

I fabbisogni idrici dei bovini e dei suini

L'organismo animale assume l'acqua di cui necessita da tre fonti: dall'acqua di bevanda, dall'acqua di costituzione degli alimenti e da quella cosiddetta metabolica, che si origina, in varia misura, nelle reazioni di ossidazione cui sono soggetti carboidrati, proteine e grassi.

Il mantenimento del bilancio idrico è determinato dalle perdite di acqua attraverso feci, urina, saliva, sudorazione, evaporazione dalla superficie corporea e dalle vie respiratorie e attraverso le produzioni (in particolar modo il latte). Mentre per ogni altro principio nutritivo l'organismo presenta riserve più o meno rilevanti, per l'acqua le riserve dirette sono praticamente nulle e il "digiuno" idrico comporta conseguenze sicuramente più rapide e gravi di quello alimentare: l'organismo non sopravvive alla perdita del 10% di acqua, mentre può perdere tutto il grasso di deposito e metà delle proteine (Crpa, 1995).

L'acqua, quindi, è un elemento essenziale per garantire il benessere degli animali allevati e favorire il raggiungimento delle migliori performance produttive e riproduttive aziendali. A tale proposito, la direttiva 98/58/Ce riguardante la protezione degli animali negli allevamenti stabilisce che «tutti

gli animali devono avere accesso ad un'adeguata quantità di acqua, di qualità adeguata, o devono poter soddisfare le loro esigenze di assorbimento di liquidi in altro modo» e che «le attrezzature per la somministrazione di mangimi e di acqua devono essere concepite, costruite e installate in modo da ridurre al minimo le possibilità di contaminazione degli alimenti o dell'acqua e le conseguenze negative derivanti da rivalità tra gli animali».

Indicazioni specifiche vengono poi riportate nel decreto legislativo 30 dicembre 1992, n. 533, che stabilisce le norme minime per la protezione dei vitelli, e nel decreto legislativo 20 febbraio 2004, n. 53, che stabilisce le

norme minime per la protezione dei suini:

- «a partire dalla seconda settimana di età, ogni vitello deve poter disporre di acqua fresca adeguata in quantità sufficiente; i vitelli malati e sottoposti a condizioni atmosferiche di grande calore devono poter disporre di acqua fresca in ogni momento» (decreto legislativo n. 533);
- «a partire dalla seconda settimana di età, ogni suino deve poter disporre in permanenza di acqua fresca sufficiente» (decreto legislativo n. 53).

FATTORI INFLUENZANTI

L'entità dei fabbisogni idrici degli animali è influenzata da:



Tab. 2 - Fabbisogni idrici indicativi per le diverse categorie di bovini da latte (Grant, 1993 modificata).

CATEGORIA DI BOVINO	FABBISOGNO IDRICO (l/giorno per capo) ⁽⁵⁾
Vitella di 1 mese	5 ÷ 7,5
Vitella di 3 mesi	8 ÷ 11
Vitella di 6 mesi	14 ÷ 18
Manza di 15 ÷ 18 mesi	22 ÷ 27
Manza di 18 ÷ 24 mesi	27 ÷ 37
Vacca in lattazione ⁽¹⁾	55 ÷ 65
Vacca in lattazione ⁽²⁾	91 ÷ 102
Vacca in lattazione ⁽³⁾	144 ÷ 159
Vacca in lattazione ⁽⁴⁾	182 ÷ 197
Vacca in asciutta	34 ÷ 49

⁽¹⁾ produzione di 13,5 kg/giorno di latte; ⁽²⁾ produzione di 23 kg/giorno di latte; ⁽³⁾ produzione di 36 kg/giorno di latte; ⁽⁴⁾ produzione di 45 kg/giorno di latte; ⁽⁵⁾ consumo a temperatura ambientale compresa fra 10 e 27°C.



Abbeveratoio a vasca a livello costante largamente diffusi nelle stalle a stabulazione libera. (Foto Arch. Crpa)

- ① caratteristiche dell'animale (età, peso, attività, stadio fisiologico, stato sanitario);
- ② livello alimentare, composizione della razione e tipo di alimento;
- ③ tecnica d'allevamento e modalità di stabulazione;
- ④ microclima dell'ambiente d'allevamento (temperatura, umidità, velocità dell'aria);
- ⑤ caratteristiche dell'acqua.

L'assunzione di liquidi è positivamente correlata all'ingestione di **sostanza secca** ed è legata, quindi, a tutti i fattori che condizionano quest'ultima azione. Il fabbisogno idrico è fortemente influenzato dalla **composizione della razione**: l'ingestione di alimenti ricchi in acqua, ad esempio il latte, riduce l'assunzione volontaria di acqua di bevanda. D'altra parte, il consumo d'acqua cresce all'aumentare della concentrazione salina e proteica della razione. In particolare, l'eccesso di un elemento minerale può essere in parte eliminato dall'organismo con l'aumento della diuresi che, a sua volta, provoca un aumento del consumo d'acqua.

I fabbisogni idrici aumentano con l'innalzamento della **temperatura ambientale**, in quanto l'acqua rappresenta l'elemento fondamentale per la dispersione del

calore; a parità di temperatura i consumi scendono con l'aumentare del grado di umidità. Allorquando la temperatura supera i 30°C si evidenziano sensibili e più rapidi incrementi nelle esigenze idriche (tabella 1).

Alcune esperienze in allevamenti suinicoli hanno dimostrato come, con una temperatura ambiente ottimale (18÷20°C), i suini all'ingrasso soddisfino i loro fabbisogni idrici se il rapporto fra acqua e mangime secco è di 2 a 1; ma tale rapporto diventa di 3 a 1 ad una temperatura ambientale di 30°C e di 4,5 a 1 a 40°C (Asten, 1984).

Le **caratteristiche qualitative dell'acqua di bevanda** (salinità totale, durezza, pH, ecc.), come si vedrà in maniera approfondita nel successivo articolo, possono influenzare in maniera significativa l'entità del consumo.

Anche la **temperatura dell'acqua di bevanda** influenza l'entità dei fabbisogni idrici e le produzioni. In linea generale non si dovrebbe somministrare agli animali acqua con temperatura inferiore ai 15°C, mentre per gli esemplari più giovani è consigliabile una temperatura dell'acqua di circa 20÷22°C. Al contrario, animali adulti ad intenso metabolismo, quali le vacche da latte ad elevata produzione, sembrano beneficiare della somministrazione di acqua fresca (10÷15°C) durante i periodi estivi (migliore termoregolazione, minore stress, maggiori produzioni).

I suini non gradiscono acqua troppo calda: temperature dell'acqua superiori a 30÷32°C possono deprimere in modo drastico i consumi, con problemi di ordine sanitario e produttivo.

Le richieste idriche variano in funzione dello **stato fisiologico degli animali**. Un soggetto che sta costruendo nuovi tessuti e sta aumentando di peso richiede maggiori quantità di acqua di uno in dimagrimento; lo stato di gravidanza comporta un maggior fabbisogno idrico (aumento di peso della madre e del feto). Il fabbisogno idrico per la produzione di latte è legato essenzialmente alla quantità di latte prodotto e, quindi, alla quantità di acqua

Tab. 3 - Fabbisogni idrici indicativi per le diverse categorie di suini.

CATEGORIA DI SUINO	FABBISOGNO IDRICO (l/giorno per capo)
Lattonzolo	0,1 ÷ 0,5
Suinetto in svezzamento (6 ÷ 25 kg)	1 ÷ 5
Suino in accrescimento (25 ÷ 50 kg)	4 ÷ 7
Suino in ingrasso (50 ÷ 100 kg)	5 ÷ 10
Suino in ingrasso (100 ÷ 160 kg)	7 ÷ 15
Scrofetta da rimonta	5 ÷ 10
Scrofa gravida	10 ÷ 20
Scrofa allattante	20 ÷ 35
Verro	10 ÷ 15

Fonte: Crpa



alimenti e acqua di bevanda, varia da 4,5 a 5,5 kg per 1 chilo di sostanza secca ingerita; quando la temperatura dell'aria è di 15°C, i valori aumentano del 30% a 20°C, del 50% a 25°C e del 100% a 30°C. In pratica, per lattifere con produzioni di 25÷30 kg/giorno di latte, alimentate a fieno e concentrati, il consumo pro capite di acqua di bevanda può variare da 70 kg/giorno in situazione di benessere termico, fino a oltre 200 kg/giorno in situazione di stress da caldo.

Durante la stagione estiva, quindi, è particolarmente importante che acqua fresca e abbondante sia messa a disposizione delle vacche; nelle stalle libere ciò si ottiene predisponendo un certo numero di abbeveratoi a vasca di grande portata, collocati preferibilmente nella zona di alimentazione (Crpa, 2002).

siva restrizione idrica provochi una diminuzione della quantità di alimento ingerito; d'altra parte anche un iperconsumo, con rapporti acqua/mangime superiori a 4/1, può avere un effetto depressivo sull'accrescimento.

CONSUMI DI ACQUA DI BEVANDA

Nelle condizioni pratiche d'allevamento il consumo complessivo di acqua di bevanda risulta dalla sommatoria della quantità di acqua effettivamente ingerita dagli animali e di quella sprecata; gli sprechi, sempre presenti in una certa misura, possono aumentare considerevolmente a causa di un'errata installazione o di una cattiva manutenzione dei sistemi di somministrazione.

Bisogna poi considerare che l'acqua e gli abbeveratoi possono essere usati dagli animali sia per limitare lo stress termico in estate, sia per combattere

la noia. Quindi, il volume di liquami prodotto in un allevamento può essere influenzato, per una quota non trascurabile, dall'acqua di bevanda sprecata, con problemi legati ai costi di stoccaggio e di smaltimento dei reflui.

Le perdite idriche

degli abbeveratoi, oltre a costituire un inutile costo aggiuntivo per l'allevamento, possono avere un effetto negativo non trascurabile sul microclima del ricovero, in quanto fanno aumentare il livello dell'umidità dell'aria ambientale. Inoltre, lo spreco idrico può peggiorare il livello di pulizia delle zone di stabulazione; per esempio, nelle porcilaie con box a pavimentazione piena, il livello di pulizia peggiora, dapprima nelle aree limitrofe agli abbeveratoi e, in seguito, su tutta la superficie, perché il pavimento bagnato stimola i suini a urinare e a defecare.

Anche nel caso di animali allevati su lettiera si hanno problemi legati alla fuoriuscita di acqua dagli abbeveratoi; infatti, se la lettiera si bagna, aumentano il consumo di paglia e la quantità di lettiera da rimuovere. Si hanno, inoltre, maggiori difficoltà nel maneggio del letame in fase di asportazione. ■

persa per questa via; nelle bovine da latte ad elevata produzione, in particolare modo nei mesi caldi, è legato anche alla dispersione del calore proveniente dall'energia metabolizzata per sostenere le alte produzioni.

È noto che gli animali sofferenti, anche se mangiano poco o addirittura digiunano, nella maggior parte dei casi continuano ad abbeverarsi. **Particolari situazioni sanitarie**, per esempio stati diarroici e febbrili, comportano aumenti dei fabbisogni idrici giornalieri. Ciò spiega, fra l'altro, l'interesse e l'efficacia della tecnica della medicazione dell'acqua.

ESIGENZE DELLE BOVINE DA LATTE...

I fabbisogni idrici medi indicativi per le diverse categorie di bovini da latte suddivise in base a età, fase di lattazione e livello di produzione di latte sono riportati nella tabella 2; tali valori, ovviamente, sono riferibili a bovini allevati in condizioni microclimatiche ottimali, dato che alte temperature e/o bassi livelli igrometrici dell'aria possono comportare aumenti nell'assunzione di acqua anche del 100%.

Secondo INRA (1988) l'acqua totale assunta giornalmente da una vacca in lattazione, comprensiva di acqua degli

Tab. 4 - Bilancio idrico giornaliero di un suino da ingrasso leggero (Whalen, 1996).

ASSUNZIONE D'ACQUA	QUANTITÀ (ml)	PERDITA D'ACQUA	QUANTITÀ (ml)
Acqua di bevanda	4.000	Acqua nell'urina	2.930
Acqua metabolica	990	Acqua espulsa con la respirazione	1.530
Acqua dell'alimento	200	Acqua nelle feci	250
		Acqua trattenuta nei tessuti	480
Totale	5.190	Totale	5.190

Alimentazione secca ad libitum; condizioni ambientali di termoneutralità.

... E DEI SUINI

I fabbisogni idrici medi indicativi per le diverse categorie di suini sono riportati nella tabella 3; i valori, ovviamente, sono riferibili a suini allevati in condizioni microclimatiche ottimali.

Un tipico bilancio idrico di suini leggeri da ingrasso con accrescimento medio giornaliero di 700 grammi, alimentati a secco *ad libitum* e posti in condizioni ambientali di termoneutralità, è rappresentato nella tabella 4. Per suini in accrescimento-ingrasso, allevati in condizioni normali di alimentazione e ambiente, i fabbisogni idrici si considerano coperti da un rapporto di 2,1÷2,6 a 1 fra acqua di bevanda e mangime secco somministrato (Barber *et al.*, 1963; Mount *et al.*, 1971). Secondo le esperienze di Cunningham e Friend (1966) un rapporto inferiore a 1,5/1 incide negativamente sull'accrescimento dei soggetti e sulla qualità delle carcasce.

Altri studi dimostrano come un'ecces-

Un'abbeverata di qualità per animali in perfetta salute

CR.PA.

ALESSANDRO GASTALDO,
PAOLO ROSSI
Centro Ricerche
Produzioni Animali,
Reggio Emilia

In campo zootecnico non esistono norme specifiche relative alle caratteristiche qualitative delle acque destinate all'abbeverata degli animali. La normativa nazionale che disciplina la qualità delle acque ad uso umano è invece il decreto legislativo 2 febbraio 2001, n. 31, in cui vengono riportati i seguenti parametri:

- **microbiologici** (*Escherichia coli*, enterococchi);
- **chimici** (nitrati, nitriti, metalli pesanti, arsenico, cromo, rame, piombo, mercurio, ecc.);
- **"indicatori"** (colore, odore, sapore, torbidità, durezza, presenza di alluminio, ammonio, cloruro, ferro, manganese, solfato, sodio, batteri coliformi a 37 °C, ecc.).

L'acqua destinata all'abbeverata deve comunque essere di buona qualità, perché in caso contrario acque non idonee possono comportare problemi sanitari, riduzione delle prestazioni produttive, alterazione della qualità dei prodotti e danni alle attrezzature. In



Abbeveratoio a vasca
a livello costante.
(Foto Arch. Crpa)

questo articolo vengono approfonditi i parametri ritenuti fondamentali per la valutazione della qualità dell'acqua di bevanda da somministrare agli animali di interesse zootecnico.

DUREZZA

La durezza (o grado idrometrico) è una proprietà dell'acqua legata pre-

valentemente al contenuto di sali, in particolare carbonati, bicarbonati e solfati di calcio e magnesio, espresso generalmente in grammi di carbonato di calcio o di ossido di calcio contenuti in 100 litri di acqua (rispettivamente gradi francesi °F e gradi tedeschi °D). Acque ricche di sali di calcio e magnesio vengono definite "dure", mentre acque povere o esenti sono dette "dolci".

Questo parametro, se mantenuto entro certi limiti, non sembra avere alcun effetto su salute, performance e consumo di acqua degli animali. Acque particolarmente dure (> di 20 °F) possono essere poco digeribili, provocare una diminuzione dell'assorbimento intestinale degli oligoelementi presenti nelle razioni e favorire la formazione di incrostazioni calcaree all'interno delle tubazioni e negli orifizi degli abbe-

Tab. 1 - Contenuto di solidi totali disciolti nell'acqua di bevanda e possibile impiego per l'abbeverata degli animali.

SOLIDI TOTALI DISCIOLTI (mg/l)	IMPIEGO PER L'ABBEVERATA
< 1.000	ottimo (nessun rischio per gli animali)
da 1.000 a 2.999	buono (possibili sporadici casi di diarrea nei soggetti più giovani)
da 3.000 a 4.999	sufficiente (diarrea e possibile rifiuto degli animali non abituati a berla)
da 5.000 a 6.999	insufficiente (da non utilizzare per animali in gravidanza, in produzione e per i soggetti più giovani)
da 7.000 a 10.000	pericoloso (non adatta per l'abbeverata)
> 10.000	altamente pericoloso (possibili danni al cervello con esito mortale)

Fonte: Crpa

veratoi, con diminuzione della portata di questi ultimi o addirittura otturazione completa di parti della rete idrica.

Secondo *Cerati e Piscitelli* (2002) acque eccessivamente dure possono provocare nelle scrofe gravide una precoce ossificazione dei feti. Per contro, acque particolarmente dolci (< di 8 °F) possono essere particolarmente corrosive e facilitare, di conseguenza, il passaggio in soluzione di eventuali metalli tossici come il piombo.

ACIDITÀ

Il pH indica il grado di acidità o alcalinità di una soluzione acquosa. Normalmente nell'acqua il pH è compreso fra 6 e 9, *range* che può essere considerato adatto per l'acqua di bevanda; infatti, la maggioranza degli autori riporta come accettabili valori compresi fra 6,5 e 8,5.

In generale acque con pH al di fuori del *range* 6,5÷8,5 possono contribuire all'insorgenza di turbe del metabolismo e della fertilità, di diarrea, di scadente conversione dell'alimento e di minore ingestione di acqua e alimento, oltre alla precipitazione di alcuni farmaci somministrati con l'acqua, con possibilità di tempi di sospensione prolungati e di presenza di residui di medicinali nelle carcasse. Acque particolarmente acide (pH < di 5÷5,5) possono inoltre provocare problemi all'apparato urinario e digestivo, fenomeni di demineralizzazione e fragilità scheletrica, corrosione dei materiali.

SALINITÀ E SOLIDI TOTALI DISCIOLTI

La salinità è un parametro molto importante da considerare per l'abbverata degli animali; essa è equivalente ai solidi totali disciolti (STD), i quali vengono espressi come milligrammi di residuo fisso per litro di acqua dopo essiccamento a 180°C. La tabella 1 mostra come acque con una concentrazione di STD superiore a 3.000 mg/l provochino i primi effetti negativi sull'organismo.

CONTAMINANTI BIOLOGICI

In generale il controllo microbiologico dell'acqua di bevanda in allevamento è in grado di evitare conseguenze patologiche a carico degli animali, quali problemi gastroenterici, digestivi, respiratori, urogenitali e riproduttivi.

Tab. 2 - Limiti massimi dei principali contaminanti biologici contenuti nell'acqua di bevanda per le diverse categorie di bovini (Waldner e Looper, 1999).

TIPO DI CONTAMINANTE BIOLOGICO	VITELLI	BOVINI ADULTI
Coliformi totali (n./100 ml di acqua)	< 1	< 15
Coliformi fecali (n./100 ml di acqua)	< 1	< 10
Streptococchi fecali (n./100 ml di acqua)	< 3	< 30

Tra i possibili indicatori di contaminazione biologica dell'acqua vengono generalmente presi in considerazione i coliformi totali e fecali, gli streptococchi fecali e i batteri totali. In campo zootecnico un'acqua con un numero di coliformi inferiore a 50 per 100 ml può essere considerata "sicura" (*Lardy e Stoltenow*, 1999). Un numero di batteri totali superiore a 500 per 100 ml può indicare una scarsa qualità microbiologica e se questo numero è superiore a 1.000.000 per 100 ml l'acqua non deve essere utilizzata per l'abbverata.

Nella tabella 2 vengono riportati i limiti massimi ammessi di alcuni contaminanti biologici nell'acqua di abbverata dei bovini. Inoltre, grazie al rapporto coliformi fecali/streptococchi fecali è possibile riconoscere la fonte di contaminazione:

- > rapporto < 1 = inquinamento da fonti non umane;
- > rapporto compreso fra 1 e 2,5 = inquinamento da fonti umane e non umane;
- > rapporto > 2,5 = inquinamento da fonti umane.

CONTAMINANTI CHIMICI

L'inquinamento chimico delle acque è dovuto principalmente allo scarico di rifiuti industriali nei corsi d'acqua e nei terreni e all'utilizzo massiccio di fitofarmaci in agricoltura. Si ritiene che attualmente siano alcuni milioni le sostanze chimiche conosciute. Quelle effettivamente disponibili sul mercato sono circa 100.000, delle quali circa 8.000 tossiche e 200 ritenute cancerogene e/o sospette cancerogene; solo per 2.100 prodotti sono stati individuati i rispettivi valori limite di tossicità.

I contaminanti chimici si possono sud-

dividere fondamentalmente in due categorie: organici e inorganici. Nel caso dei contaminanti **organici** si tratta di sostanze, presenti in natura o prodotte dall'attività umana, che contengono carbonio; spesso sono sostanze non degradabili o che impiegano tempi lunghissimi per decomporsi, perché "sconosciute" ai microrganismi che operano la biodegradazione. Tra le principali categorie di contaminanti organici ci sono la trielina, i tetracloroetilene e i composti organoalogenati in genere, idrocarburi vari, aloformi o derivati alogenati del metano.

Fra i contaminanti **inorganici** meritano una particolare attenzione i nitrati e i nitriti, i solfati, i cloruri, l'acido solfidrico, alcuni elementi minerali e i metalli pesanti. Livelli moderati di **nitrati** sono in grado di provocare diversi problemi, quali riduzione della crescita, aumento di infertilità e aborti, carenza di vitamina A e disturbi all'apparato digestivo, ma la loro pericolosità aumenta notevolmente se vengono trasformati in **nitriti**, composti molto tossici in grado di rendere impossibile il trasporto dell'ossigeno ai tessuti e di provocare disturbi cardiovascolari e nervosi. Secondo *Dell'Orto et al.* (1985) una forte ingestione di nitrati

Abbeyeratoio a tazza particolarmente sporco.
(Foto Arch. Crpa)



può determinare un eccessivo accumulo nel sangue di nitriti, in grado di reagire con l'emoglobina, trasformandola in metaemoglobina e riducendo in questo modo l'apporto di ossigeno alle cellule, con conseguenti difficoltà respiratorie, cianosi, tremori, incoordinamento dei movimenti e possibile esito mortale.

Nella tabella 3 vengono riportate le concentrazioni di nitrati ammessi per l'abbeverata dei bovini; quando l'acqua presenta un contenuto di NO_3 superiore a 220 mg/l, non dovrebbe essere utilizzata. Secondo *Cerati e Piscitelli* (2002) i suini sono relativamente tolleranti a questi composti, anche se un livello di 300 ppm di nitrati può essere sufficiente a causare una certa tossicità nell'organismo.

L'assunzione di acque con alte concentrazioni di **solfati** (in particolare quelli di magnesio e di sodio) può provocare nell'organismo disturbi gastrointestinali, con un forte effetto lassativo (concentrazioni superiori a 1.000 mg/l). Inoltre, a concentrazioni superiori a 800 mg/l può provocare carenze di ferro, manganese, rame, zinco e vitamina B, con conseguente riduzione di crescita, fertilità e risposta immunitaria.

La presenza di alte concentrazioni di **cloruri** nell'acqua (dovute a problemi di non corretta clorazione) è in grado di alterarne il sapore e di accelerare la corrosione dei metalli. Nei bovini non si può escludere che concentrazioni elevate possano interferire sulle fermentazioni ruminali (Crpa, 1995).

nonostante non provochino particolari rischi sanitari, se presenti in quantità elevate possono avere un'attività fortemente corrosiva sulle attrezzature e provocare inconvenienti e problemi di varia natura e gravità sugli animali. Per esempio, possono provocare una forte riduzione del consumo idrico per sapori e odori sgradevoli e per torbidità dell'acqua; inoltre, la presenza di ferrobatteri è in grado di produrre una "fastidiosa" melma rossastra, che può provocare anche un eventuale riduzione del flusso.

I PARAMETRI DA CONTROLLARE

Nella maggioranza degli allevamenti italiani vengono eseguiti pochi controlli e spesso questi hanno come riferimento l'acqua potabile per uso umano. Considerando che, per salvaguardare la salute e la produttività degli animali, l'acqua di bevanda dovrebbe essere esente da sostanze tossiche e nocive, germi patogeni, torbidità, sapori, colori e odori anomali, è consigliabile effettuare esami di potabilità con cadenza periodica (almeno ogni anno); tali esami dovrebbero prevedere l'analisi dei seguenti parametri:

① **chimici**. Vengono eseguite analisi "di base" (comprendenti durezza, pH, solidi totali disciolti, nitrati, nitriti, ferro), in grado di valutare, almeno in termini generali, la qualità dell'acqua. Se il risultato è buono, si possono essere superflue ulteriori analisi; al contrario, se è insoddisfacente, è necessario eseguire analisi più approfondite;

② **microbiologici**. Vengono eseguite analisi che comprendono i coliformi totali, i coliformi fecali, gli streptococchi fecali e la carica batterica (a 37°C);

③ **organolettici**. Vengono eseguite analisi che comprendono colore, torbidità, odore e sapore, tutti parametri che possono essere considerati indici di contaminazione. Per esempio; la torbidità può essere dovuta non solo alla presenza di innocue particelle di argilla e limo, ma anche a reflui di varia origine, i quali possono rendere l'acqua decisamente poco salubre. Occorre ricordare anche che queste analisi riflettono la situazione di un preciso momento ed è quindi consigliabile ripeterle in seguito a variazioni climatiche di un certo rilievo (siccità protratta, alta piovosità). ■

Tab. 3 - Livelli di nitrati nell'acqua di bevanda e possibile impiego per l'abbeverata dei bovini (National Research Council, 2001 modificata).

NO_3 (mg/l)	IMPIEGO PER L'ABBEVERATA
0÷44	Ottimo
45÷132	Buono (nessun effetto nocivo, se la dieta è bilanciata)
133÷220	Insufficiente soltanto se l'acqua viene consumata per un periodo prolungato
221÷660	Pericoloso (non adatta per l'abbeverata)
> 660	Altamente pericoloso (possibile esito mortale)



Anche l'**acido solfidrico**, un gas facilmente riconoscibile per il caratteristico odore di uova marce, è in grado di alterare la qualità dell'acqua. Può essere ritenuto un indice di scarsa qualità dell'acqua potabile, anche se esistono acque sotterranee contenenti acido solfidrico, ma assolutamente pure da un punto di vista microbiologico.

Tra le componenti inorganiche dell'acqua di bevanda occorre ricordare anche i **metalli pesanti** (cadmio, cromo, piombo, arsenico, mercurio, nichel, ecc.), i quali possono essere presenti in natura o derivare da attività umane. Questi metalli, data la loro tossicità, hanno una soglia di concentrazione ammessa molto bassa, generalmente dell'ordine dei microgrammi (milionesimi di grammo) per litro. Talvolta è sufficiente una quantità piccolissima di un qualsiasi metallo pesante per rendere l'acqua non idonea all'uso potabile: per esempio, sono sufficienti 5 mg di cadmio per contaminare un metro cubo di acqua.

Infine, alcuni **elementi minerali** come ferro, manganese, cloro, rame, zinco,

Le tecniche di filtrazione e di depurazione

CRPA

PAOLO FERRARI
Fondazione CRPA
Studi e Ricerche onlus,
Reggio Emilia

L'acqua di bevanda, prima di essere immessa negli ambienti di allevamento, può subire diversi tipi di trattamento, finalizzati alla separazione e all'allontanamento di componenti indesiderate o nocive per gli animali. Nella maggior parte degli allevamenti bovini e suini le principali fonti di approvvigionamento sono rappresentate da pozzi aziendali e, in misura minore, dagli acquedotti civili; solo in qualche raro caso le aziende utilizzano acque superficiali derivate da corsi d'acqua o da riserve idriche aziendali.

In Emilia-Romagna le problematiche più frequenti di qualità delle acque ad uso zootecnico sono riconducibili alla presenza di calcio e di ferro in concentrazioni elevate, di microrganismi patogeni, di nitrati, di solidi in sospensione e di cloro residuo (acquedotti civili). Per ovviare a questi problemi, generalmente in zootecnia sono impiegate le tecniche di filtrazione meccanica e di filtrazione chimica.

LA FILTRAZIONE MECCANICA...

La filtrazione meccanica è finalizzata alla separazione e all'allontanamento delle particelle solide in sospensione e dei colloidali organici; spesso è impiegata per la prefiltrazione di acque di superficie allo scopo di ridurre la torbidità e di rimuovere eventuali microrganismi patogeni. Le tecnologie più diffuse sono costituite dai vagli statici (ad esempio a rete o a cartuccia) e dai filtri a sabbia; questi ultimi trovano impiego soprattutto negli impianti di depurazione ad uso civile e in alcune tipologie di allevamento ittico.

I filtri a rete sono disponibili con maglie di dimensioni variabili da alcune decine



(Foto Arch. Crpa)

di millimetri fino a pochi micron ($1 \mu\text{m} = 0,001 \text{ mm}$) e sono realizzati di vari materiali, tra i quali acciaio inossidabile, ottone, plastica e tessuti di fibre naturali o sintetiche.

I filtri a cartuccia sono costituiti da un contenitore in cui è racchiuso l'elemento filtrante, di solito di forma cilindrica; la grandezza dei fori è solitamente di $50 \mu\text{m}$ per acque potabili, ma può essere maggiore o minore per altre applicazioni. Le cartucce filtranti più comuni sono realizzate in nylon, in acciaio inox (lavabili), oppure in filato di polipropilene avvolto su un supporto dello stesso materiale (tipo a perdere). Altre tecniche di separazione che utilizzano membrane speciali sono la microfiltrazione, l'ultrafiltrazione, la nanofiltrazione e l'osmosi inversa.

... E QUELLA CHIMICA

I sistemi di filtrazione chimica sono impiegati principalmente per la separazione specifica di alcune sostanze disciolte nell'acqua. Alcune tecniche sono finalizzate all'eliminazione più o meno selettiva di determinati composti (ad esempio con l'utilizzo di carboni attivi o con le resine a

scambio ionico); altre portano alla disinfezione dell'acqua cioè uccidono la maggior parte dei microrganismi presenti.

La disinfezione non deve essere confusa con la sterilizzazione che comporta, invece, la completa eliminazione di ogni forma di vita; in zootecnia il trattamento di sterilizzazione, oltre a non essere necessario, non sarebbe neanche praticabile dal punto di vista economico. I sistemi più efficaci per ottenere la disinfezione dell'acqua sono la clorazione, l'esposizione alla radiazione ultravioletta e l'ozonizzazione.

I CARBONI ATTIVI

I carboni attivi trovano innumerevoli applicazioni; nella depurazione dell'acqua essi vengono utilizzati:

- per la rimozione del cloro;
- per l'eliminazione di odori e sapori sgradevoli;
- per l'eliminazione di sostanze inquinanti quali solventi clorurati, insetticidi, pesticidi, detergenti, ecc.

Le sostanze disciolte vengono fissate sui granuli di carbone attivo per adsorbimento; quindi più estesa è la superficie dei granuli, maggiore è l'efficienza di filtrazione. In un grammo di carbone attivo i granuli presentano una superficie compresa tra 500 e 1.400 m^2 . Generalmente i carboni attivi vengono utilizzati in combinazione con altri trattamenti di purificazione. Nella maggior parte dei casi il filtro è costituito da un letto di granuli racchiuso in un contenitore a colonna o a tamburo, attraverso il quale passa l'acqua.

LO SCAMBIO IONICO

Solitamente i filtri a scambio ionico sono costituiti da materiali granulari o porosi detti resine, racchiusi all'interno di un contenitore. Le resine sono prodotte fissando su di esse ioni particolari in funzione degli ioni che si intendono separare; gli

ioni sono molecole cariche elettricamente che possono avere carica positiva (cationi) o negativa (anioni). L'acqua, passando attraverso il filtro, rilascia gli ioni indesiderati, che si legano alla resina, sostituendo gli ioni fissati precedentemente; quindi, questi ultimi vengono liberati entrando in soluzione nell'acqua in uscita dal filtro. Le resine a scambio ionico sono utilizzate comunemente per l'addolcimento dell'acqua.

Le resine a scambio ionico non riescono a rimuovere, anzi vengono danneggiate, dai composti organici non ionici. Per rimuovere questi ultimi a monte è consigliata la tecnica di adsorbimento su carbone attivo.

LA DEFERRIZZAZIONE

Il ferro può essere presente nell'acqua in forma disciolta oppure come precipitato in sospensione. La rimozione del ferro in sospensione, normalmente idrossido ferrico, non comporta particolari problemi e può essere effettuata mediante una normale filtrazione meccanica. Invece, la rimozione del ferro presente in forma disciolta richiede, innanzitutto, la sua ossidazione a ione ferrico, quindi, la sua precipitazione e, infine, dopo aver ottenuto la forma in sospensione, la sua separazione mediante filtrazione meccanica. Il pH dell'acqua da trattare deve avere un valore superiore alla neutralità (maggiore di 7), in quanto un eventuale ambiente acido ostacola la precipitazione dello ione ferrico.

Spesso il processo di deferrizzazione può essere integrato con altri tipi di trattamento; ad esempio l'ossidazione preliminare del ferro per mezzo di ipoclorito comporta anche la disinfezione dell'acqua, mentre la filtrazione catalitica opera pure la filtrazione delle altre sostanze presenti in sospensione. Ai fini della corretta scelta del processo è importante distinguere tra la presenza di ferro in sospensione e ferro disciolto; infatti l'entità del primo influisce prevalentemente sul dimensionamento del sistema di filtrazione, mentre la presenza del secondo determina la tipologia del metodo di ossidazione.

LA CLORAZIONE

Il cloro, largamente utilizzato per il trattamento di disinfezione dell'acqua, è pro-

dotto industrialmente per elettrolisi del cloruro di sodio. Questo elemento è generalmente commercializzato sotto forma di gas liquefatto in pressione oppure in forma liquida, come ipoclorito di sodio (NaOCl), oppure in polvere, come ipoclorito di calcio (Ca(OCl)_2).

Come per ogni altro trattamento di disinfezione di tipo ossidativo, è necessario prevedere a monte un idoneo sistema di filtrazione meccanica. Il cloro può essere rimosso dopo il trattamento di clorazione attraverso la dechlorazione con anidride solforosa o con solfito di sodio, oppure per mezzo di resine a scambio ionico o di filtri a carboni attivi o mediante aerazione o stoccaggio temporaneo in serbatoi aperti.

Il cloro può essere utilizzato anche per la disinfezione interna delle tubazioni, operazione indispensabile quando i farmaci (ad esempio vitamine e integratori) vengono somministrati attraverso l'acqua di

psularsi", vengono meglio aggrediti e distrutti. Il tempo richiesto per l'intervento è di 12-24 ore, in funzione dello spessore e della qualità degli elementi incrostanti.

I materiali costituenti il circuito idraulico devono essere scelti con attenzione, privilegiando le materie plastiche ed evitando le tubazioni metalliche, soprattutto se costituite da componenti di diversa "nobiltà" che possono comportare fenomeni di ossidazione e di corrosione con rilascio di ioni metallici indesiderati.

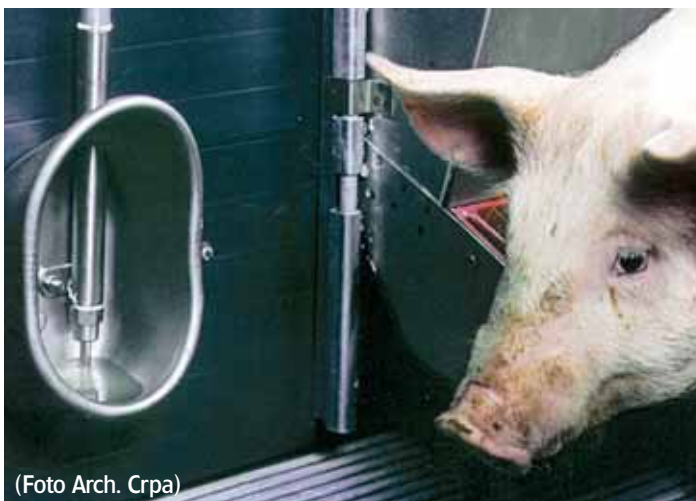
Tra le tecniche di tipo ossidativo finalizzate all'eliminazione dei microrganismi patogeni si ricordano, infine, l'ozonizzazione e il trattamento con raggi ultravioletti, raramente impiegati in zootecnia sia per ragioni di costo, sia per ragioni di complessità gestionale e impiantistica.

I CRITERI DI SCELTA DI UN IMPIANTO DI FILTRAZIONE

La progettazione di un impianto di filtrazione deve essere effettuata tenendo conto delle caratteristiche qualitative dell'acqua da trattare e delle eventuali variazioni durante l'arco dell'anno o del ciclo d'allevamento. Inoltre, conoscendo le caratteristiche fisiche, elettriche, chimiche e magnetiche delle sostanze da separare, occorre sfruttare le differenze esistenti tra le sostanze da separare e il liquido, adottando la tecnica di filtrazione più idonea; nel caso in cui siano disponibili più tecniche, è opportuno orientarsi verso quella che, a parità

di efficienza e affidabilità, fornisce le migliori prestazioni (capacità di lavoro) al costo minore.

Si rende quindi necessaria la verifica dei certificati di analisi di laboratorio relativi ad un congruo numero di campioni di acqua, prelevati in corrispondenza del punto o dei punti d'immissione dell'acqua nella rete idrica. Una volta definiti gli standard che si vogliono ottenere, in funzione della specie allevata e della relativa fase d'allevamento, si può procedere alla scelta del trattamento o della linea di trattamenti e delle apparecchiature più idonee allo scopo, tenendo conto anche dei requisiti di efficienza, di durata, di affidabilità e, ovviamente, dei costi, sia d'acquisto e d'installazione, che di gestione degli impianti. ■



(Foto Arch. Crpa)

bevanda. Prima di immettere nel circuito idraulico la soluzione disinfettante è consigliabile solubilizzare e rimuovere le eventuali incrostazioni; tale procedimento implica l'utilizzo di un acido "tamponato" (inibitore di corrosione delle reti idriche), che viene fatto circolare nel sistema idrico.

Al termine della disincrostazione, il circuito idraulico deve essere completamente svuotato della soluzione acida e risciacquato con acqua. Una pulizia di questo tipo è utile soprattutto per gli abbeveratoi a succhiotto, che risentono fortemente della presenza di sali di calcio e ferro. Questa preliminare operazione facilita ed esalta quella successiva di disinfezione in quanto i microrganismi, non disponendo più di un ambiente protettivo nel quale "inca-