

Calidad del agua y su higienización: Efectos sobre la sanidad y productividad de las aves

AVELINA BELLOSTAS^{1*}

HdosO Consultores, SL, Edificio Ramón y Cajal,
Parque Tecnológico Walqa, 22197 Huesca

*Avelina Bellostas Ara: aba@hdosoconsultores.com

Avelina Bellostas es Ingeniero Técnico Industrial Químico por la Escuela Universitaria Politécnica de Huesca (1991) y Master en Ciencia, Tecnología y Gestión del Agua (CIDTA-Universidad de Salamanca), habiendo realizado múltiples cursos de formación relacionados con la calidad del agua y diversos aspectos de gestión medioambiental.

Desde 1992 ha desarrollado ininterrumpidamente una intensa actividad profesional en estos mismos temas, en consultorías y empresas privadas. Ha sido Directora Técnica en ISABENA SL, empresa de tratamiento de aguas, y Directora de Calidad y Desarrollo de producto en OX-CTA, fabricante de biocidas biodegradables.

Desde 2005 trabaja en la empresa HdosO Consultores S.L., cuyo objeto es la asesoría y asistencia medioambiental, y de la cual es socia fundadora.

RESUMEN

El agua es, quizás, el elemento al que menor importancia le damos en avicultura. Puede ser el causante de algunos problemas y patologías que se presentan en las explotaciones avícolas. En este documento se tratarán los parámetros de la calidad del agua, en el aspecto físico-químico y microbiológico, que juegan un papel relevante en la producción avícola.

Palabras clave: agua, calidad, necesidades, producción, indicador, aspectos microbiológicos, aspectos físico-químicos, contaminación, *Escherichia coli*, *Enterococcus*, conductividad, dureza, sulfatos, nitratos, nitritos, cloruros, pH, magnesio, sodio, riesgos, medidas correctoras, tratamiento, legislación.

Quality water and its sanitation: effects on poultry health and performances

SUMMARY

Water is perhaps the element that less importance we give in poultry production. It can be the causing factor for some problems and pathologies presented in poultry farms. This paper review the main parameters of water quality, physical-chemical as well as microbiological, playing an important role in poultry production.

Keywords: water, quality, production, indicator, microbiological aspects, physical-chemical aspects, pollution, *Escherichia coli*, enterococci, conductivity, hardness, sulphates, nitrates, nitrites, chlorides, ph, magnesium, sodium, risks, corrective measures, treatment, legislation.

INTRODUCCIÓN

El agua en estado puro tiene tres propiedades básicas: es incolora, inodora e insípida. Posee un tono azulado que únicamente puede apreciarse en capas de gran profundidad. Yuri Gagarín, astronauta ruso, fue el primer ser humano en ver la Tierra desde el espacio: “Es azul, la Tierra es azul”. La mayor parte de la superficie del planeta está cubierta de agua y, desde el espacio, la Tierra posee ese color característico. Nuestro planeta es en realidad agua, el 70% de su superficie está cubierta por glaciares, mares, ríos y lagunas, y menos del 3% es agua dulce, y dos terceras partes de ésta, se encuentra congelada en las capas polares.

El agua es esencial para la vida de cualquier organismo viviente y, las aves no son la excepción, de ahí la importancia de proveer de agua corriente de calidad, “*ad libitum*”, ya temperatura adecuada, atendiendo a las necesidades cuantitativas de cada especie para evitar trastornos orgánicos y productivos.

Esta afirmación está fundada en el hecho biológico de que el agua es un componente imprescindible y mayoritario de la anatomía orgánica de los animales, representando entre el 5070% en los adultos y hasta un 90% en los jóvenes, con las correspondientes variaciones según la especie, raza, sexo, circunstancias fisiológicas y tipo de alimentación.

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE EL AGUA EN AVICULTURA?

La especial atención del agua dentro del mundo avícola está justificada: Sirve como vehículo de nutrientes, juega un papel muy importante en la regulación de la temperatura corporal, actúa como “lubricante” en las articulaciones del esqueleto, es un componente de muchas reacciones básicas, y está involucrada directa e indirectamente en los principales equilibrios porque participa en todos los fenómenos físicos, químicos y biológicos necesarios para el desarrollo de los procesos vitales.

El agua de bebida se utiliza como vía terapéutica por razones de eficacia, eficiencia y seguridad. Además, no podemos ni debemos olvidar que es un importante vector de transmisión de microorganismos patógenos.

Tabla 1. Principales razones del uso del agua de bebida como vía terapéutica

| Eficacia | Eficiencia | Seguridad |
|---|--|---|
| Rápida acción terapéutica | Optimización de costes | Fácil y rápida aplicación |
| Posibilidad de tratamientos, tanto de choque como continuos | Optimización de propiedades terapéuticas | Selección y control de las aves a medicar y del período de medicación |
| Fácil control de consumos | | Garantía de períodos de retirada Sin contaminaciones cruzadas |

Tabla 2. Principales microorganismos patógenos transmitidos por el agua

| Bacterias | Virus | Parásitos |
|-------------------------|-------------|-------------------------------|
| <i>Campylobacter</i> | | Helmintos |
| <i>Escherichia coli</i> | Adenovirus | Protozoos: |
| <i>Legionella</i> | Enterovirus | <i>Cryptosporidium parvum</i> |
| <i>Salmonella</i> | Rotavirus | <i>Giardia lamblia</i> |
| <i>Shigella</i> | | |
| <i>Vibrio</i> | | |
| <i>Yersinia</i> | | |

NECESIDADES Y CALIDAD DEL AGUA

Dentro del concepto global de alimentación en avicultura, el agua de bebida, *-alimento olvidado-*, tiene que ser de calidad, al mismo nivel de exigencia que el resto de los alimentos sólidos, con el objetivo de asegurar una correcta nutrición y minimizar las patologías.

En este sentido, la gestión de una explotación avícola debe confluir en la calidad integral para este componente alimentario, tanto en cantidad como en calidad físico-química y microbiológica, mediante un manejo zootécnico y sanitario correcto del agua; todo ello acorde a la tipología y estado fisiológico de las aves en cada momento.

El consumo de agua está relacionado directamente con la fase de producción, sexo del animal, ingesta de pienso, temperatura, tanto ambiental como del agua, y calidad del agua.

En avicultura, como media, las aves consumen doble cantidad de agua que de pienso, siendo esta proporción mucho mayor en las épocas estivales. La temperatura medioambiental influye muchísimo en el consumo de agua. La ingesta de agua del ave se incrementa en un 6-7% por cada grado por encima de 21 °C (Singleton, 2004). La experiencia nos demuestra que se da muy poca importancia a la temperatura del agua de bebida, siendo ésta, en la mayoría de los casos, igual a la temperatura ambiente; factor que en invierno apenas reviste importancia, a no ser por las dificultades para la disolución de medicaciones, pero que en épocas calurosas provoca disminuciones en el consumo de agua con las consiguientes pérdidas en producción.

Un estudio realizado por Beber y Teeter (1994) concluye que la temperatura del agua que prefieren las aves debe estar alrededor de 10°C. Cuando las temperaturas del agua superan los 26°C su consumo se reduce significativamente, y consecuentemente la ganancia de peso diaria. Para evitar que el agua de bebida adquiera altas temperaturas, los depósitos y tuberías no deben estar expuestos al sol.

Siempre que se menciona, tanto en guías de buenas prácticas como en diferentes foros, que el agua que se suministra en avicultura debe ser de calidad, se refiere a calidad apta para su consumo en función de unos criterios. A continuación se muestran tres tablas en las que se exponen diferentes criterios de calidad de agua. La **Tabla 4** y la **Tabla 5** son de dos autores que han determinado estos criterios en función de su experiencia, y publicadas en diferentes revistas y web del sector.

En contraposición, la **Tabla 6** muestra los criterios higiénico-sanitarios según la legislación vigente de aguas de consumo humano y de uso en la industria alimentaria (Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano). Cada vez están más estandarizados en ganadería, y son implementados por las grandes centrales de compra.

Tabla 3. Consumo medio de agua de bebida. BREF, 2003

| Especie | Relación agua/pienso | Consumo de agua por ciclo | Consumo de agua anual |
|-----------------------|-------------------------|------------------------------|--------------------------|
| | (l/kg) | (l/cabeza/ciclo) | (l/plaza/año) |
| Pollos de carne | 1,7 – 1,9 | 9 – 14 | 54 - 84 |
| Pavos | 1,8 – 2,2 | 70 | 130 - 150 |
| Gallinas ponedoras | 1,8 – 2,0 | 10 | 83 - 120 |

Una vez establecidos los parámetros indicadores de la calidad del agua de bebida es necesario determinar el orden de prioridad de los factores de peligro para su control.

El riesgo para las aves más común y extendido en relación al agua de bebida es la contaminación microbiana, cuyas consecuencias son tales que su control debe ser siempre un objetivo de importancia primordial. Debe darse prioridad a la mejora y el desarrollo de los sistemas de abastecimiento de agua de bebida que planteen un riesgo mayor para las aves. Los riesgos asociados a los aspectos físico-químicos del agua en España se deben a problemas derivados de aguas con exceso de sales, bien sean sulfatos o cloruros, o con altos valores de dureza que derivan en problemas en las infraestructuras, suministro de tratamientos medicamentosos y, en casos extremos, retrasos en el crecimiento de las aves.

ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS

La contaminación microbiológica se asocia habitualmente con efectos patógenos agudos, más inmediatos que los provocados por la contaminación química. Por lo tanto deberemos conocer qué elementos nos serán útiles para conocer la existencia de contaminación en el agua de bebida.

La gran mayoría de microorganismos vehiculados en el agua, son gérmenes eliminados a partir del tracto intestinal del hombre y de animales vertebrados; por tanto su aparición habrá supuesto un anterior contacto de excretas humanas y animales con el agua, lo que generalmente se denomina contaminación fecal.

Para conocer la existencia de un posible contacto del agua de bebida con excretas humanas y/o animales es necesario determinar la presencia de ciertos grupos de gérmenes eliminados de forma inequívoca en esas excretas. La aparición de estos microorganismos nos avisará sobre la mala calidad del agua, y pueden agruparse bajo el nombre de microorganismos indicadores de contaminación fecal.

Tabla 4. Criterios de calidad de agua para aves. *Dr. Carlos Antonio Debortoli, 2005. Ross Tech 08/47*

| Criterios | Concentración (ppm) | Comentarios |
|-----------------------------|----------------------------|---|
| Disueltos totales | 0 - 1000 | Buena |
| Sólidos (STD) | 1000 - 3000 | Satisfactoria: las heces pueden ser húmedas, si se llega a la cifra superior. |
| | 3000 - 5000 | Deficiente: excreciones húmedas, reducción de ingesta de agua, crecimiento deficiente y aumento de mortalidad. |
| | >5000 | Inadecuada. |
| Dureza | < 100 blanda | Buena: sin problemas. |
| | > 100 dura | Satisfactoria: sin problemas para aves, pero puede interferir con la eficacia del detergente y de muchos desinfectantes y medicamentos administrados por esta vía |
| pH | < 6 | Deficiente: problemas de rendimiento, corrosión del del sistema de agua |
| | 6,0 - 6,4 | Deficiente: problemas potenciales |
| | 6,5 - 8,5 | Satisfactorio: lo recomendado para las aves |
| | > 8,6 | Inadecuada |
| Sulfatos | 50-200 | Satisfactorio puede producir un efecto laxante si Na o Mg >50ppm |
| | 200 - 250 | Nivel máximo idóneo |
| | 250 - 500 | Puede tener un efecto laxante |
| | 500 – 1000 | Deficiente: efecto laxante y aunque las aves se puedan adaptar, interfiere con la absorción de Cu, los cloruros añaden efecto laxante |
| | >1000 | Inadecuada: aumenta la ingesta de agua y heces húmedas, riesgo para la salud de las aves jóvenes |
| Cloruros-cloro | 250 | Satisfactorio: nivel máximo idóneo, los niveles <14ppm pueden causar problemas si el sodio es >50ppm |
| | 500 | Nivel máximo idóneo |
| | >500 | Inadecuada: efecto laxante, excreciones húmedas, reducción ingesta de pienso, aumento ingesta de agua |
| Potasio | <300 | Buena: sin problemas |
| | >300 | Satisfactoria: depende de la alcalinidad y pH |
| Magnesio | 50-125 | Satisfactorio: si el nivel de sulfatos>50ppm formará sulfato de magnesio, que causa efecto laxante |
| | >125 | Efecto laxante con irritación intestinal |
| | 350 | Máximo |
| Nitratos-nitrógeno | 10 | Máximo (en ocasiones, niveles de 3mg/l afectan al rendimiento) |
| Nitritos | traza | Satisfactoria |
| | >traza | Inadecuada: riesgo para la salud (indica contaminación de materia orgánica por heces) |
| Hierro | <0,3 | Satisfactoria |
| | >0,3 | Inadecuada: concentración de bacterias de hierro (bloquea los sistemas de agua y produce mal olor) |
| Flúor | 2 | Máximo |
| | >40 | Inadecuada: provoca huesos blandos |
| Calcio | 600 | Nivel máximo |
| Sodio | 50-300 | Satisfactoria: generalmente sin problema, pero puede haber heces húmedas si sulfatos>50ppm o cloro 14ppm |
| Bacterias coliformes | 0 ufc/ml | Idónea: niveles por encima indican contaminación fecal |

Tabla 5. Guía mínima de calidad de agua para aves

Adaptado por Héctor Sumano y Lilia Gutiérrez en: Problemática del uso de enrofloxacin (2000) de Russell, I.D. Poultry Dig, 1992 y Wages, D.P. Poultry Dig, 1997.

| Contaminante o característica | Nivel ideal | Máximo aceptable | Comentarios |
|-------------------------------|---------------|------------------|---|
| Bacterias * | 0/ml | 10.000/ml | El cero es teórico |
| Calcio* | 60 mg/ml | ----- | Correlacionado con el punto anterior |
| Cloro* | 14 mg/ml | 250 mg/ml | Incluso 14 mg/ml de este ión son perjudiciales. Si se mezcla con Na>50mg/ml se tendrá diarrea osmótica |
| Cobre* | 0,002 mg/ml | 0,6 mg/ml | Concentraciones más elevadas producen un sabor desagradable |
| * Coliformes** | 0/ml 5.000/ml | | El cero es teórico |
| Dureza total* | 60-180 | ----- | < 60 es un agua poco común muy dulce >180 se considera en extremo dura y afecta muchas medicaciones |
| Hierro* | 0,2 mg/ml | 0,3 mg/ml | Concentraciones superiores dan mal olor y sabor al agua. Reducen eficiencia de la medicación |
| Plomo* | ----- | 0,02 mg/ml | Concentraciones superiores son tóxicas |
| Magnesio* | 14 mg/ml | 125 mg/ml | Concentraciones mayores son laxantes. >50 mg/ml afecta rendimiento, sobre todo si el sulfato está elevado |
| Nitratos ? | 10 mg/ml | 25 mg/ml | Concentraciones de 3 a 20 mg/ml afectarán al rendimiento |
| Nitritos ? | 0,4 mg/ml | 4 mg/ml | Concentraciones mayores afectan al rendimiento |
| pH ? | 6,8 – 7,5 | ----- | <6,0 afecta a la manada <6,3 afecta a la manada gravemente |
| Sodio | 32 mg/ml | ----- | >50 mg/ml afectan al rendimiento, Sobre todo si magnesio o cloro están altos |
| Sulfato* | 125 mg/ml | 250 mg/ml | Concentraciones superiores son laxantes; 50 mg/ml afectan al rendimiento sobre todo si el magnesio o el cloro están altos |
| Zinc* | 1,50 mg/ml | | Concentraciones más elevadas son tóxicas |

* Disminuye la biodisponibilidad de enrofloxacin

** Utiliza parcialmente a la enrofloxacin

? Se desconoce su influencia

----- no interfiere

Tabla 6. Parámetros según RD 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

Parámetros seleccionados por HdosO Consultores s.l.
para la determinación de la calidad del agua en avicultura.

| Parámetro | Valor paramétrico |
|---------------------------|--------------------------------|
| Bacterias coliformes | 0 UFC en 100 ml |
| Recuentos colonias a 22°C | 100 UFC en 1 ml |
| Escherichia coli | 0 UFC en 100 ml |
| Clostridium perfringens | 0 UFC en 100 ml |
| Enterococos | 0 UFC en 100 ml |
| Oxidabilidad | 5 mg O ₂ / |
| Amonio | 0,50 mg/l |
| Nitratos | 50 mg/l |
| Nitritos | 0,10 mg/l |
| Cloruro | 250 mg/ |
| Conductividad | 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ |
| Hierro | 200 $\mu\text{g}/\text{l}$ |
| pH | 6,5 – 9,5 |
| Sodio | 200 mg/l |
| Sulfato | 250 mg/l |
| Dureza total | 350 mg COCa/l |
| Calcio | 200 mg/l |
| Magnesio | 50 mg/l |
| Cobre | 2 mg/l |
| Turbidez | 5 UNF |
| Olor | 3 a 25°C Índice de dilución |
| Color | 15 mg/l Pt/Co |

Para poder evidenciar una contaminación fecal deberemos determinar una serie de microorganismos que poseen unas características comunes y necesarias que los califican como "Testigos de contaminación fecal". Las características exigidas a un microorganismo indicador son:

- *Especificidad*: Se eliminarán de forma constante y casi exclusiva en las materias fecales procedentes del hombre y animales.
- *Abundancia*: Al contactar las materias fecales con el agua su contenido bacteriano será diluido, por ello el número de estos microorganismos en las heces debe ser elevado.
- *Resistencia en el medio*: Será similar o superior a la de los gérmenes patógenos transmisibles por vía hídrica. De nada sirve que estos microorganismos hayan desaparecido del agua si los realmente dañinos permanecen todavía en ella. En general, se admite que la resistencia de *E. coli* es similar a la de *Salmonella*; siendo superior la de los *Streptococos fecales* y todavía mayor la de *Clostridium*.
- *Fácil determinación*: De forma que podamos asegurar su presencia inequívocamente, empleando métodos no excesivamente complejos.
- *Determinación rápida*: Debido a la gravedad que supone una contaminación fecal, una rápida demostración de su presencia permitirá poner en práctica las medidas oportunas.

Dentro de los microorganismos que la vigente reglamentación preconiza sólo los Coliformes fecales, *Streptococos* y *Clostridium* pueden considerarse como exponentes de los gérmenes que hemos dado en denominar "Microorganismos indicadores"; aunque la investigación del resto también proporciona valiosa información al respecto de la calidad microbiológica del agua.

A continuación vamos a comentar cómo cada uno de los parámetros indicadores seleccionados nos "informan" del origen del problema y por consiguiente de las posibles medidas correctoras a implantar.

Recuento de colonias a 22°C. En aguas no tratadas no serán extraños contajes elevados ya que la flora saprófita es abundante. En estos casos deberemos atender a la búsqueda de variaciones en la flora recontada más que al número de gérmenes existentes. Las variaciones observadas suelen ser estacionales, aumentando el número en épocas calurosas, y disminuyendo cuando las temperaturas son más bajas.

Un aumento súbito en el recuento puede ponernos sobre aviso en relación a una contaminación provocada por aguas negras, que vehiculan gran número de microorganismos; por el contrario, una disminución repentina podrá ser causa de una contaminación por aguas grises, generalmente con población microbiana escasa, pero ricas en componentes tóxicos de origen químico.

En aguas tratadas, teóricamente la práctica totalidad de los gérmenes habrá desaparecido; por ello, la presencia de un pequeño número de bacterias será garantía de un mantenimiento de la calidad.

Esta determinación, por sí sola, no arroja luz respecto a la calidad de un agua, debiendo ir acompañada de la determinación de otros gérmenes más característicos.

Coliformes. Los métodos oficiales para el análisis de las aguas potables incluyen en este grupo a los géneros: *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* y *Enterobacter*, también puede incluirse el género *Serratia*. Todos estos géneros se agrupan en la familia *Enterobacteriaceae*.

La legislación vigente distingue entre contajes relativos de coliformes totales y de coliformes fecales. Los primeros se asimilan al término genérico de coliformes, definido con anterioridad; los segundos, sin embargo, pueden considerarse como un subgrupo incluido entre los coliformes totales, y son testigos más directos de una contaminación fecal. Este subgrupo está representado principalmente por *Escherichia coli*.

La diferencia establecida entre coliformes fecales y totales se debe a la existencia de ciertos coliformes, cuyo hábitat natural no es el tubo digestivo de los vertebrados, sino que se encuentran ampliamente distribuidos en agua, suelo, vegetales,... Por ello su determinación no implica forzosamente una contaminación fecal.

La resistencia a los agentes desinfectantes es similar a la de las bacterias patógenas; por ello, su investigación y recuento es de capital importancia para evaluar la eficacia de un tratamiento desinfectante. El hecho de que los coliformes fecales, y, más concretamente, *Escherichia coli* se encuentren en mayor proporción en heces humanas que otros gérmenes fecales (4 veces más que *Enterococos*) lo convierten, en un indicador casi exclusivo de contaminación fecal humana. La presencia de coliformes fecales en aguas de bebida es inadmisibles, pues las convertirá en potencialmente peligrosas, debido a la posible aparición de gérmenes como *Salmonella* y *Shigella*.

Enterococos. Su presencia está íntimamente ligada a la eliminación de productos fecales procedentes de animales de sangre caliente. El carácter indicativo de estos microorganismos de contaminación fecal puede resumirse en los siguientes puntos:

1. No aparecen en aguas como constituyente de la flora saprofita.
2. Sobreviven fuera del tracto gastrointestinal mejor que los coliformes; además, sus requerimientos nutritivos complejos les impiden reproducirse en el agua. Esta persistencia se ve modificada según las condiciones de temperatura, naturaleza del suelo, agua y salinidad.
3. Resisten mejor que los coliformes la acción desinfectante del cloro.
4. La aparición junto a coliformes fecales indica con certeza un origen humano de la contaminación.
5. Su presencia aislada, en ausencia de coliformes fecales, puede hacer pensar en una contaminación tardía por heces humanas, o en la presencia de contaminación fecal animal.
6. Su aparición en aguas tratadas es inadmisibles.

Clostridium. La presencia de este microorganismo en el análisis microbiológico del agua indica:

1. La aparición aislada en un agua tratada carece de importancia, ya que debido a la formación de esporas son capaces de resistir tratamientos muy superiores a los necesarios para eliminar células vegetativas.
2. Su presencia constante en agua, acompañada de gérmenes de origen no fecal, hará considerarlos como flora habitual del agua. Sin embargo, la detección esporádica inducirá a sospechar sobre una mala protección del acuífero o restos de contaminación fecal anterior.
3. La aparición junto a bacterias indicadoras de contaminación fecal - Coliformes fecales y Enterococos - será indicativa y reafirmará la contaminación con heces.

La determinación exclusiva de gérmenes indicadores de contaminación fecal no siempre es suficiente a la hora de establecer la inocuidad o idoneidad de un agua. La existencia de una amplia gama de microorganismos capaces, por su actividad, de dar lugar a alteraciones organolépticas, o de actuar como agentes causales de determinadas patologías obliga circunstancialmente a tenerlos en cuenta antes de calificar la calidad de un agua (*Pseudomonas*, *Salmonella*, *Shigella* y *Estafilococos*).

Que un agua se encuentre libre de microorganismos exponentes de contaminación fecal no significa que ésta se mantenga libre de provocar problemas, algunos tan serios que dan lugar a auténticos trastornos en conducciones de agua y circuitos de refrigeración. Estas alteraciones se relacionan con el metabolismo de algunos gérmenes, como son las bacterias ferruginosas, bacterias oxidantes del azufre, y bacterias sulfito-reductoras.

Las algas son otros microorganismos que conducen a una serie de problemas relacionados con las operaciones de tratamiento del agua y a alteraciones en sus caracteres organolépticos - variaciones de color, olor, sabor y turbidez. Elevadas cantidades de algas dan lugar a taponamientos en filtros; algunas de ellas liberan toxinas al medio - cianotoxinas - difíciles de eliminar, ya que pueden persistir después de tratamientos como coagulación, filtración y desinfección.

Por último, no debemos olvidarnos de los virus. La transmisión de enfermedades virales a través del agua es un hecho constatado en aguas residuales; pueden aparecer en aguas profundas supuestamente libres de contaminación microbiana, y que teóricamente son consideradas aptas para el consumo. Son de difícil investigación, por lo que no se determinan en la mayoría de laboratorios de análisis de aguas.

ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS

La contaminación de los recursos hídricos es un problema cada vez mayor, debido a la amplia gama de contaminantes, a los diferentes niveles de contaminación, y a la cinética química de las sustancias, elementos, materia orgánica y microorganismos que se incorporan en el agua. Es indispensable conocer las características físico químicas del agua antes de seleccionarla como fuente de abastecimiento de la explotación. La presencia de sustancias químicas disueltas e insolubles en el agua - que pueden ser de origen natural o antropogénico - define su composición física y química.

Las características físicas del agua, llamadas así porque pueden impresionar a los sentidos, tienen directa incidencia sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua. Desde el punto de vista del agua destinada a bebida en avicultura hemos considerado indicativas a la turbidez, olor, color y al pH.

La **turbidez** se origina por las partículas en suspensión o coloides (arcillas, limo, tierra finamente dividida, etc), que reducen la transparencia del agua en menor o mayor grado. Aunque no se conocen sus efectos directos, afecta al proceso de eliminación de los organismos patógenos por acción de agentes químicos como el cloro. Las partículas causantes de la turbidez reducen la eficiencia del proceso y protegen físicamente a los microorganismos del contacto directo con el desinfectante, e interfieren en la administración de medicamentos en agua de bebida.

Color. Esta característica del agua puede estar ligada a la turbidez, o presentarse independientemente de ella. El color puede orientarnos acerca del tipo de contaminación; así, si el agua tiene un color café amarillento o pardo será causado por sustancias húmicas, hojas, ácidos tánicos; si el color es verde, por fitoplacton y/o clorofíceas; si es rojizo o pardo, por sales de hierro; y si es amarillento, por macizos no calcáreos.

Debido a que el color del agua se origina, en muchos casos, por la presencia de compuestos de naturaleza orgánica se recomienda que la desinfección se realice después de que ésta haya sido eliminada, para evitar que la aplicación de cloro como desinfectante pueda dar origen a la formación de trihalometanos, compuestos con efecto cancerígeno en animales.

El **olor y el sabor** están estrechamente relacionados; por eso es común decir que “A lo que huele, sabe el agua”. En términos prácticos, la falta de olor puede ser un indicio indirecto de la ausencia de contaminantes como los compuestos fenólicos. Por otra parte, la presencia de olor a sulfuro de hidrógeno puede indicar la acción séptica de compuestos orgánicos en el agua. En algunos casos la eliminación de los olores puede realizarse mediante aireación o adición de carbón activado.

El **pH** influye en algunos fenómenos que ocurren en el agua, como la corrosión y las incrustaciones en el sistema de distribución. Aunque podría decirse que no tiene efectos directos sobre la salud, sí puede influir en los procesos de tratamiento del agua, como la coagulación y la desinfección. La influencia del pH en la dilución de tratamientos medicamentosos está ampliamente estudiada, así la amoxicilina se disolverá fácilmente en pHs ácidos y la sulfamida en pHs alcalinos.

El **amonio** es el producto final de la reducción de las sustancias orgánicas e inorgánicas nitrogenadas, y debe su origen a los siguientes factores: Nitrógeno atmosférico, las proteínas animales o vegetales, por putrefacción mediante acción bacteriana y la reducción de nitritos.

Se le considera un constituyente normal de las aguas superficiales, y está íntimamente relacionado con descargas recientes de desagües. Cuando su concentración es mayor de 0,1 mg/l (como N), podría constituirse en un indicador de contaminación por aguas residuales domésticas o industriales. El amoniaco es un micronutriente para microorganismos y algas en los sistemas de distribución. Su presencia en el agua favorece la multiplicación de éstos. Influye en los procesos de desinfección con cloro, e incrementa su demanda debido a la formación de cloramidas.

Cloruros: Los límites fijados en el agua por las normas de calidad se sustentan más en el gusto que le imparten al agua que en motivos de salubridad. Tomando en cuenta el límite de percepción del sabor de los cloruros en el agua, se ha establecido un límite de 250 mg/l en aguas de consumo;; por encima de esta concentración, los cloruros pueden influir en la corrosividad del agua. Sin embargo, en el agua de bebida en avicultura debe tenerse en cuenta que cuando el cloro está combinado con el sodio, los valores por encima de 50 ppm puede producir diarreas en animales jóvenes. En aguas superficiales no son los cloruros, sino los sulfatos y los carbonatos, los principales responsables de la salinidad.

Las demarcaciones hidrográficas mediterráneas son las que más se ven afectadas por intrusión salina, siendo la demarcación del río Segura la que presenta valores más acusados; en el 2007, la demarcación del Ebro pasó a más de un 14%, mientras que la demarcación del Júcar mantiene valores similares de salinización desde el 2006 al 2008.

Cobre: Con frecuencia se encuentra en forma natural en las aguas superficiales, pero en concentraciones menores a 1 mg/l. A estas concentraciones el cobre no tiene efectos nocivos para la salud. Se trata de un elemento benéfico para el metabolismo, esencial para la formación de la hemoglobina. En concentraciones altas el cobre puede favorecer la corrosión del aluminio y el cinc, y cambiar el sabor del agua. Se puede emplear sulfato de cobre en dosis controladas como tratamiento alguicida, pero en el caso de sobredosis pueden aparecer lesiones hepáticas y renales en animales jóvenes.

Tabla 7. Porcentaje de estaciones en masas de agua subterráneas costeras con concentración de cloruros superior a 1000 mg/l, MARM, 2009.

| Demarcación Hidrográfica | 2006 | 2007 | 2008 |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Galicia Costa | SD | 0% | 0% |
| Cantábrico | 0% | 0 % | 0 % |
| Cuencas Internas País Vasco | 0% | 0 % | 0% |
| Guadiana | 0% | 0% | 0% |
| Segura | 35,71% | 43,75% | SD |
| Júcar | 5,88% | 5,26% | 5,26% |
| Ebro | 0% | 14,29% | SD |
| Guadalquivir | 0% | 0% | SD |

SD: sin datos

Hierro. La presencia de hierro puede afectar al sabor del agua y producir manchas indelebles. También puede formar depósitos en las redes de distribución y causar obstrucciones, así como alteraciones en la turbidez y el color del agua. En solución contribuye al desarrollo de microorganismos que pueden formar depósitos molestos de óxido férrico en la red de distribución. También puede interferir en la disolución de medicaciones. El tratamiento para su eliminación es relativamente sencillo, mediante oxidación, precipitación y filtración.

Nitratos y nitritos. El nitrógeno en el agua se puede encontrar formando amoníaco, nitratos y nitritos. El ion nitrito es menos estable que el ion nitrato. Es muy reactivo y puede actuar como agente oxidante y reductor, por lo que sólo se encuentra en cantidades apreciables en condiciones de baja oxigenación.

Ésta es la causa de que los nitritos se transformen rápidamente para dar nitratos y que, generalmente estos últimos predominen en las aguas, tanto superficiales como subterráneas. El uso excesivo de fertilizantes nitrogenados, incluyendo el amoníaco, y la contaminación causada por la acumulación de excretas humanas y animales pueden contribuir a elevar la concentración de nitratos en agua. Después de la absorción, tanto nitratos como nitritos se distribuyen con rapidez a todos los tejidos.

Aunque la toxicidad relativa de los nitratos es bien conocida, es difícil establecer cuál es el nivel de una dosis nociva en avicultura, ya que las especies avícolas son más sensibles que por ejemplo el porcino. Los nitritos tienen un mayor efecto nocivo que los nitratos, pero como generalmente en las aguas naturales no se presentan niveles mayores de 1 mg/l y la oxidación con cloro los convierte en nitratos, el problema prácticamente queda solucionado. El tratamiento más eficiente para la remoción de los nitratos es el de resinas de intercambio iónico. En la práctica difícilmente los nitritos se encuentran en aguas tratadas debido a que se oxidan fácilmente y se convierten en nitratos durante la cloración.

La contaminación por nitratos es muy variable según la demarcación hidrográfica de que se trate.

Tabla 8. Porcentaje de estaciones con concentración de nitratos superior a 50 mg/l (año 2008). MARM, 2009

| | 2006 | 2007 | 2008 |
|---------------------------------|---------|--------|--------|
| Demarcación Hidrográfica | | | |
| Galicia Costa | SD | 0% | 2,44% |
| Miño-Sil | SD | 9 % | 0 % |
| Cantábrico | 0% | 0 % | 1,88% |
| Cuencas Internas País Vasco | 0% | 0% | 0% |
| Duero | 12,78% | 10,19% | 12,17% |
| Tajo | 25,32% | 25,62% | 23,66% |
| Guadalquivir | 29,76% | 27,54% | SD |
| Guadiana | 27,65% | 29,16% | 26,55% |
| Segura | 22,68% | 26,88% | SD |
| Júcar | 20, 13% | 20,20% | 19,27% |
| Ebro | 18,70% | 20,47% | SD |

SD: sin datos

Oxidabilidad. Niveles bajos o ausencia de oxígeno en el agua pueden indicar contaminación elevada, condiciones sépticas de materia orgánica, o una actividad bacteriana intensa; por ello se le puede considerar como un indicador de contaminación.

La **conductividad** es una medida de la resistencia que opone el agua al paso de la corriente eléctrica. Es un parámetro indicador de la concentración de los iones en disolución, y una conductividad elevada se traduce en una salinidad elevada o en valores anómalos del pH.

La conductividad está íntimamente relacionada con la cantidad total de sólidos disueltos (TSD):

$$\text{TSD g/l} = 0,86 \cdot 10^3 \times \text{Conductividad específica (ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1})$$

En avicultura puede estimarse que aguas con conductividades por encima de 3000 $\mu\text{S/cm}^{-1}$ reducen los resultados productivos.

La **dureza** es el parámetro que mide la presencia de calcio y magnesio en el agua. Las sales disueltas presentan tendencias diferentes según su constitución, por lo que se pueden agrupar en sales incrustantes y sales no incrustantes.

Tabla 9. Constituyentes de las sales. *Elaboración propia. HdosO Consultores SL*

| Sales incrustantes | Sales no incrustantes |
|-----------------------|-----------------------|
| Bicarbonato Cálcico | Carbonato Sódico |
| Bicarbonato Magnésico | Sulfato Sódico |
| Sulfato Cálcico | Cloruro Sódico |
| Sulfato Magnésico | |
| Cloruro Cálcico | |
| Cloruro Magnésico | |

Tal y como se indica en la **Tabla 9**, todas las sales incrustantes contienen **calcio** y **magnesio**, y el contenido total de los mismos constituye la dureza total. Según las sales a las que están ligadas el calcio y el magnesio se distinguen dos tipos de dureza: Temporal – carbónica-, constituida por bicarbonatos de calcio y magnesio y que puede ser eliminada al hervir el agua o por la adición de cal - hidróxido de calcio-, y permanente, constituida por sulfatos y cloruros de calcio y magnesio, que son más solubles mientras sube la temperatura; por tanto no puede ser eliminada al hervir el agua.

Los dos principales problemas que presentan las aguas duras se deben a la formación de precipitados y de incrustaciones, que repercuten directamente sobre los circuitos de refrigeración y los sistemas de distribución de agua de las granjas, y, muy importante, en la disolución de las medicaciones.

Los **sulfatos** de calcio y magnesio contribuyen a la dureza del agua y constituyen la dureza permanente. El sulfato de magnesio confiere al agua un sabor amargo. Un alto contenido de sulfatos puede proporcionar sabor al agua y podría tener un efecto laxante, sobre todo cuando se encuentra presente el **magnesio** en concentraciones >50 mg/l, o el **sodio** en concentraciones >25 mg/l. Este efecto es más significativo en edades tempranas de las aves, y en animales no habituados al agua en estas condiciones. El tratamiento para la disminución de la concentración de sulfatos en el agua de bebida es dificultoso y costoso.

Tabla 10. Clasificación de las aguas según contenido de dureza para su uso en avicultura. *Elaboración propia. HdosO Consultores SL*

| Tipo de agua | mg/l CaCO ₃ |
|--------------------------|------------------------|
| Agua muy blanda | 0 – 70 |
| Agua blanda | 70 – 180 |
| Agua semidura | 180 – 350 |
| Agua dura | 350– 550 |
| Agua muy dura | 550 – 700 |
| Agua extremadamente dura | >700 |

EVALUACIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DE AGUA EN UNA EXPLOTACIÓN AVÍCOLA

Los pasos que se deben llevar a cabo para asegurar el suministro de agua de calidad en una explotación avícola comienzan en la evaluación general del sistema de abastecimiento de agua. Se deberán tener en cuenta los datos que nos ayuden a comprender las características del agua de origen, y el diseño y funcionamiento del sistema de captación, tratamiento y distribución de agua.

Tabla 11. Información necesaria para evaluar un sistema de abastecimiento de agua en una explotación avícola. *Elaboración propia, HdosO Consultores, SL*

| Aspecto | Datos a considerar para el estudio de calidad de agua de consumo |
|---|--|
| Localización de la explotación | Condiciones climáticas - Escasez suministro de agua Cuenca de captación Otros usos del agua Proximidad a otras explotaciones Núcleos de poblaciones cercanos Industrias o actividades de riesgo realizadas en la cuenca de captación que pueden potencialmente liberar contaminantes al agua de origen |
| Datos de captación: | |
| Aguas subterráneas | Acuífero confinado o no confinado Características hidrogeológicas del acuífero Profundidad de captación Profundidad de revestimiento y protección Distancia del punto de captación a las naves de producción Revestimiento de la captación |
| Aguas superficiales | Descripción del tipo de masa de agua (río, canal, embalse...) Características físicas del agua (turbidez, presencia de algas, ...) Distancia del punto de captación a las naves de producción Caudal del agua de origen |
| Depósitos de almacenamiento y/o distribución | Capacidad almacenamiento y/o distribución depósito Capacidad y número de depósitos en las naves Abiertos o cerrados Material de los depósitos de almacenamiento y distribución Modo de llenado y Modo de vaciado Mantenimiento y L+D que se realiza Periodicidad de las labores de mantenimiento y L+D |
| Sistema de distribución | Material Longitud y diámetro aproximado Presión circulante Mantenimiento y L+D que se realiza Periodicidad de las labores de mantenimiento y L+D Características del contador de agua Características de los bebederos |
| Calidad del agua | Características físico-químicas y microbiológicas del agua de captación Características físico-químicas y microbiológicas del agua en depósitos Características microbiológicas del agua en el punto de bebida |
| Tratamiento | Operaciones de tratamiento Método de aplicación Características de los equipos Sustancias químicas utilizadas en el tratamiento del agua, dosis de uso Control y seguimiento del proceso de desinfección. |

Una vez evaluados los posibles riesgos en el sistema de abastecimiento, se establecerán las medidas correctoras necesarias o las acciones a llevar a cabo.

Tabla 12. Listado de medidas correctoras implantadas más habituales en las explotaciones avícolas españolas. Elaboración propia. HdosO Consultores SL

| Riesgo/Localización/Factores | Acción | Observaciones |
|--|--|---|
| Escasez en la captación | Asegurar suministro | Estudio de otro punto de captación. |
| Procedencia aguas superficiales | Mayor control microbiano | Suelen ser las aguas de peor calidad microbiológica, al ser habitualmente contaminadas por afluentes residuales procedentes de la actividad humana, industrial o ganadera. |
| Procedencia aguas subterráneas | Control de las infiltraciones, revestimiento y protección de la perforación | Son las de mejor calidad microbiológica. a causa de los fenómenos de filtración. - El principal peligro en este tipo de aguas es la infiltración directa, hasta capas profundas, de aguas residuales a través de grietas producidas en suelos calcáreos, también hay que tener en cuenta la contaminación directa sobre la boca de pozos y manantiales por falta de protección adecuada. - Aguas con mayor mineralización. |
| Almacenamiento del agua: Depósitos de agua, almacenamiento y distribución | - Dimensionar el depósito en función del tamaño de la explotación - Asegurar materiales aptos para estar en contacto con el agua - Disponer al menos de: depósito de almacenamiento, depósito de tratamiento del agua y distribución, y uno por nave para medicar - Depósitos cerrados y aislados - Depósitos de acceso fácil para L+D | - Se debe asegurar la disposición de almacenamiento del agua a la granja al menos para 48-72 horas. - El tratamiento del agua debe realizarse en depósito destinado a tal fin, para asegurar el tiempo mínimo de contacto de los productos de desinfección. - Para asegurar la eficacia de los tratamientos medicamentosos deben realizarse en pequeños depósitos situados en cada nave y de uso exclusivo - Aislar y cubrir los depósitos evitará el aumento de la Tª del agua y la proliferación de algas. |
| Contador de agua | Instalación en cada nave | Control diario de consumo de agua. |
| Tuberías y bebederos | - Materiales aptos para estar en contacto con el agua - Tuberías aisladas - Bebederos, número, altura, mantenimiento, localización y Presión de agua adecuada | - La contaminación microbiana: bebederos campana >tetinas. - Derrames de agua: bebederos campana >tetinas. |
| Mantenimiento de instalaciones | - Mantenimientos periódicos del sistema de captación, almacenamiento, distribución y tratamiento de agua - Revisión diaria funcionamiento bebederos - L+D de los depósitos 2 veces/año - L+D tuberías y bebederos al finalizar la crianza o el ciclo | - El sistema de abastecimiento de agua de la granja puede ocasionar recontaminaciones del agua, en caso de que no se realicen las tareas de L+D - Evitar la formación del biofilm para: Evitar contaminaciones microbianas -- Evitar obturaciones e incrustaciones Evitar reducción eficacia de medicaciones y desinfectantes |

Tabla 12. Listado de medidas correctoras implantadas más habituales en las explotaciones avícolas españolas (continuación). Elaboración propia. HdosO Consultores SL

| Riesgo/Localización/Factores | Acción | Observaciones |
|-------------------------------|---|---|
| Calidad microbiológica | <p>Evaluar parámetros indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> Bacterias Coliformes Recuento de colonias a 22°C <i>Escherichia coli</i> <i>Clostridium perfringens</i> <i>Enterococos</i> | <p>Contaminación microbiológica:</p> <p>Si se hace tratamiento de desinfección, revisar producto utilizado, dosis de uso, modo y lugar de aplicación.</p> <p>- Si no se realiza tratamiento, elegir el más adecuado en función de las características físico-químicas del agua del diseño de la instalación.</p> <p>No contaminación microbiológica:</p> <p>Control y seguimiento del residual del desinfectante.</p> <p>No bajar la guardia”, seguir los protocolos establecidos</p> |
| Calidad físico-química | <p>Evaluar parámetros indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Oxidabilidad - Amonio - Nitratos - Nitritos - Cloruro - Conductividad - Hierro - pH - Sodio - Sulfato - Dureza Total - Calcio - Magnesio - Cobre - Turbidez - Olor - Color | <p>- Las medidas a tomar deben tener en cuenta el conjunto de parámetros indicadores del agua bruta y del agua tratada.</p> <p>Ej 1: Tratamientos algicidas con sulfato de cobre a dosis no controladas pueden producir incrementos en las concentraciones de cobre causando graves patologías hepáticas y renales.</p> <p>Ej 2: Tratamiento de descalcificación en aguas con alto contenido en cloruros y sodio produce efectos laxantes, causando problemas más graves que los originados por los altos niveles de dureza.</p> <p>Ej 3: pH >7.5 reduce la eficacia del cloro.</p> <p>Ej 4: pH>8 disminuye la eficacia del peróxido de hidrógeno</p> <p>Ej 5: Turbidez >5 NTU disminuye significativamente la eficacia de los desinfectantes.</p> <p>Ej. 6: Altos niveles de hierro, calcio y magnesio, interaccionan con las medicaciones dificultando la disolución y homogenización de las mismas.</p> |
| Control y seguimiento | <p>Realización análisis periódicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 análisis físico-químico/año - 2 análisis microbiológicos/año del agua bruta. - 2 análisis microbiológicos/año del agua en bebedero. - Control tratamientos agua - Control diario residual desinfectante | <p>- Se deben controlar los tratamientos desde el punto de captación hasta bebederos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Filtración - Alguicida - Acidificación - Desinfección - Otros |

Tabla 13. Tratamientos más habituales en las aguas en avicultura.*Elaboración propia. HdosO Consultores SL*

| TRATAMIENTOS MICROBIOLÓGICOS | | |
|-------------------------------------|---|--|
| Tratamiento | Acción | Observaciones |
| Alguicida | Eliminación de algas. | <ul style="list-style-type: none"> - Único alguicida autorizado para aguas de consumo humano, SO₄Cu - Cuidado con las sobredosis de SO₄Cu - La mayoría de alguicidas no eliminan las cianotoxinas que liberan las algas |
| Cloro –sólido y líquido- | Eliminación de microorganismos No destruye el <i>Cryptosporidium</i> | <ul style="list-style-type: none"> - Es el más utilizado como desinfectante - Formación de subproductos de desinfección, trihalometanos - Influyen en la cloración: <ul style="list-style-type: none"> - pH, ideal < 7,5 - T^a, la eficiencia aumenta con la T^a - Tiempo de contacto >15' - No elimina el biofilm - Coste relativamente bajo de cloración - Es más recomendable el uso de cloro líquido por el modo de aplicación |
| Dióxido de cloro | Eliminación de microorganismos | <ul style="list-style-type: none"> - Es un oxidante más fuerte que el cloro - Se genera in situ a partir de clorito sódico y de ácido clorhídrico o cloro gas - No forma trihalometanos - Influyen en la cloración: <ul style="list-style-type: none"> - pH, entre 6 y 8 - T^a, la eficiencia aumenta con la T^a - Tiempo de contacto >5' Mayor coste de tratamiento que el cloro |
| Ozono | Eliminación de microorganismos | <ul style="list-style-type: none"> - Sustancia fuertemente oxidante - Fuerte capacidad de reacción y eliminación olores y sabores - Poder desinfectante 3000 veces superior al cloro - No produce trihalometanos - No elimina el biofilm - No es sólo un desinfectante, también es buen agente esterilizante - No es recomendable como desinfectante final por inestabilidad y su falta de acción residual - Alto coste, 15 veces más caro que el cloro - Peligroso ambientalmente en concentraciones de O₃ > 1 ppm |
| Peróxido de hidrógeno | Eliminación de microorganismos | <ul style="list-style-type: none"> - No forma subproductos de desinfección - Los parámetros que influyen en su uso: <ul style="list-style-type: none"> - pH, ideal < 8 - T^a, la eficiencia aumenta con la T^a - Tiempo de contacto >10' Coste 3-4 veces más caro que cloro - Elimina biofilm, evita su proliferación - Producto biodegradable |

Tabla 13. Tratamientos más habituales en las aguas en avicultura (continuación)*Elaboración propia. HdosO Consultores SL*

| TRATAMIENTOS FÍSICO-QUÍMICOS | | |
|--|---|--|
| Tratamiento | Acción | Observaciones |
| Acidificación | Reducir el pH | <ul style="list-style-type: none"> - La reducción del pH favorece la acción de los desinfectantes, no obstante no es aconsejable $\text{pH} < 6$, ya que las aguas se vuelven agresivas. - La aplicación debe hacerse siempre antes del desinfectante y después del proceso de filtración. - Se recomienda uso de ácidos orgánicos en avicultura por sus propiedades |
| Coagulación | Clarificar el agua, eliminar la turbidez causada por materia en suspensión y coloidal | <ul style="list-style-type: none"> - Los principales compuestos químicos utilizados como coagulantes son las sales de Al^{3+} y Fe^{3+} - El pH es factor crítico en el proceso. - La dosificación de coagulante se obtiene por mediciones de la turbidez |
| Desnitratación o desnitrificación | Eliminación de nitratos | <ul style="list-style-type: none"> - Se efectúa mediante resinas especiales de intercambio iónico - Se captan además de nitratos, sulfatos y carbonatos |
| Descalcificación | Reducir la dureza del agua | <ul style="list-style-type: none"> - El principio de funcionamiento de la descalcificación se basa en la resina de intercambio aniónico por intercambio selectivo ciclo cloruro. - A tener en cuenta que no siempre es útil un tratamiento de este tipo, dada la calidad resultante del agua. - Es el proceso más usado por economía, rendimiento y facilidad de manipulación - Un descalcificador consiste en una botella que contiene una resina de intercambio catiónico, un depósito de sal, una válvula y un programador. - El principio de funcionamiento de la descalcificación se basa en la resina de intercambio catiónico. - El agua circula a través de las partículas de esta resina, inicialmente saturada de cationes de sodio (Na^+), que al tener más afinidad para el Calcio (Ca^{2+}) y el Magnesio (Mg^{2+}), retendrá estos, mientras libera los de sodio. - En avicultura se recomienda no reducir las concentraciones de dureza de una forma drástica, no son aconsejables valores $< 180\text{-}200 \text{ mg/ICaCO}_3$ |

Tabla 13. Tratamientos más habituales en las aguas en avicultura (continuación)*Elaboración propia. HdosO Consultores SL*

| TRATAMIENTOS FÍSICO-QUÍMICOS | | |
|-------------------------------------|--|---|
| Tratamiento | Acción | Observaciones |
| Desferrización simple | Eliminación hierro y manganeso | <ul style="list-style-type: none"> - Oxidación del hierro divalente a trivalente, la forma más fácil y sencilla de eliminarlo cuando se presenta en forma divalente. - No es un tratamiento costoso pero deben tenerse en cuenta los niveles del residual que se utilice como oxidante. - El Fe presente en aguas subterráneas se elimina fácilmente. En primer lugar se precipita mediante oxidación, añadiendo un oxidante, cloro, ozono, dióxido de cloro, aireación, y posteriormente se filtra. - El calcio ayuda a metabolizar el hierro, pudiéndose dar deficiencias de calcio con los consecuentes problemas. - Su presencia se asocia a ferrobacterias. |
| Filtración | <ul style="list-style-type: none"> - Reducir la materia orgánica en suspensión, filtros mecánicos y filtros de arena - Reducir la presencia de plaguicidas, hidrocarburos, arsénico, eliminación de desinfectantes: filtros de carbón activo | <ul style="list-style-type: none"> - Los filtros deben dimensionarse para el volumen de agua tratar. - Antes de la entrada del agua bruta al filtro debe pasar por un filtro de tamiz. - Los filtros de carbón activo son más costosos que los filtros de arena y sólo se aconseja su uso cuando las aguas están contaminadas con plaguicidas, o necesario eliminar el desinfectante residual. |
| Ósmosis inversa | Obtención de un agua de calidad óptima, tanto físico-química como microbiológica | <ul style="list-style-type: none"> - Se basa en la reversibilidad forzada de la osmosis natural, es un proceso con membrana. - Es un sistema costoso Consumo energético relativamente bajo - Útil para cualquier tipo aguas salinas - Puede separar bacterias y virus, actuando como sistema desinfectante - Precisa pre-tratamientos físico-químicos a veces muy importantes - Requiere mantenimiento periódico |

LEGISLACIÓN

No querría terminar esta exposición sobre la importancia del agua en la producción avícola sin hacer un breve recorrido por los aspectos legales del tratamiento del agua de consumo humano y animal. Bien es cierto que no hay una legislación que determine las condiciones higiénico-sanitarias del agua de bebida animal (aunque sí existen recomendaciones y criterios establecidos similares a los legislados para las aguas de consumo humano). No obstante, las sustancias utilizadas para el tratamiento del agua de bebida animal sí están contempladas, de una forma u otra, en la legislación, tanto europea como nacional

La Directiva 98/8/CE regula el proceso de evaluación para el registro, autorización y comercialización de biocidas. Fue traspuesta al ordenamiento jurídico nacional en el Real Decreto 1054/2002 (BOE nº 247, 15/10/2002). Según dicha Reglamentación, los biocidas son las sustancias activas y preparados que contengan una o más sustancias activas, presentados en la forma en que son suministrados al usuario, y destinados a destruir, contrarrestar, neutralizar, impedir la acción o ejercer un control de otro tipo sobre cualquier organismo nocivo por medios químicos o biológicos.

En el Anexo V del Real Decreto 1054/2002 se recogen todos aquellos productos considerados como biocidas. A continuación se detallan los pertenecientes al grupo principal 1: Desinfectantes y biocidas generales, y dentro de este grupo el Tipo de producto 5: Desinfectantes para agua potable: Productos empleados para la desinfección del agua potable (tanto para seres humanos como para animales). Recientemente se ha publicado la ORDEN SAS/1915/2009 en el (B.O.E. nº 172, 17/7/2009) sobre sustancias para el tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano. Esta Orden actualiza las sustancias del Anexo II del Real Decreto 140/2003 y deroga a la Orden SCO/3719/2005, de 21 de noviembre, que actualizaba por primera vez el citado Anexo.

Se destacan las siguientes partes del texto:

Artículo 6. Cumplimiento de la norma UNE-EN.

1. Los fabricantes y envasadores de las sustancias señaladas en el Anexo I de esta disposición, para demostrar que cumplen lo dispuesto en el punto 1 y 2 del artículo 9 del Real Decreto 140/2003, deberán suministrar a los distribuidores de estos productos, la documentación que se describe el anexo III conforme a la disposición transitoria primera.

2. En el caso de sustancias generadas «in situ», el punto 1 se aplicará únicamente a sus precursores, siempre que estén incluidos en el anexo I.

3. A su vez, los distribuidores deberán facilitar la citada documentación a los gestores del tratamiento, para que la tengan a disposición de la autoridad sanitaria competente, ante una eventual inspección.

El ANEXO I consta de dos partes:

Parte A. Sustancias destinadas al tratamiento del agua de consumo humano, excepto biocidas notificados para tipo de producto 5. Estas sustancias están afectadas por los requisitos contemplados en el Reglamento (CE) nº 1907/2006 relativo al registro, evaluación, autorización y restricción de sustancias y preparados químicos (REACH).

Parte B. Biocidas

B1 *Sustancias activas incluidas en el tipo de Producto 5. “desinfectante para el agua potable, tanto para los seres humanos como para animales”.*

BIBLIOGRAFÍA

ARCEO J. (2006). El agua como nutriente en pollo de engorde. Virbac nº 9.

AZNAR, A. (1997). Técnica de Aguas. Editorial Alción, SA

DEPT. OF PUBLIC HEALTH, New York. (1995). Manual de tratamiento de aguas. Editorial Limusa Noriega Editores.

DRINKING WATER INSPECTORATE, REINO UNIDO, (2006). Drinking water standards and science, Parts 1 & 2. Published by DEFRA

FAIRCHILD, B.D; RITZ, C.W. (2006). Poultry Drinking Universidad de Georgia. Water Primer., Bolletin 1301.

JUBERÍAS, A.(2001). Calidad de las aguas para consumo Humano. Parámetros biológicos. Cuerpo de Farmacia Militar.

KIRKPATRICK, K., FLEMING, E. (2008). Calidad del agua. Ross Tech 08/47.

MAGRAW-HILL, J. (2002). Calidad y tratamiento del agua: Manual de suministros del agua. Editorial Interamericana de España, SA.

MARIU, R. (2003). Fisicoquímica y Microbiología de los medios acuáticos. Editorial Díaz de Santos, SA.

OROZCO, C., PÉREZ, A., GONZÁLEZ, M^a N., RODRÍGUEZL, F.J., ALFAYATE, J. M. (2005).). Contaminación Ambiental, una visión desde la química. Editorial Thomson Spain Paraninfo, SA.

RUBIO, J. (2005). Suministro de agua de calidad en las granjas de engorde. Jornadas profesionales de avicultura de carne. Valladolid 25-27 abril. Real Escuela de Avicultura.

STENCO (2002). Tratamiento de Aguas, Producción. TINGS, 3^o Edición.

WALTER, J., WEBER, J.R. (2003). Control de la Calidad del agua. Procesos fisicoquímicos. Editorial Reverté, S.A., 2^a Edición

WATKINS, S. (2007). Higiene de las conducciones de agua de bebida. Ross Tech.

<http://www.epa.gov/waterscience>

<http://www.marm.es>

http://www.who.int/water_sanitation