

Calidad de agua para aves de postura



Todo profesional que trabaja en avicultura debe tener claro que el acceso a agua de buena calidad es uno de los factores más importantes para lograr buenos resultados productivos en nuestras aves de postura. Su importancia no solo la debemos limitar a los efectos productivos, sino que también, su influencia sobre el bienestar animal de las aves.

Una fuente confiable de agua de buena calidad es crítica para tener una buena producción, aves sanas y un óptimo bienestar de las gallinas de postura.

De toda el agua que se encuentra en el planeta tierra, menos del 1% es accesible para el uso humano y 70% de esa agua se destina a la agricultura. **Por lo que es nuestro deber como profesionales del agro, entender y usar de la mejor forma posible este vital nutriente.**



Conceptos básicos del agua en avicultura

Las aves típicamente beben 1.6 a 2 veces el equivalente en peso del alimento consumido, por lo que si el consumo de agua es limitado también lo será el de alimento.

Existen muchos factores que impactan el consumo de agua tales como:

- Temperatura ambiental
- Edad y peso de las aves
- Velocidad y humedad del aire
- Sexo del ave
- Consumo de alimento
- Estado sanitario del lote
- Formulación de la dieta
- Genética
- Tipo de bebederos
- Otros

Mala calidad y/o suministro inadecuado de agua resultaran en menores resultados productivos, incluso si las aves consumen el mejor alimento posible. Esto hace sentido al recordar que el 90% del huevo corresponde a agua, por lo que problemas con la calidad y/o acceso al agua afectarán la producción, calidad y peso del huevo.

Por todo lo anterior, es deber de los profesionales de la avicultura entender que los requerimientos para tener agua de buena calidad y en optima cantidad son igual de importantes que los requerimientos nutricionales de la dieta.

Calidad integral del agua de bebida

Se debe saber la CALIDAD INTEGRAL del agua que beben las aves:

Calidad Mineral 



Valor de pH

Calidad Microbiológica 



Suministro óptimo

El monitoreo se enfoca en calidad y cantidad. La toma de muestra se debe hacer de forma ordenada, sistemática y basada en un calendario y procedimientos escritos.

Si luego de analizar los resultados obtenidos con el programa de muestreo, encontramos que algún nivel está fuera del rango óptimo, se deben establecer procedimientos para corregir el problema.



Es importante mencionar que la literatura nos indica que las aves de postura modernas, en general, son más resistentes a las concentraciones de minerales en el agua que los pollos de engorda, por lo que efectos en calidad de cascara y producción son menores y no tan comunes.

Sin embargo, esto no significa que no debemos prestar atención y controlar sus niveles cuando están por sobre lo óptimo y por supuesto siempre hay que entregarles agua libre de patógenos y en la cantidad necesaria. A continuación, vamos a revisar los aspectos más importantes para tener en cuenta de cada uno de los factores que influyen en la calidad del agua.



Calidad mineral

Es muy importante conocer los niveles de los diferentes minerales que se pueden encontrar en el agua de bebida ya que dependiendo de la concentración en que se encuentre uno o varios minerales producirán un efecto en el ave.



Por tal motivo, se deben tomar muestras de cada fuente de agua que tiene la empresa (por ejemplo, de cada pozo), granja o plantel avícola y deben someterse a un análisis mineral completo, el cual se puede repetir con una frecuencia anual o bianual.

Con el resultado del análisis, se tiene que evaluar si es necesario someter el agua a algún tratamiento específico para bajar el nivel del o los minerales que sobrepasan el límite máximo. A continuación, pueden observar una tabla en que se indican los niveles máximos, su efecto en el ave y las alternativas de control de los minerales más importantes en la avicultura de puesta.

Tabla 1. Niveles máximos recomendados de minerales en el agua, efectos y tratamientos en avicultura

Watkins, 2007. Chen y Balnave1, 2001, Tabellini, 1992.
Carter y Sneed, 1996; Bellostas, 2009.

Parámetro	Nivel recomendado en avicultura	Efectos	Tratamientos
Calcio	< 75 mg/L	No existe un límite máximo. Sin embargo, nivel > 110 mg/L podrían causar acumulación de sarro.	Mismo tratamiento que para dureza del agua
Cobre	< 0.6 mg/L	Su origen es problemático por corrosión de tuberías y uniones. Altos niveles pueden cambiar el sabor del agua, producir lesiones orales o erosiones en la molleja.	
Hierro	< 0.3 mg/L	Sabor metálico del agua, desordenes gastrointestinales, disminución de la eficiencia de vacunas y medicamentos. Bloqueo de tuberías de agua, mal olor y/o sabor, fomenta el crecimiento bacteriano.	Tratamientos incluyen la adición de algún oxidante como cloro, dióxido de cloro u ozono para luego airear y posteriormente filtrar por medio de un proceso apropiado de filtración mecánica.
Magnesio	< 125 mg/L	>125 mg/l podría causar fecas blandas debido a su efecto laxativo. Nivel sobre 50 mg/l en conjunto con altos niveles de sulfato o cloruro podrían tener efecto laxante.	Mismo tratamiento que para dureza del agua
Manganeso	< 0.05 mg/L	Puede depositarse en forma de gránulos negros en filtros y bebederos.	Similares que, para hierro, pero puede ser más difícil de remover debido a la lenta reacción que tiene con el cloro. Luego se debe realizar una filtración que es más efectiva a un pH alrededor de 8,5. Necesita un tiempo prolongado de contacto con cloro antes de la filtración a menos que se use una resina que intercambie ion hierro si pH es 6,8 o superior. Otra alternativa son filtros de arena verde con pH superior a 8,0.
Nitrato	< 15 mg/L	Cuando son muy altos, disminuyen la absorción de oxígeno (aves decaídas, crestas y barbillas violáceas), baja fertilidad, menor consumo de alimento, menor ganancia de peso corporal y producción.	Ósmosis inversa; intercambio de iones.
pH	5 - 8	Menor a 5 puede producir corrosión de metales. Superiores a 8 puede afectar el desempeño de desinfectantes y el sabor del agua.	Ácidos orgánicos o minerales para bajar pH. Agentes básicos para subir el pH.
Fósforo	0.1 mg/L		

Mineral	Recommended level in poultry	Effects	Treatments
Potasio	< 300 mg/L	Efecto dependerá de la alcalinidad y pH del agua.	
Cloruros-cloro	< 250 mg/L	Efecto laxante, excreciones húmedas, reducción consumo alimento, aumento consumo de agua. Tener en cuenta que niveles de 14 ppm pueden causar problemas si el sodio es > 50 ppm.	Osomosis inversa y filtros de intercambio iónico.
Sodio	50 – 300 mg/L	En conjunto con altos niveles de cloro o sulfato puede producir diarrea. Además, puede promover el desarrollo de Enterococos. Nivel > 600 mg/l podrían producir alteraciones de calidad de cascara. Puede haber problemas con concentraciones menores si es que esta acompañado de cloruros = 14 ppm o sulfatos > 50 ppm.	Osomosis inversa o se puede mezclar con agua baja en sodio. Mantener el agua limpia y usar de forma permanente sanitizantes como peróxido de hidrogeno o yodo para prevenir el crecimiento bacteriano.
Sulfato	< 200 mg/L	Efecto laxante. Si también están presentes altos niveles de magnesio y cloruro o sulfato > 50 mg/l se puede producir una baja en el desempeño productivo. Si hay presencia de olor a huevo podrido puede significar que existe una alta concentración de hidrogeno que es un subproducto de bacterias reductoras de sulfato.	Airar el agua en un estanque de almacenamiento para prevenir la entrada de burbujas de aire a las líneas de agua y aplicar golpes de cloro al pozo. Sin dejar de lado el programa regular de desinfección del agua.
Alcalinidad	< 100 mg/L	Asociado con bicarbonato, sulfatos y carbonato de calcio. Puede darle un sabor amargo al agua lo que puede producir rechazo por parte de las aves y ser corrosivos para los paneles evaporativos. Altos niveles de alcalinidad hacen más difícil bajar el pH del agua.	Acidificación (objetivo pH < 6,5), intercambio aniónico para reducir la alcalinidad del agua y también se puede remover el dióxido de carbono libre a través de aeración.
Dureza	< 150 mg/L	La dureza puede producir sarro que se deposita en bebederos y en la superficie interna de las cañerías. Principales factores son calcio y magnesio, pero hierro y manganeso también pueden contribuir en un menor grado. Niveles muy altos pueden afectar medicaciones, vacunas, etc.	Ablandadores de agua (no usar si los niveles de sodio son altos, a menos que se use cloruro de potasio en vez de cloruro de sodio). Polifosfatos secuestran los iones involucrados en la dureza y los mantienen en solución. Acidificar a un pH < 6,5.
Zinc	< 1.50 mg/L	Niveles mayores son tóxicos.	Métodos de filtración.
Flúor	< 2 mg/L	Niveles muy altos pueden producir huesos blandos.	Métodos de filtración.
Sólidos Disueltos Totales	< 1500 ppm (< 3 semanas de edad). < 3000 ppm (> 3 semanas)	Niveles entre 4000 a 7000 ppm. muy altos pueden producir diarrea. Concentración > 7000 ppm no es recomendable para el agua de bebida de las aves.	Métodos de filtración.

Control del nivel mineral en el agua

Una vez conocido el perfil mineral del agua, se deben evaluar por un lado si es necesario controlar niveles elevados de uno o más minerales y por otro definir cuál es el mejor método para su reducción.

Existen diferentes soluciones para disminuir los niveles de minerales en el agua. Aquella que funcione mejor en nuestra realidad dependerá del resultado del análisis.



La importancia de analizar el pH del agua

Como veremos a continuación, es crítico conocer los valores de pH del agua de bebida. **El muestreo debe ser directamente desde el origen (por ejemplo, pozo) y también previo a la entrada del agua a las líneas de bebederos en cada caseta de producción.** Esta medición por ser mucho más sencilla que un análisis de minerales, se puede realizar con mayor frecuencia (por ejemplo, semanal). Existen tiras reactivas o métodos digitales que nos permiten realizar una lectura rápida en el lugar.

Un pH ideal es entre 6,0 a 6,8 pero las aves de postura pueden tolerar un amplio rango con valores entre 4,8 a 8,0. **Incluso valores menores a 5,5 pueden producir una mejora en los parámetros de crecimiento.**

Niveles de pH mayores a 8,0 pueden impactar el consumo de agua (sabor amargo), provocar desordenes gastro intestinales, promover crecimiento bacteriano, afectar la efectividad de los sanitizantes (por ejemplo, actividad del cloro, el cual funciona mejor entre pH 4,5 a 6,0), medicamentos y vacunas.

Niveles de pH menores a 4,0 pueden dañar a vacunas, medicamentos, consumo de agua y desempeño productivo.



pH > 7,0 → agregar ácidos ya sean orgánicos o minerales.

pH < 4,0 → agregar agentes básicos, como bicarbonato sódico.



Tabla 3. Efecto del pH sobre bacterias

Watkins, 2008. Exposición de 5 minutos al ácido cítrico.

Producto	pH	Conteo de Aerobios Mesófilos UFC/ml
Control	8	8.2 mil
Ácido Cítrico	7	5.6 mil
CA	6	4.4 mil
CA	5	4.0 mil
CA	4	2.3 mil

No hay dudas de que, a menor pH, menor es el crecimiento de bacterias (*Salmonella* spp, *E. Coli* y *Clostridium*). Sin embargo, tal como se puede apreciar en la **Tabla 3**, en la práctica está nunca llega a niveles cercanos a cero, por lo que se demuestra que el efecto sanitizante de los acidificantes es un tanto limitado.

Hay que considerar además que niveles muy bajos de pH (<4) pueden afectar el consumo de agua y alimento. Debido a lo anterior es ideal mezclar acidificante con un producto sanitizante.

Tabla 4. Efecto del pH del agua de bebida sobre pH de buche y molleja

	pH	3	4	5	6	Control
Buche		4.33 ^c	3.34 ^c	4.62 ^b	4.95 ^b	5.57 ^a
Molleja		3.62	3.72	3.70	3.95	4.16

Agua con pH sobre 7,0 se deben acidificar. Para hacer que este proceso sea eficiente se deben considerar algunos puntos importantes:

- Junto con el valor de pH se debe tener el de la alcalinidad del agua.
- Acidificantes no son sanitizantes (ver **Tabla 3**).
- La mayoría de los acidificantes necesitan un prolongado tiempo de contacto para matar bacteria.
- Durante tiempos en que el uso de agua es elevado, el tiempo de contacto es mínimo por lo que el efecto bactericida es muy bajo.
- Algunas bacterias se pueden volver resistentes.
- Las dosis y tipo de ácido (orgánico o mineral) dependen del pH del agua y su alcalinidad.
- El efecto de los acidificantes del agua de bebida sobre el pH del tracto gastrointestinal se limita solamente al pH del buche y molleja.
- Cuando es posible se prefiere el uso de ácidos orgánicos ya que tienen un efecto positivo sobre la salud e integridad intestinal.
- Tener un protocolo de uso de ácido junto con un sanitizante es un excelente manejo sinérgico (siguiendo las instrucciones del etiquetado). Siempre aplicar primero el ácido y luego el sanitizante.
- Se recomienda el uso de acidificante ya sea con protocolo intermitente o permanente (ambos tienen buenos resultados) durante toda la vida del lote.

El efecto acidificador sobre el aparato digestivo, si bien no traspasa más allá del proventrículo y buche, contribuye a controlar la proliferación de bacterias patógenas en este órgano

Calidad Microbiológica

Parámetros	Unidad	Optimo	Máximo aceptable
Recuento de aerobios mesófilos totales	En 1 ml	0	< 1.000
Coliformes totales	En 1 ml	0	< 50
Coliformes fecales	En 1 ml	0	0
<i>Escherichia coli</i>	En 1 ml	0	0
<i>Pseudomonas</i>	En 1 ml	0	0

Tabla 5. Límites óptimos y máximos de bacterias en el agua de bebida

El primer paso es **conocer la calidad microbiológica del agua**, para esto es importante realizar un correcto muestreo en varios puntos del sistema:

- En el origen de la línea de agua**
- En el final de la línea de agua**
- Además de en otras zonas con posibilidades de contaminación: puntos ciegos, reguladores, etc.**



En general un BUEN MUESTREO debe al menos involucrar: el origen (por ejemplo, directo del pozo), a la salida del estanque de almacenamiento y al final de la línea de bebederos. Debiendo realizar dos tipos de muestreo, uno del agua corriendo al final de línea de bebederos y otro por medio de un torulado (esponja) del interior de la línea de bebederos.



Un punto importante para considerar es que comúnmente se toma una muestra de agua corriendo, la cual si bien nos servirá para analizar la calidad del agua en si (microbiológica y mineral) no va a poder identificar de forma adecuada el nivel de desafío existente del Biofilm.

Que sustancias promueven la formación de Biofilm

- Minerales como hierro, manganeso, sulfuros.
- Electrolitos.
- Ácidos orgánicos.
- Vacunas y estabilizadores de vacunas.
- Probióticos.
- Etc.







Fuente: Selko feed additives

Biofilm

Es la mezcla de hongos, algas, bacterias y otros contaminantes orgánicos que se adhieren a la superficie interna de las cañerías y sistema.

Efectos del biofilm

-  **Reduce el flujo de agua.**
-  **Aumenta la presión en el sistema.**
-  **Impacto negativo en medicamentos y vacunas aplicadas a través del agua de bebida.**
-  **Es un medio de cultivo para patógenos** (salmonella, campylobacter, etc.) ya que les brinda protección y alimento.

Por todos los motivos anteriormente descritos es necesario realizar un muestreo complementario para evaluar el nivel de desafío del biofilm que tenemos en el sistema. Este consiste en un torulado por medio de una esponja del interior de la línea de bebederos.



Introducir una esponja al interior de la línea de bebederos (8 a 10 cm)

Fuente: S. Watkins.

Colocar la esponja en 25 ml de APB o agua destilada.



Fuente: S. Watkins.



Cómo interpretar el resultado: Recuento en placa de bacterias aerobias mesófilas.

Resultados óptimos: 0-100 CFU/ml.

Niveles marginales de contaminación: 1,000-10,000 CFU/ml.

Sistema debe ser limpiado de forma profunda: > 100,000 CFU/ml

¿Cómo reducir o eliminar el biofilm, bacterias y otros microorganismos?



Tratamientos químicos

- Hipoclorito de sodio o hipoclorito de calcio.
- Peróxido de hidrogeno.
- Dióxido de cloro.
- Ácidos Orgánicos (no son completamente efectivos contra microorganismos).
- Otros

Tratamientos físicos

- Métodos electromagnéticos.
- Luz ultravioleta, tratamiento de ozono (efecto limitado sobre biofilm).
- Láser (solo efectivo en el punto de tratamiento).
- Métodos de aplicación de pulsos de presión (eliminación y prevención de biofilm).

Tabla 6. Características de un sanitizante ideal

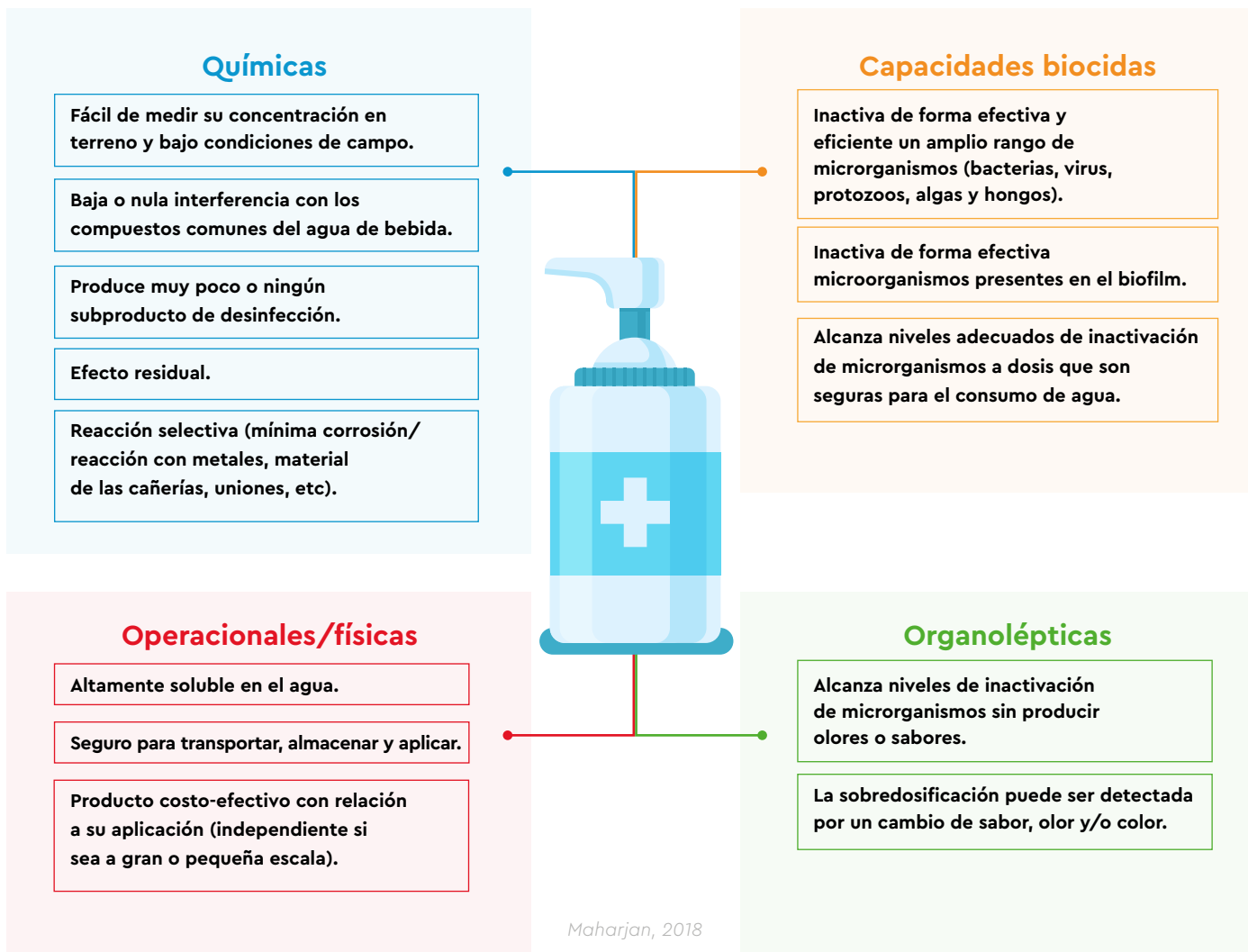


Tabla 7. Opciones comunes de sanitizantes químicos del agua de bebida

Producto	Nivel residual optimo en el agua de bebida (ppm)	Comentarios
Cloro líquido o sólido	2-4 ppm de cloro libre	Más efectivo en pH 5 a 7. Acidificar el agua si pH es mayor a 7 y nunca mezclar cloro con el ácido en el mismo recipiente. Usar test que midan cloro libre. Mejor opción líquida por ser más fácil su aplicación. Requiere mayor tiempo de contacto > 15 min. Costo es bajo.
Dióxido de cloro	0,8 ppm	Efectivo en un rango de pH más amplio de 4 a 9. Usar test que midan dióxido de cloro. Excelente sanitizante. Tiempo de contacto menor, > 5 min. Mayor costo que cloro.
Peróxido de hidrógeno	25 – 50 ppm	pH ideal es < 8. Funciona muy bien cuando es inyectado después de un tratamiento con ozono y también cuando es usado en un protocolo junto con ácido peracético. Elimina biofilm. Tiempo de contacto > 10 min. Mayor costo que cloro.

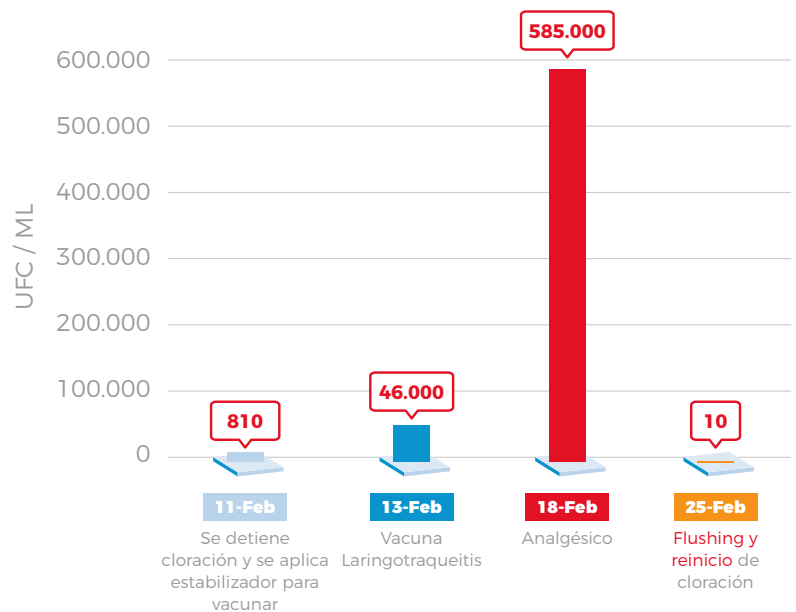
Watkins, 2008; HdosO consultores, 2009

Enjuague a presión o Flushing

El flushing es un manejo que toda explotación avícola debe realizar ya que es crítico para mantener una buena calidad del agua de bebida y controlar la formación del biofilm. Algunos puntos importantes son:

- 1 Primer paso es enjuagar el interior de la línea de bebederos con agua mezclada con un sanitizante a la concentración adecuada para así soltar la suciedad. Muy buena opción es el peróxido de hidrogeno al 3%.
- 2 Enjugar a razón un minuto por cada 30 metros de línea de agua.
- 3 Luego permitir que los desinfectantes lleguen al biofilm y dejar actuar por un periodo adecuado (seguir etiquetado del producto).
- 4 Enjuagar a presión para soltar todas las sustancias adheridas a la cañería.
- 5 Siempre realizar flushing luego de la aplicación de cualquier producto en el agua de bebida (ver [Figura 1](#)).
- 6 Realizarlo frecuentemente en caso de climas caluroso y/o bajo consumo de agua.

Flushing & Reinicio Cloro




Bacterias en muestra de agua de las líneas de bebederos

Watkins, S. 2008


Figura 1. Comportamiento del crecimiento bacteriano en una línea de bebederos al aplicar productos por medio del agua de bebida


Suministro adecuado de agua

Tan o más importante que tener agua de buena calidad química y microbiológica es que la cantidad sea suficiente para nuestras aves. Los puntos críticos para garantizar un suministro son:


 **Diseñar el sistema para que pueda suministrar agua durante los momentos de máxima demanda** (elevadas temperaturas, funcionamiento de paneles evaporativos, aves adultas, etc).


 **Diariamente revisar la presencia de agua en cada línea de bebederos** (mañana y tarde).


 **Se DEBEN tener medidores de agua** en cada galpón y si es posible en cada línea de bebederos.


 **Monitorear siempre** el consumo diario de agua.


 **Registrar diariamente la relación agua: alimento.**


 **Seguir las recomendaciones del espacio de bebedero y flujo.** Seguir las recomendaciones según edad del ave del espacio de bebedero (aves por bebedero encontrada en los manuales de manejo de las diferentes genéticas) y flujo (cc/minuto que dependen de las recomendaciones de la empresa fabricante de los bebederos).


 **El flujo de agua (cc/minuto) debe seguir las recomendaciones** del fabricante de los bebederos.

 **Medir el flujo de agua (cc/minuto) de forma periódica.**

 **Ajustarlo** según edad del lote, peso corporal, temperatura, ventilación, entre otros para que no limite crecimiento y/o producción. Siempre siguiendo las instrucciones del fabricante.

 **Siempre observar** de forma rutinaria la altura de la columna de agua de cada línea de bebederos.

 **Siempre prestar atención a las condiciones** de humedad de la cama y la presencia de agua en la cinta de guano.

 **Ajustar altura de bebederos** según edad del lote.

 **Chequear y mantener la presión adecuada del sistema.**

Tener un perfil del agua

Minerales

pH

Bacterias

Crear procedimientos para optimizar la calidad del agua

Diariamente

Chequear/ajustar altura y nivel de los bebederos

Chequear/ajustar regulador de presión

Chequear que presión de salida y entrada es óptima y estable

Chequear la presencia de agua en las líneas de bebederos (al final de la línea)

Chequear el estado de las mangueras que llevan agua a las líneas de bebederos

Monitorear el consumo de agua (cc/ave)

Tabla 9. Check list del manejo del agua en un plantel de ponedoras

Semanal

Retrolavar filtros de agua

Enjuague (flushing) a presión de las líneas de agua

Limpiar el polvo sobre la superficie de las cañerías

Monitorear la concentración del sanitizante del agua

Monitorear la calidad del agua (método rápido: pH, dureza, etc.)

Chequear el estado de los estanques de almacenamiento de agua

Mensualmente

Chequear flujo de agua (cada 3 semanas durante levante)

Trimestralmente

Limpiar y desinfectar todo el sistema

Chequear la presencia de bacterias

Anualmente

Chequear la calidad del agua (análisis completo)

Conclusiones

La importancia de entregar agua de buena calidad a veces es subestimada, para que esto no ocurra lo mejor es tener procedimientos documentados de evaluación, control y verificación de la calidad del agua.

El acceso de agua fresca y de calidad siempre debe ser garantizado.

Bibliografía

Ariyamuni, D. (2015). Evaluation of pH Levels or High Content of Calcium, Magnesium and Sulphate in Drinking Water on Production Performance, Egg Quality, Bone Quality and Mineral Retention of Laying Hens. Theses and dissertations. Dalhousie University. Halifax, Nova Scotia

Bellostas, A. (2009). Calidad del agua y su higienización: Efectos sobre la sanidad y productividad de las aves. XLVI Simposium científico de avicultura. Zaragoza, España.

CONASA (2018). Manejo de la calidad del agua de bebida en granjas avícolas. Manual de procedimientos. Dirección Nacional de Sanidad. Argentina.

Carter, T (1987). Drinking Water Quality for Poultry, Poultry Science and Technology Guide No. 42, Extension Poultry Science, North Carolina University.

Carter, T.A y Sneed, R.E (1996). Drinking water guidelines for poultry. Poultry Science and Technology Guide No. 42, North Carolina State University.

Chen, J. y Balnave, D (2001). The Influence of Drinking Water Containing Sodium Chloride on Performance and Eggshell Quality of a Modern, Colored Layer Strain. Department of Animal Science, University of Sydney, 425 Werombi Road, Camden, New South Wales, Australia 2570 2001 Poultry Science 80:91-94

Fairchild, B (2007). Water System Check-up. Poultry Housing tips. Volume 19 Number 8 July, The University of Georgia, Cooperative Extension Service, College of Agricultural and Environmental Science/Athens, Georgia 30602-4356

Fairchild, B. D., y C.W. Ritz. 2009. Poultry drinking water primer.

Hamid, H. Q. Shi, G. Y. Ma, Y. Fan, W. X. Li, L. H. Zhao, J. Y. Zhang, C. Ji, and Q. G. (2018) Influence of acidified drinking water on growth performance and gastrointestinal function of broilers H. State Key Laboratory of Animal Nutrition, College of Animal Science and Technology, China Agricultural University, Beijing, China. Poultry Science 97:3601-3609.

Hardin, By Roney C.C. No Date. Effects of pH on Selected Poultry Bacterial Pathogens, Alabama Department of Agriculture and Industries State Diagnostic Lab

Kirkpatrick, K. y Fleming, E. (2008) Water quality update. Arbor Acres.

Maharjan, P. (2013). Evaluation of Water Sanitation Options for Poultry Production. Theses and Dissertations. 895. <http://scholarworks.uark.edu/etd/895>

Tabellini, R. (1992). Rivista di Avicoltura, 61, 4, 31-34.

UK Ag Extension. (no date). Chapter 12 - Water quality. Poultry Federation Kentucky. University of Kentucky.

Watkins, S. (2007). Higiene de las condiciones de agua de bebida. Ross Tech.

Watkins, S (2008) Optimize water quality. Arkansas Cooperative Extension Service. Center of Excellence for Poultry Science. Fayetteville, Arkansas.

Watkins, S (2008). Water: Identifying and Correcting Challenges. 5M Editors. University of Arkansas. Division of Agriculture. Center of Excellence for Poultry Science. Fayetteville, Arkansas.

Watkins, S (no date). Problem Solving water challenges. University of Arkansas. Division of Agriculture. Center of Excellence for Poultry Science. Fayetteville, Arkansas.

Watkins, S; Cornelison, J; Tillery, C; Wilson, M. y Hubbard, R (2004). Effects of Water Acidification on Broiler Performance. Center of Excellence for Poultry Science • University of Arkansas. AVIAN Advice, Vol. 6, No. 2



*The key
to your profit*