

EFFECTOS DE LA CALIDAD DEL AGUA EN SALUD Y PRODUCCIÓN AVÍCOLA

JAIME FERNANDO GONZÁLEZ M.

MV., MSc., PhD.

Profesor Titular, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia
Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá

jfgonzalezma@unal.edu.co

Introducción

El término *calidad del agua* hace referencia a las valoraciones cualitativas y cuantitativas de un grupo importante de características físico-químicas, organolépticas y microbiológicas del agua, que determinan la conveniencia de su consumo en las especies animales y en humanos. La importancia de garantizar a las especies animales aguas que se ajusten a estándares mínimos de calidad no tendría objeciones para nadie; sin embargo, la impresión general es que el productor da por hecho el cumplimiento de dichos estándares y no considera apremiante hacer una vigilancia periódica de la calidad del agua que ofrece a sus animales [1, 2]. Dentro de las especies animales domésticas, las aves se encuentran dentro de las más susceptibles a cambios en la calidad del agua. Se afirma que tal susceptibilidad obligaría a garantizar parámetros de calidad muy similares a los que se deben dar para consumo humano. En el presente texto se hace una revisión sobre las principales características físico-químicas del agua, los efectos de las variaciones de estas características sobre el desempeño productivo y la salud de las aves, la presencia de contaminantes o sustancias ajenas a la composición natural del agua y los protocolos para establecer y mantener un programa de monitoreo de calidad del agua en granjas avícolas.

Principales características físico-químicas y microbiológicas del agua

A continuación se reseñan algunas de las principales características físico-químicas y microbiológicas del agua.

1. *Sólidos Disueltos Totales (SDT) y conductividad.* Los SDT son todos los constituyentes disueltos del agua, incluyendo; los de mayor concentración (10 – 100 mg/L): calcio, magnesio, sodio, bicarbonato, cloro, silicato y sulfato; los secundarios (0.1 – 10 mg/L): boro, hierro, potasio, estroncio, fluoruro, nitrato y fosfato; y los elementos menores ó trazas (< 0.1 mg/L): arsénico, cadmio, cobre [3]. En la tabla 1, las aves aparecen dentro de las especies domésticas más susceptibles a los cambios en SDT, ya que valores por encima de 1500 mg/L pueden empezar a ocasionarles problemas en sus desempeños productivo y sanitario. El incremento de SDT y sus manifestaciones en diarreas osmóticas y poliuria en aves, también tiene implicaciones sobre la humedad de la cama de los galpones y todo lo que se deriva de esta situación [9]. Una vez los SDT en el agua de bebida alcanzan 1.5 g/Kg (más de 1500 ppm), el estrés osmótico del ave se manifiesta con una poliuria transitoria, mientras por encima de 3000 ppm la homeostasis osmorreguladora se compromete [8]. La medición de SDT es cada día más fácil desde el punto de vista operativo, así como asequible económicamente. Equipos portátiles de fácil uso en campo permiten hacer esta medición de una forma efectiva y rápida con una inversión muy razonable de parte de la explotación. Estos equipos además miden la conductividad, variable esta relacionada conceptualmente a los SDT. La conductividad indica la capacidad de las aguas para transmitir una corriente eléctrica. Es una variable que depende del nivel de sólidos disueltos y de la temperatura. La conductividad de aguas potables está normalmente entre 50 y 1,500 $\mu\text{ohms/cm}$.

2. *Sedimentos.* Son todos los materiales no disueltos y transportados en suspensión dentro del agua que se precipitan cuando ésta pierde velocidad. El sedimento puede adsorber o transportar elementos orgánicos ó inorgánicos que no son solubles en agua (ej. plaguicidas, metales pesados, etc.).

Tabla 1. Conveniencia de uso de aguas para animales domésticos según la concentración de sólidos disueltos totales [SDT]. Concentración de SDT expresada en mg/L ó ppm [3].

SDT (mg/L)	Conveniencia de uso como agua de consumo
< 1,000	No representa riesgo para animales
1,000 – 2,999	Aceptable para todas las especies. Puede causar ligera diarrea en algunos casos
3,000 – 4,999	Puede causar diarrea o reducir el consumo de agua. Las aves pueden ser las más susceptibles (diarrea, menor crecimiento, mortalidad)
5,000 – 6,999	Relativamente seguras para bovinos lecheros y de carne, ovejas y caballos. Niveles superiores deben evitarse en animales lactantes o gestantes. No aceptable en aves
7,000 – 10,000	No debe usarse en aves , cerdos, vacas lactantes o gestantes, caballos u ovejas. Animales jóvenes de todas las especies se muestran aun más susceptibles

3. *Dureza y alcalinidad.* La dureza esta representada por todos los iones divalentes del agua; de éstos, el calcio (Ca^{2+}) y el magnesio (Mg^{2+}) son los que aportan en mayor medida a ésta, por sus mayores concentraciones. De la concentración de calcio y magnesio surgen las categorías: *aguas blandas* (0 - 75 mg/L), *moderadamente duras* (75 - 150 mg/L), *duras* (150 – 300 mg/L) y *muy duras* (> 300 mg/L). La alcalinidad, por su parte, se refiere a la presencia de carbonatos/bicarbonatos e hidróxidos. Las aguas naturales alcanzan unos 75 mg/L en su valor de alcalinidad. Las aguas tomadas de pozo profundo suelen tener dureza y alcalinidad más elevadas, por el contacto de éstas con formaciones calizas aportadoras. Es frecuente que los niveles de carbonatos, bicarbonatos, calcio y magnesio; por si solos, o en unión a otros sólidos disueltos, sean la causa de diarreas osmóticas, un factor para el cual las aves se muestran muy susceptibles. Desde el punto de vista toxicológico, la alcalinidad del agua es importante porque

representa la capacidad buffer ó tampón frente a la presencia ó llegada de ácidos contaminantes. En ocasiones, las concentraciones elevadas de carbonatos de calcio y magnesio inciden en las finanzas de la explotación debido a las obstrucciones de tuberías de conducción causada por estas sales que progresivamente se van acumulando en las paredes internas de las mismas. Otro factor importante ligado a aguas duras o muy duras es el efecto sobre la disponibilidad de fármacos vehiculizados en las mismas. En aguas duras o muy duras se forman complejos o quelatos entre el calcio y el magnesio con tetraciclinas y grupos beta-lactámicos precipitándolos e impidiendo su absorción. Esto también sucede con pH elevado para el caso de las tetraciclinas mientras que los pHs ácidos precipitan las sulfonamidas y los beta-lactámicos [10].

4. *Nitrato (NO_3) y nitrito (NO_2)*. Los NO_3 y NO_2 son compuestos que cuando aparecen en las aguas indican un desbalanceado ciclo del nitrógeno. El proceso oxidativo de metabolitos nitrogenados desde el amoníaco (NH_3) hasta la formación de nitrato (NO_3) es oxígeno-dependiente y está mediado por poblaciones bacterianas tipo *Nitrosomonas* y *Nitrobacter*. Por ello, las aguas hipóxicas tienden a acumular los compuestos nitrogenados. Las intoxicaciones agudas por NO_2/NO_3 o la posibilidad de efectos en el desempeño productivo de las aves, invitan a que la detección de éstos arroje en lo posible resultados negativos. No siempre las fuentes de abastecimiento garantizan esto y por ello se tolera su presencia hasta ciertas concentraciones. Carte y Sneed recomiendan como máximos valores aceptables para aves, 25 a 45 mg / L para NO_3 y 4 mg / L en el caso de NO_2 [5].

5. *Sulfatos y sulfuros*. Los sulfatos (SO_4) pueden ocurrir en altas concentraciones simultáneamente con altas concentraciones de salinidad en las aguas. El sulfato (SO_4) es el producto de oxidación del sulfuro (H_2S). Los SO_4 en altas concentraciones son causantes de diarreas en animales por su efecto similar al de los catárticos salinos. Concentraciones de sulfatos por encima de 250 ppm en aguas de consumo para aves deben ser vistas con precaución [5]. En algunas aguas, los sulfatos son una parte importante de los SDT, causando diarreas ó en casos extremos polioencefalomalacia, cuando al sumar los aportes de alimento y agua, el sulfato alcanza 1% de la ración [3]. Por su parte, los sulfuros se consideran sub-

productos de descomposición anaeróbica. Pueden presentarse como sulfuros libres (S) ó sulfuros de hidrógeno (H₂S). Concentraciones por encima de 1 ppm hacen que las aguas tomen un olor desagradable.

6. *pH*: el pH adecuado de las aguas para aves y otras especies está en un rango que va de 6 a 9 en la escala universalmente conocida. Valores por debajo ó por encima de este rango indican contaminación con ácidos ó bases fuertes. Otro aspecto importante del pH es que influye en otros procesos químicos del agua. Un ejemplo es la solubilización de metales, proceso que se facilita cuando el pH de las aguas tiende hacia la acidez. La mayor solubilización facilita la absorción y por ende el riesgo de intoxicación por metales ó metaloides en aves u otras especies animales. Sin embargo, es importante anotar que la tendencia hacia un pH ácido del agua, especialmente cuando se utiliza cloro en la potabilización de la misma, también puede ser deseable para mantener controlado el crecimiento bacteriano.

7. *Contaminación microbiana*. Existen criterios varios para establecer los límites aceptables de contaminación microbiana de las aguas. La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) estableció años atrás que los niveles para animales domésticos no deben exceder 5000 coliformes / 100 ml de agua [6]. Sin embargo, otros reportes sugieren que lo ideal es suministrar a las aves aguas libres de contaminación microbiana, tal y como se recomienda para humanos. El reporte de Carter y Sneed así lo ratifica [5]. Además, el agua de consumo en una granja avícola puede ser el vehículo de agentes patógenos de varias enfermedades, como: enfermedad respiratoria crónica por Mycoplasma, colibacilosis, cólera aviar, Newcastle, bronquitis infecciosa, Marek, encefalomiелitis aviar, gumboro, histomoniasis y coccidiosis [7].

Contaminantes de las aguas

Además de los compuestos analizados en la sección anterior y que por su naturaleza son componentes normales del agua, pueden aparecer como contaminantes una gran variedad de compuestos ya sea de origen antropogénico

(plaguicidas, residuos industriales, desinfectantes, derivados petroquímicos, etc) ó natural (metales y metaloides, principalmente). La presencia de estos compuestos complica el análisis de las aguas ya que incrementan considerablemente los costos y aumentan el tiempo para obtener resultados. Las razones para incluir en el análisis de calidad de agua a estos compuestos contaminantes deben estar bien sustentadas dadas las razones económicas antes expuestas. Además, no siempre es fácil conseguir laboratorios que puedan ofrecer el servicio diagnóstico ya que en muchos casos requieren de técnicas con uso de equipos avanzados y personal calificado.

El análisis y revisión de los más importantes contaminantes del agua y sus efectos en aves va más allá del alcance y extensión del presente texto. Baste por decir, que dentro de éstos hay que tener muy presentes a los plaguicidas (insecticidas, herbicidas, funguicidas, etc.). Esto es muy relevante en Colombia, país con estadísticas de comercialización de estos productos por encima del promedio de latinoamerica. Además, las presentaciones comerciales de los plaguicidas suelen facilitar su disolución en agua para una aplicación eficiente. Cuando estos productos alcanzan las fuentes de agua ya tienen en su favor la disolución de los mismos y por ende una mayor biodisponibilidad para los organismos animales. Es muy importante cuando se evalúan los riesgos potenciales de presencia de contaminantes en las aguas analizar el entorno de la explotación (industrias, cultivos vecinos, etc), para poder definir que tipo de contaminantes deben ser incluidos para una eventual detección de los mismos. Sería logística y económicamente inabordable analizar todos los contaminantes potenciales de las aguas para una explotación avícola.

En el campo de metales y metaloides, Colombia también ofrece un entorno de riesgo de contaminación de las aguas con estos elementos. Estos tienen múltiples usos en la actividad industrial y en la extracción minera misma. El desarrollo de la actividad minera en el país en los últimos años, catalogada como “locomotora del desarrollo” (ej. carbón, oro, ferroníquel, entre otros), permite incluirla como factor de alto riesgo ambiental en la contaminación de las aguas que abastecen a humanos y animales en el país. Además, en los procesos extractivos se utilizan muchos insumos químicos que se incorporan a la carga contaminante derivada del proceso. Uno de

los ejemplos más llamativos es el uso del cianuro en la extracción aurífera, compuesto extremadamente tóxico para todas las especies animales y con alta hidrosolubilidad.

La tabla 2 muestra algunos de las concentraciones máximas toleradas de metales y metaloides para consumo humano y animal. Como se ve en la mayoría de los casos, hay más permisividad con las aguas de consumo animal. Sin embargo, es pertinente reflexionar si esto es favorable cuando de los animales se derivan productos para consumo humano, carne y huevo, que pueden contener estos metales por razones de las vías de excreción o acumulación usadas por los animales.

Tabla 2. Niveles recomendados máximos de algunos metales y metaloides presentes en aguas de consumo (EPA) (mg/L) [6].

Elemento	Agua de consumo (Humanos)	Agua de consumo (Animales)
Aluminio	-	5.0
Arsénico	0.05	0.2
Cadmio	0.01	0.05
Cromo	0.05	1.0
Cobre	1.0	0.5
Fluoruro	2.0	2.0
Hierro	0.3	N.L.E.
Plomo	0.015	0.1
Manganeso	0.05	N.L.E.
Mercurio	0.002	0.001
Selenio	0.01	0.05
Zinc	5.0	25.0

N.L.E. = No límite establecido

Planes de vigilancia y monitoreo de aguas

Uno de los aspectos claves en la prevención de enfermedades e intoxicaciones en animales domésticos con agentes presentes en el agua de consumo tiene que ver con la valoración periódica de la calidad de la misma [4]. Es frecuente ver en nuestro medio que la planeación y puesta en marcha de un plantel avícola se hace sin una valoración previa de la calidad del agua de abastecimiento. Con mayor razón, el monitoreo periódico de esas características es una práctica aun menos frecuente dentro de las labores de rutina de la explotación. Por los riesgos inherentes ya antes analizados, el análisis de las características físico-químicas y toxicológicas de las aguas debe ser una actividad planeada y ejecutada periódicamente en cualquier explotación animal [2]. La valoración de la calidad del agua debería incluirse rutinariamente en cualquiera proceso de diagnóstico de una enfermedad en animales domésticos. Así como suelen enviarse en algunos casos muestras de alimento para análisis particulares y posible asociación de cambios en la composición de nutrientes ó presencia de compuestos nocivos en las dietas, debería incluirse siempre un análisis físico-químico del agua de consumo de los animales afectados. Esto deriva información valiosa de un factor clave en el manejo del animal que muchas veces es subvalorado como posible causa de problemas [1, 2].

Idealmente, un análisis mensual de las fuentes de abastecimiento facilitaría que se contara con registros históricos de gran utilidad para el manejo de la explotación. Para los planes de monitoreo periódico se puede recurrir a laboratorios especializados que ofrezcan como servicio las pruebas necesarias, sin embargo, como alternativa se puede implementar en la explotación las pruebas mínimas sugeridas. Para esta última posibilidad, varias casas comerciales especializadas han diseñado kits de fácil utilización en campo. En muchos casos, estos planes además benefician a las personas que habitan en la finca ya que en varias ocasiones la fuente de abastecimiento de agua es la misma para animales y humanos.

El primer factor a tener en cuenta en la valoración de la calidad del agua suministrada es la fuente de la misma. Las explotaciones pueden abastecerse de

acueductos municipales, cuerpos de agua como ríos, lagunas, etc. ó pozos profundos, entre otros. El suministro a partir de un acueducto municipal no es garantía de una mejor calidad del agua ya que, por lo menos en nuestro medio, existen diferentes niveles de eficiencia de las plantas de tratamiento y potabilización de las aguas. Aguas superficiales que sirvan a la explotación deben ser particularmente examinadas por su posibilidad de contaminación bacteriana ó con materia orgánica. Si la explotación tiene el privilegio de contar con el “nacimiento” del agua en sus propios predios es imperativo acceder a esos nacimientos para protegerlos y aislarlos de fuentes contaminantes externas ó por malas prácticas de manejo ambiental internas en la misma explotación.

Una práctica interesante que empieza a ser usada con mayor frecuencia en nuestro medio es el uso de peces u otros organismos acuáticos como centinelas de la calidad del agua de consumo en acueductos municipales o en explotaciones animales. De esta forma, se establece un “filtro” biológico en el punto de entrada del agua que permite tomar medidas preventivas en caso de que algún componente nocivo pueda contaminar la fuente primaria de consumo.

Cuando la finca utiliza los servicios de laboratorios privados para hacer el análisis es importante tomar y manejar apropiadamente la muestra a analizar. Un volumen de 350 ml es suficiente para hacer un número importante de pruebas físico-químicas. La botella a utilizar no debe haber contenido un líquido diferente a agua, si se opta por hacer reciclaje de algún recipiente disponible. De la fuente a analizar se hacen 3 a 4 enjuagues previos, con la fuente de agua que se va a analizar y finalmente se llena el recipiente hasta el tope. Luego de cerrar bien la botella se mantiene a 4°C y se procura el envío oportuno para que no transcurran más de 48 horas entre la toma de muestra y la realización del análisis [2].

Conclusiones

El análisis periódico físico-químico y microbiológico de las aguas destinadas para consumo de planteles avícolas debería implementarse como una práctica constante para reducir los riesgos de enfermedades y mejorar la producción. Dar por hecho

una buena calidad del agua sin tener evidencia a través de análisis periódicos de la misma, puede ser de alto riesgo para la salud de las especies aviares. Los análisis periódicos de la calidad del agua pueden hacerse contratando a laboratorios especializados en el área ó implementando los mismos mediante el uso de kits para uso en campo, los cuales se comercializan en el mercado a precios razonables.

Referencias

- [1]. González JF. 2011. Agua, la calidad debe primar. Infortambo Andina 27: 12-15.
- [2]. González JF. 2011. Valoración toxicológica de aguas de consumo para animales domésticos. En *Principios de Toxicología Veterinaria*, pp. 156-164. Laboratorios Erma S.A. Bogotá, Colombia.
- [3]. Carson TL. 2000. Current knowledge of water quality and safety for livestock. Vet Clin North America – Food Animal Practice 16(3):455-464.
- [4]. Osweiler GD. 1996. Water-related toxicosis. En *Toxicology*, pp. 351- 360. Lippincott Williams & Wilkins. Media, PA. USA.
- [5]. Carter TA, Sneed RE. 1996. Drinking Water Guidelines for Poultry. Poultry Science and Technology Guide, N°. 42. North Carolina State University.
- [6]. US-EPA. 1973. Proposed criteria for water quality: 1. Quality of water for livestock Environ Rep 4:363.
- [7]. Amaral LA. 2004. Drinking water as a risk factor to poultry health. Brazilian Journal of Poultry Science. 6(4): 191-199.
- [8]. Goldstein D, Skadhauge E. 2000. Renal and extrarenal regulation of body fluid compartments. In: Sturkie's Avian Physiology, Academic Press.

- [9]. Collett SR. 2012. Nutrition and wet litter problems in poultry. *Animal Feed Science and Technology* 173(1):65-75.
- [10]. Vermeulen B, De Backer P, Remon JP. 2002. Drug administration to poultry. *Advanced Drug Delivery Reviews* 54:795-803.