l) de carbonat càlcic (CaCO₃), i també en graus hidromètrics francesos. La seva classificació, segons l'escala Merck, porta a parlar d'aigües des de "molt toves" a "molt dures".

Taula 2. Classificació de l'aigua segons la duresa Font: Aigües de Barcelona

02.05. El clor (Cl-), el bor (B-) i el sodi (Na+)

Aquests ions són necessaris, però a partir de certes concentracions són tòxics segons el cultiu, la varietat i el patró. Especialment en aspersió, cal parar atenció al valor límit dels ions clor i sodi per evitar toxicitats (Taula 3).

02.06. Els nitrats (NO₃-)

Són la forma majoritària del nitrogen dins l'aigua. Un excés de fòsfor i de nitrats a l'aigua pot provocar el creixement de vegetació (eutrofització), que pot donar lloc a taponaments a la instal·lació de reg.

El nitrogen aportat per l'aigua de reg cal que sigui tingut en compte al calcular la fertirrigació necessària del cultiu, ja que una aportació excessiva pot perjudicar la qualitat del cultiu segons quin sigui el seu aprofitament.

02.07. Metalls pesants

La presència de metalls pesants en l'aigua de reg pot limitar-ne l'ús, ja que en determinades concentracions són tòxics per als éssers vius, i les plantes els absorbeixen amb la resta de nutrients de l'aigua i del sòl, entrant-los així en la xarxa tròfica.

02.08 Presència de microorganismes

Alguns dels microorganismes presents en l'aigua poden ser patògens. La seva presència, si es detecta, pot limitar l'ús d'aquesta aigua per evitar que entrin en contacte amb les persones o el bestiar.

PROBLEMA POTENCIAL	GRAU DE RESTRICCIÓ EN L'ÚS			
	Cap	lleuger o moderat	Alt	
SALINITAT - Limita la disponibilitat d'aigua				
Conductivitat elèctrica (CE) (dS/m)	< 0,7	0,7 - 3	> 3	
Total sòlids dissolts (TSD) (mg/l)	< 450	450 - 2000	> 2000	
INFILTRACIÓ - S'en redueix la velocitat				
Relació entre la RAS i la CE	RAS (meq/l)	Conductivitat elèctrica (CE) (dS/m)		
	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	
TOXICITAT PER IONS ESPECÍFICS Afecta a cultius sensibles				
Sodi (Na ⁺) (meq/l)	Reg per superfície	< 3	3 - 9	> 9
	Reg per aspersió	< 3	> 3	
Clor (Cl ⁻) (meq/l)	Reg per superfície	< 4	4 - 10	> 10
	Reg per aspersió	< 3	> 3	
Nitrats (NO ₃ ⁻) (mg/l)	Reg per aspersió	< 5	5 - 30	> 30
Bicarbonats (HCO ₃ ⁻) (mg/l)	Reg per aspersió	< 1,5	1,5 - 8,5	> 8,5
Bor (B) (mg/l)		< 0,7	0,7 - 3	> 3
pH			6,5 - 8,4	
RISC D'OBSTRUCCIÓ EN GOTERS				
Motiu físic	Sòlids en suspensió (mg/l)	< 50	50 - 100	> 100
	Sòlids solubles (mg/l)	< 500	500 - 2000	> 2000
Motiu químic	Manganès (mg/l)	< 0,1	0,1 - 1,5	> 1,5
	Ferro (mg/l)	< 0,1	0,1 - 1,5	> 1,5
Motiu biològic	Bactèries (Nº màx/ml)	< 10000	10000-50000	> 50000

Taula 3. Paràmetres i valors límit que condicionen l'ús de l'aigua de reg. Font: Miguel Angel Monge. Font: MAPA i Smart-fertilizer.com

03. Presa de mostres

Recollir 1 litre d'aigua en un envàs de vidre o plàstic, net i preferiblement nou. Etiquetar sempre la mostra. És recomanable que no passi més d'una setmana entre la presa de mostres i l'anàlisi. Si cal conservar la mostra, es guardarà a la nevera a 4-5 °C.

Si l'origen és una bassa o dipòsit, s'agafarà a una certa alçada des del fons o al punt de sortida del mateix.

Si l'origen és un pou, millor connectar la bomba i recollir la mostra passats uns minuts de la sortida d'aigua.

Si l'origen és un curs d'aigua, prendre varies mostres al llarg del curs, a una profunditat mitjana i barrejar-les. Senyalar que segons l'origen de l'aigua, la seva qualitat pot variar al llarg de l'any i del temps.

04. Maneig de l'aigua de reg

A nivell d'instal·lacions de reg, la qualitat de l'aigua està relacionada amb problemes d'obstruccions. Les obstruccions poden provocar una manca d'uniformitat en el reg, una menor producció i qualitat del cultiu per, finalment, provocar un major cost de manteniment i reparació de la instal·lació. Això és especialment significatiu en el reg localitzat.

04.01. Obstruccions per motius físics

Es poden minimitzar incorporant a la instal·lació de reg un sistema de filtres adequats a l'element a protegir o proporcional a la grandària de l'orifici de l'emissor. A banda es necessari fer el manteniment adequat de la instal·lació. *Més informació detallada a la fitxa tècnica 35.*

En els sistemes de reg enterrat especialment, la xarxa de reg ha de preveure els elements i tipus de degotadors adients per evitar la succió d'elements externs al tancar el reg.

04.02. Obstruccions per motius químics

Donen lloc a la formació de precipitats, especialment en reg per goter. Es fa necessari un manteniment de la instal·lació en base a la injecció d'àcids que els puguin dissoldre. El tipus d'àcid utilitzat i la seva concentració condicionarà el temps de reacció per a ser efectius. *Més informació detallada a la fitxa tècnica 7.*

La obstrucció química produïda per ions ferro o manganès, es pot minimitzar amb l'oxigenació de l'aigua (salts d'aigua, injecció d'aire, etc.), o bé amb l'aplicació d'hipoclorit sòdic. Els precipitats originats seran retinguts pels filtres.



Font: Universidad del riego.

Hi ha barreges d'adobs que són incompatibles, i altres en que la barreja es recomanable que es faci en el moment de l'aplicació (veure annex).

Més informació detallada al dossier tècnic número 65: Fertirrigació (DARP).

04.03. Obstruccions per motius biològics

Es poden minimitzar fent tractaments de cloració (hipoclorit sòdic), amb peròxid d'hidrogen, o altres substàncies químiques autoritzades. *Més informació detallada a la fitxa tècnica 35.*

En cas d'utilitzar aigües susceptibles d'estar contaminades per metalls pesats o microorganismes patògens, cal anar en compte per evitar incorporar components de risc per la salut de les persones o el bestiar. Els agents contaminants també poden arribar a aigües subterrànies per percolació d'altres zones.

Per a més informació consultar la web de l'Agència de Salut Pública de Catalunya (ASPCAT).

04.04. Fracció de rentat

Si es volen disminuir els efectes de les sals sobre el cultiu, és aconsellable aplicar una dosis de reg lleugerament superior a la necessària per tal d'afavorir la lixiviació de sals i ions tòxics en l'horitzó de les arrels (fracció de rentat).

La seva aplicació depèn del cultiu implantat, el tipus de sòl, el tipus de reg, la qualitat de l'aigua utilitzada i el règim de pluges de la zona.

En els sòls desestructurats per la sodificació, és aconsellable regar a dosis baixes i freqüència elevada.

L'aplicació de fertilitzants amb sals solubles en sòls amb problemes de salinitat ha de ser més ajustada.

Les labors del sòl, les aportacions de matèria orgànica, l'elecció de material vegetal tolerant a les nostres condicions de reg i el sistema de plantació són altres opcions per reduir els problemes exposats.

05. Instruments per conèixer la qualitat de l'aigua

L'anàlisi químic i instrumental en el laboratori són les eines més precises per determinar els diferents paràmetres de la qualitat de l'aigua. Els mètodes oficials d'anàlisi es poden veure en la Taula 1.

Un sistema alternatiu són les tires reactives, que ens permeten de forma més ràpida, pràctica i econòmica conèixer el valor aproximat d'alguns dels paràmetres més importants a controlar i que ens permetran ser més eficients en la gestió i maneig d'aquesta aigua.

El maneig d'una tira reactiva es basa en submergir-la en l'aigua (temperatura entre 12 i 25 °C) seguint les indicacions del producte, retirar l'excés d'aigua de la tira i esperar a que quedi tenyida. Aquest color obtingut en la tira es compara visualment amb l'escala colorimètrica proporcionada pel fabricant en el seu envàs, i ens permet fer lectura d'un valor numèric aproximat del paràmetre que analitza la tira.



Font: Camlab.

05.01. Determinació del pH

L'instrument que mesura específicament el pH d'una solució és el potenciòmetre o pH-metre. Està format per una sonda amb un elèctrode de vidre connectada a un potenciòmetre, i ens dona una lectura del pH del líquid analitzat entre 0 i 14.



El pH-metre s'ha de calibrar periòdicament a partir de solucions tampó d'acidesa coneguda (comercialitzades amb pH 4, 7 i 10). El potenciòmetre permet ajustar la lectura a la temperatura de la mostra.

Font: Directindustry.

Un altre sistema són les tires reactives (tires Tournasol). Segons el fabricant, l'escala de color que indica el pH pot ser diferent per a una mateixa lectura de pH. Segons la precisió desitjada hi ha tires amb un rang de lectura més ampli o més concret.

05.02. Determinació de la conductivitat

La conductivitat elèctrica s'obté amb el conductímetre, el qual mesura la dificultat de l'electricitat per circular entre dos elèctrodes. La temperatura influeix en el seu valor de lectura.



L'aigua pura no és bona conductora, però en presència de sals s'afavoreix la conductivitat elèctrica. Si no es disposa de conductímetre, se sap que hi ha també una relació entre Sòlids Totals Dissolts (TDS).

Font: Directindustry

05.03. Determinació de la duresa

La determinació directa es fa per valoració complexomètrica amb EDTA. De forma indirecta es pot fer mitjançant la conductivitat elèctrica, o bé, amb les tires reactives.

05.04. Determinació del nitrogen

A banda dels mètodes oficials (taula 1), la determinació del nitrogen total (orgànic i amoniacal) es fa pel mètode Kjeldhal. Una aproximació indirecta del contingut de nitrats és pot fer per medi de les tires reactives. Els nitrats (NO₂) es determinen per espectrofotometria (mètode Zanmelli).

06. Annex

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

TDS (g/l) = 0,64 x CE (dS/m) Si CE ≤ 5 dS/m
 TDS (g/l) = 0,80 x CE (dS/m) Si CE > 5 dS/m

La conversió entre unitats és la següent:
 1000 µS/cm = 1 dS/m = 1 mmho/cm.
 1 ppm = 1 mg / 1 litre 1 ppm = 1 mg / 1 kg
 1 meq/l = 1 mg/l / Peq 1 mg/l = 1 (meq/l) x (Peq)
 1 ppm = 1 g / 1Tn 1000 mg = 1 g

L'equivalència és:
 1º fH = (mg/l)/10.

NOM	Símbol	Pes equivalent	NOM	Símbol	Pes equivalent
CATIONS			ANIONS		
Calci	Ca ²⁺	20,0	Clor	Cl ⁻	35,5
Sòdi	Na ⁺	23,0	Sulfats	SO ₄ ²⁻	48,0
Magnesi	Mg ²⁺	12,2	Bicarbonats	HCO ₃ ⁻	61,0
Potasi	K ⁺	39,1	Carbonats	CO ₃ ²⁻	30,0
Bor	B ³⁺	3,5	Nitrats	NO ₃ ⁻	62,0
Ferro	Fe ²⁺	27,9			

	Nitrat amònic	Nitrat càlcic	Nitrat magnesi	Nitrat potàsic	Solució nitrogenada	Urea
Nitrat càlcic	Red	Green	Green	Green	Green	Green
Nitrat de magnesi	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Nitrat potàsic	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Solució nitrogenada	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Urea	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Sulfat amònic	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Sulfat potàsic	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Sulfat de magnesi	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Fosfat monoamònic	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Fosfat biomònic	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Fosfat monopotàsic	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Clorur potàsic	Green	Green	Green	Green	Green	Green

	Sulfat amònic	Sulfat potàsic	Sulfat magnesi	Fosfat mono amònic	Fosfat biomònic	Fosfat mono potàsic
Sulfat potàsic	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Sulfat de magnesi	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Fosfat monoamònic	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Fosfat biomònic	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Fosfat monopotàsic	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Clorur potàsic	Green	Green	Green	Green	Green	Green

Font: Fertiberia i SIAR

- Barreja compatible
- Barreja incompatible
- Barreja que pot reduir la solubilitat

Autor:
Oficina del Regant