

EL SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA EN LA INFECCIÓN Y CONTROL DEL *CAMPYLOBACTER* EN POLLOS (y II)



Tratamiento del agua en las granjas avícolas

Sin tener en cuenta los datos concernientes al *Campylobacter*, el tratamiento del agua de bebida en las granjas avícolas está aumentando en popularidad en Europa. Sin embargo, éste es un tema en el que la práctica tiende a ir por delante de la ciencia con relativamente pocas publicaciones revisadas paritariamente sobre esta materia.

Los sistemas de suministro de agua de bebida usados en las unidades avícolas comerciales consisten típicamente en:

N.H.C. SPARKS

Words's Poultry Sci. Jour., 65: 459-474. 2009

- el origen, por suministro público, pozo o agua superficial
- el depósito,
- la tubería,
- los bebederos, normalmente tetinas, pero también de tipo campana.

El número de bacterias encontradas en el agua en diferentes ubicaciones dentro del sistema de bebederos suele ser variable y el número de las aisladas de ubicaciones similares en diferentes sistemas también puede variar significativamente. Walkins —2005—, observó que el número de bacterias aeróbicas aisladas del principio y del final de cuatro sistemas varió como sigue: —la primera cifra son las unidades formando colonias/ml en el origen y la segunda el número al final de la línea—: sistema A, 2.700/26.600, sistema B, 203.000/2.340.000, sistema C, 600/282.000 y sistema D, —0/4,775,000.

Los números y potencialmente el perfil de los organismos en los conductos de agua cambiarán durante la vida de la manada. Cuando el gallinero ya se ha preparado para recibir a los pollitos de un día, una práctica habitual es el calentar la temperatura del aire a unos 30° C y mantenerlo a la misma durante 24 horas antes de colocar a las aves en el local y durante los primeros días posteriores a su llegada, después de los cuales se irá reduciendo gradualmente hasta alcanzar unos 20° C alrededor de los 21 días de edad. La combinación de agua estática seguido de unos niveles de caudal muy bajos —los pollitos consumen pequeñas cantidades en relación con la que beberán en el resto de su vida—, junto con un ambiente mantenido a/o cerca de los 30° C, permite que la temperatura del agua se eleve significativamente, lo que como consecuencia, aumenta el número de

microbios. Los avicultores que controlan la contaminación microbiana del agua de bebida detectan, invariablemente, los picos de contaminación en la primera semana de vida de los pollitos.

Normalmente los sistemas deberían limpiarse de forma exhaustiva empleando, como mínimo, un producto desinfectante. Después se deberían aclarar y, más adelante, o bien se puede tratar con desinfectante durante el período de recría, o al final de ésta, o bien no efectuar ningún otro tratamiento durante toda la recría. En caso de que se aplique un tratamiento durante la recría es lógico suspender el mismo durante unos días si se lleva a cabo alguna vacunación a través del agua de bebida.

Existe una gama de diferentes productos que pueden usarse para limpiar los sistemas del agua de bebida entre manadas. Para quitar el biofilm o las incrustaciones pueden usarse oxidantes —por ejemplo ozono, dióxido de cloro o peróxido de hidrógeno—, ácidos u oxidantes combinados con ácidos orgánicos —por ejemplo ácido peracético—. Los desinfectantes terminales pueden variar desde productos basados en yodo, productos compuestos conteniendo ácido peracético, peróxido de hidrógeno, ácido acético y agente tensoactivo, hasta productos conteniendo compuestos de peróxígeno y ácidos orgánicos.

Entre las clases de productos que se usan para desinfectar el agua de bebida se incluyen: ácidos orgánicos, cloro, dióxido de cloro, peróxido de hidrógeno, ozono y compuestos de peróxígeno. La forma de actuar diferirá según los tratamientos, puesto que algunos tienen la capacidad de reducir la carga microbiana solamente en el agua mientras que otros pueden también modificar la microflora en las aves.

Acidificantes

Los tratamientos con ácidos orgánicos se aplican al agua de bebida y a los piensos para aves. Cualquiera que sea el camino que se adopte, el objetivo es, en parte, reducir y/o mantener un pH bajo en el buche y en la molleja, que en relación con las partes más distales del tracto digestivo ya tiene un pH más bajo. Según Knight y col. —2006— el tratamiento del agua con un ácido orgánico comercial redujo considerablemente el número de *Salmonellas* en el buche, pero no afectó al número de organismos en el ciego. Chaveerach y col. —2004—,

ensayando ácidos orgánicos para controlar al *Campylobacter* en las aves en crecimiento, vieron que mientras que el agua de bebida permaneció libre de *Campylobacter* durante todo el estudio, dos grupos de pollos inoculados al comienzo con diferentes niveles de *Campylobacter* fueron positivos a esta bacteria. El uso del ácido graso caprilato de sodio no afectó al crecimiento del *Campylobacter* en los pollos.

Los ácidos orgánicos tienden a ser más efectivos contra los organismos Gram - tales como el *Campylobacter*, aunque generalmente su actividad está en función de su tendencia para disociar —valor pK— y del pH del ambiente, puesto que cuanto más bajo sea éste, más efectivo es el ácido. El ácido pasa a través de la membrana celular antes de disociarse, liberando iones

de hidrógeno que, a su vez, reducen el pH y afectan al DNA y a la síntesis de la proteína. En el tracto digestivo, los acidificadores tienden a impulsar el crecimiento de organismos tales como *Lactobacilos*, los cuales pueden hacer que el ambiente del intestino sea menos favorable a los agentes patógenos. Sin embargo, no todos los ácidos orgánicos tienen propiedades antimicrobianas inherentes. El ácido cítrico es un buen ejemplo de un componente que rebaja el pH de forma efectiva en el agua y que, al actuar así, crea un ambiente favorable, como podemos decir del cloro, pero no tiene por sí mismo propiedades antimicrobianas particularmente buenas. En cambio, el ácido butanoico 2- hidróxido-4-methylthio tiene buenas propiedades antimicrobianas en el agua y se ha demostrado que es también activo contra *E. coli*, *Salmonella* y *Campylobacter*.

Las cifras estándar para el agua de las aves señalan a menudo un pH por debajo de 5,9 como perjudicial, aunque Watkins —2005—, ha cuestionado las bases de esta opinión. Watkins, en un trabajo llevado a cabo en la Universidad de Arkansas, observó que los parámetros de producción normal, tales como la ingesta de pienso y el aumento de peso, no se veían afectados por un pH oscilando entre 3 y 6. Watkins destacó dos cuestiones asociadas con la acidificación del agua. 1º) las aves que recibían agua con un pH de 4 y 5 sufrían dicondroplasia de la tibia con una frecuencia ligeramente mayor. 2º) cuando se usaron ácidos orgánicos —cf. ácidos inorgánicos— es posible que debido a su naturaleza débil y a la tendencia resultante de no liberar rápidamente iones de hidrógeno, se produzcan alteraciones de la palatabilidad que provocaron que las aves redujeran su ingesta de agua.

Existe una gama de diferentes productos que pueden usarse para limpiar los sistemas del agua de bebida entre manadas

No es raro que los productores de aves para carne, en particular en los EE.UU., acidifiquen el agua intermitentemente —por períodos de uno a tres días— usando una serie de productos, incluyendo los ácidos acético, cítrico, láctico, málico, propiónico, tartárico, o bien mezclas de los mismos. Estos tipos de ácido pueden rebajar el pH del agua de bebida hasta tres, aproximadamente con lo que se aproxima al del buche —alrededor de 2—. No se ha conseguido determinar plenamente la manera de actuar de los acidificadores, aunque Watkins observa que, al reducir la carga microbiana del buche, se limita el tipo y el número de patógenos que pueden establecerse en el tracto digestivo.

No es raro que los productores de aves para carne, en particular en los EE.UU., acidifiquen el agua intermitentemente

Cloro

La cloración se usa mucho como medio para reducir la carga microbiana en el agua de bebida, tanto para los seres humanos como para el ganado. Cuando se añade al agua, el cloro forma diversos productos, incluyendo el ácido hipoclorhídrico —HOC— que es el más eficaz para inactivar los microorganismos, los iones de hipoclorito —OCI— y el ácido hidroclicórico —HCl—. El ácido hipoclorhídrico descompone el ácido hidroclicórico y el oxígeno lo que favorece la eficacia del cloro como desinfectante, ya que ésta es consecuencia del poder oxidante de los átomos de oxígeno libres y de las reacciones de sustitución del cloro.

El cloro puede suministrarse en forma de gas, aunque, debido a los problemas que conlleva su manejo bajo esta forma, no es usual usarlo como fuente de cloro para el tratamiento del agua en las granjas. Más común es su empleo en forma líquida, como el hipoclorito sódico —Na OCI— que tiene generalmente entre 10 – 15 % de cloro disponible y un pH de 13.

Las formas sólidas de cloro —tabletas— incluyen productos tales como Tricolor —triclora-s-triazinetrione— y Dichlor —sodio dicloro-s-triazinetrione—. El primero tiene un 90% de cloro disponible y un pH de 3, mientras que el segundo tiene el 62% de cloro disponible y un pH de 7. En las granjas del Reino Unido se suele añadir en general —dos veces al día— cloro en forma de tabletas dentro de los depósitos principales, alcanzando un pico de concentración de aproximadamente 5 ppm.

La capacidad del cloro para intercambiar átomos con componentes constituye la clave para su uso como desinfectante. Por ejemplo, el cloro puede reemplazar los

átomos de hidrógeno por enzimas formando moléculas para cambiar su forma y perder así funcionalidad. Sin embargo, el pH del agua es importante si se considera la acción del cloro. En una solución con un pH de 6 la proporción de ácido hipoclorhídrico en relación con los iones de hipoclorito es de 4:1, mientras que con un pH de 8 la proporción es inversa y a un pH de 7,5 la proporción es de 1:1. Esto es importante porque, comparado con los iones de hipoclorito, el ácido hipoclorhídrico es hasta el 100 % más eficaz para inactivar organismos —la membrana celular cargada negativamente de patógenos es penetrada más fácilmente por el hipocloro neutral que la cargada negativamente con iones de hipoclorito—. Ya que la cloración es más efectiva cuando el pH del agua se halla entre 6 y 7, puede ser necesario acidificar el agua. Como es necesario impedir la mezcla de las fuentes de ácido y de cloro, puesto que podría provocar la liberación de gas de cloro, se recomienda usar una bomba de inyección dual para acidificar y clorar el agua.

Como puede verse en la tabla 2, el tiempo necesario para inactivar los patógenos mediante el cloro depende, no sólo del pH del agua, sino también del organismo en sí.

Tabla 2. Tiempo de desinfección para diferentes tipos de microorganismos patogénicos con agua clorada (1 ppm de cloro libre) a un pH de 7,5 y 25° C. (*)

Organismo	Tiempo necesario para la desactivación
<i>E. coli</i> 0157 H7	< 1 minuto
Virus de la hepatitis A	— 16 minutos
Giardia	— 45 minutos
Criptosporidio	—9.600 minutos —6,7 días—

(*) Lentech, 2008

Mientras que el cloro puede reducir la carga microbiana en el agua se ha visto que, si se incluye en una proporción de 5ppm, no afecta a la frecuencia o al nivel de colonización de los pollos por *Campylobacter*.

El clorito de sodio acidificado se ha usado como tratamiento del agua inmediatamente antes del sacrificio a concentraciones de hasta 600 ppm para controlar

los niveles de *Salmonella* y *Campylobacter* en las aves infectadas experimentalmente. El número de *Salmonellas* en el tracto digestivo superior se redujo significativamente mediante este tratamiento, aunque no se obtuvieron efectos sobre el número de *Campylobacters* aislados del tracto digestivo.

Existe una amplia gama de productos comerciales en el mercado pero, en términos de cloro libre en el agua, las recomendaciones son muy concisas. Por ejemplo, Carter y Sneed —1987— recomendaron unos niveles de cloro de 1 ppm. De forma similar, se recomienda usar un producto basado en cloro llamado "Aqualution" a una proporción de 1,5–2 ppm de cloro libre en el agua de bebida. El Servicio de Extensión Cooperativa de la Universidad de Florida —1998— observó que las concentraciones de cloro libre de entre 50 y 100 ppm eran "bien toleradas" pero entre 3–5 ppm serían las más apropiadas en la mayoría de los casos.

Cuando se usan productos líquidos, se debe usar una bomba dosificadora o similar para que las concentraciones se administren cuidadosamente. Las granjas del Reino Unido disponen normalmente de un equipo de bomba dosificadora para suministrar el 0,2 % de una solución almacenada, proporcionando una concentración de cloro libre de 3–5 ppm en el punto de consumo. Esto constituye una práctica común para dosificar sólo el agua de esta forma para dos días en cualquier momento.

Dióxido de cloro

El dióxido de cloro — ClO_2 — difiere del cloro en muchas características. Es más soluble en el agua —aproximadamente diez veces más solubilidad que el cloro—, más que en la hidrólisis, se halla presente como gas disuelto. La solubilidad del dióxido de cloro, con relación al cloro, en agua fría es considerada como ventajosa. A diferencia del cloro, que se disuelve en el agua, el dióxido de cloro se halla presente como radical libre, siendo un poderoso oxidante —2,6 veces más que el cloro— que trastocará los aminoácidos y RNA. Tiene además la ventaja añadida de ser activo sobre una amplia franja de pH y, comparado con el cloro, es más eficaz a pH superiores a 7.

La dosificación de los niveles varía dependiendo de si se aplica antes o después de la desinfección. Los valores

típicos en el caso de antes de la desinfección están entre 0,5 y 2,0 mg/l de dióxido de cloro —con un tiempo de contacto de entre 15 y 30 minutos— y, para después de la desinfección, pueden usarse concentraciones de entre 0,2 y 0,4 mg/l.

Al comparar el cloro con el dióxido de cloro, Baghurst —2002— observó que, en agua potable, la actividad del virus de la bursitis infecciosa —IBDV— se reducía en un 90 % si se exponía a 3 ppm de cloro libre durante 1 hora.

En contraste, 0,7 ppm de dióxido de cloro ocasionaba una reducción de la actividad de más de un 97%. Además, para que los niveles de cloro pudieran mantenerse era necesario añadir cloro durante el período de 1 hora.

Cuando la experiencia se llevó a cabo en agua suministrada por un embalse, el nivel máximo de cloro con el que se experimentó —10 ppm— no inactivó el IBDV mientras que 4,4 ppm de dióxido de cloro fueron capaces, bajo las mismas condiciones, de inactivar el virus.

Según Cameron, la adición de dióxido de cloro al agua de bebida, en una proporción suficiente para asegurar una concentración de 1 ppm, tiene un efecto significativo y progresivo sobre el número de aerobios viables extraídos del agua, con valores que van desde 21.120 organismos/ml hasta menos de 100 organismos sobre un período de 6 semanas. En un estudio aparte, el tratamiento del sistema del agua —otra vez con 1 ppm de dióxido de cloro— redujo el número de coliformes en el tanque principal y en los conductos del agua en un período de 6 semanas desde valores que van de 5,0 a $1,0 \times 10^3$ cfu/ml en el depósito principal y $2,0 \times 10^3$ a $1,5 \times 10^5$ cfu/ml a 1,0 cfu/ml en el tanque y en los conductos del agua.

Peróxido de hidrógeno

El peróxido de hidrógeno se descompone para liberar radicales de oxígeno libre y agua, siendo los radicales libres capaces tanto de oxidar como de desinfectar y pudiendo además tener algún otro efecto. No es inusual usar peróxido de hidrógeno en combinación con otros productos, tales como el ácido peracético.

El uso de un producto con el 50% de peróxido de hidrógeno, estabilizado con nitrato de plata está aumentando, entre los criadores americanos. Summers —2006—, cita como idóneo un nivel de 30 ppm de peróxido de hidrógeno en el agua de bebida y basándose

La cloración es más efectiva cuando el pH del agua se halla entre 6 y 7

en experiencias limitadas, se consideró demostrado que niveles de hasta 3.000 ppm no afectaban adversamente al consumo de pienso.

Se puede esperar que esta mejoría de la calidad microbiana del agua de bebida se vea reflejada en la reducción de los niveles de contaminación de las aves y/o en una mejora del rendimiento. Wilson, —2008— observó que el tratamiento del agua con peróxido de hidrógeno —150 ppm durante la primera semana para extraer el biofilm y 50 ppm después— en granjas de pollos comerciales redujo la mortalidad en un 1 % y aumentó el peso corporal en un 4%.

Otros

Se ha reconocido que el tratamiento del agua de bebida con ozono es adecuado para las aves, aunque tiene el inconveniente de que puede ser corrosivo para los equipos de acero.

El uso del ozono para tratar el agua de bebida en las granjas no está muy extendido pues, aún siendo eficaz, la falta de acción residual combinada con los detalles prácticos de su uso, ha limitado su aceptación.

La luz ultravioleta puede emplearse en operaciones en las que sea necesario desinfectar grandes volúmenes de agua, aunque la inversión requerida y la naturaleza de la planta, combinado con la ausencia de cualquier actividad residual, ha hecho que su uso para tratar el agua de bebida en las granjas sea poco frecuente.

Carter y Sneed —1987— citan como eficaces los desinfectantes basados en yodo, con la ventaja potencial, en comparación con otros productos, de tener actividad residual. Las concentraciones típicas recomendadas para aplicar en los sistemas de distribución del agua serían de 15 a 18 ppm de yodo tritratable.

Conclusiones

Es evidente que el agua de bebida podría constituir una fuente potencial de infección por *Campylobacter* en las granjas avícolas, y este riesgo aumenta si el agua procede de una fuente no tratada —tales como pozos o aguas superficiales— o si está en peligro de contaminarse por determinadas actividades que pueden tener lugar en la vecindad —por ejemplo, otras o mataderos de

aves—. Sin embargo, el papel que los sistemas de suministro y distribución del agua de bebida pueden tener en la difusión de la infección dentro de una manada, a través de contaminación cruzada, no está tan bien definido.

Es probable que la limitación de la evidencia que nos permita considerar al agua como fuente o factor de riesgo para una infección por *Campylobacter* de las aves sea una consecuencia, en parte, de las dificultades con las que se ha tropezado para recuperar el organismo del medio ambiente. El papel, si es que tiene alguno, por ejemplo del organismo en estado VNC permanece incierto.

Muchos productores tratan el agua de bebida que suministran a sus aves como medida de precaución, considerándose que los beneficios potenciales de esta actuación van más allá del control del *Campylobacter*

Muchos productores tratan el agua de bebida que suministran a sus aves como medida de precaución, considerándose que los beneficios potenciales de esta actuación van más allá del control del *Campylobacter*. Con esta finalidad existen una serie de tratamientos establecidos de desinfección del agua disponibles para los productores avícolas. Sin embargo, se observa la falta de unos buenos razonamientos que apoyen el uso de estos sistemas, por ejemplo reducir la microflora del agua y mejorar así el rendimiento y/o reducir el predominio de infecciones potencialmente difundidas a través del agua, incluyendo las de *Campylobacter*. Por este motivo muchos productores tratarán el agua solamente uno o dos días en un período de siete días. Otros optarán por aplicar dicho tratamiento tan solo al final del ciclo de producción.

Como la industria avícola tiene que verificar el conjunto de los beneficios que los tratamientos del agua pueden aportar, es necesario disponer de más datos referentes al óptimo uso de los principales tratamientos disponibles para los productores, tanto en términos de los efectos sobre los parámetros de producción normales como son el aumento de peso, el índice de conversión, uniformidad de la manada, como también, más específicamente, en términos de los efectos sobre la frecuencia de infecciones tales como la de *Campylobacter*. ●