
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS

MANEJO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE BEBIDA EN GRANJAS AVÍCOLAS

AÑO 2018

Comisión Nacional de Sanidad Avícola (Conasa)
Dirección Nacional de Sanidad Animal

ÍNDICE

Introducción.....	2
Normativa Senasa.....	2
I. ALCANCE:	2
II. FRECUENCIA Y PARÁMETRO DE CALIDAD:.....	3
III. MUESTREO:	3
IV. LABORATORIO DE ANÁLISIS:	3
V. GESTIÓN DE DATOS:.....	3
VI. ACCIONES CORRECTIVAS:	4
Pautas para el manejo de agua en establecimientos avícolas	4
1. Consumo de agua	4
2. Calidad del agua	5
3. Análisis de agua	12
4. Toma de muestras	12
5. Pautas para mejorar de la calidad microbiológica del agua	13
6. Pautas para mejorar la calidad química del agua.....	17
7. Mantenimiento de tanques de reserva y cañerías.....	19

Introducción

En la producción avícola, el agua debe considerarse un factor de producción tan importante como las instalaciones, la genética, la nutrición y la sanidad.

Es necesario considerar su cualidad nutritiva y su utilidad como vehículo terapéutico, lo que hace necesario saber su calidad microbiológica fisicoquímica.

Asimismo, una mala calidad de agua puede provocar daños en las tuberías y equipos. Por tanto, asegurar la calidad del agua es esencial para los aspectos productivos y sanitarios de la explotación avícola, lo cual influye directamente en la rentabilidad del sistema.

Sin embargo, la utilización del agua en la producción avícola debe analizarse no sólo por la optimización de su calidad en relación a parámetros fisicoquímicos y microbiológicos predeterminados, sino que se deben evaluar también las fuentes disponibles. Esta necesidad se hace particularmente visible si se tiene en cuenta que en la mayoría de las granjas avícolas las fuentes de agua utilizadas en producción son las mismas que utilizan las personas convivientes para su alimentación.

Normativa Senasa

En cumplimiento de lo establecido en el Punto 5.1.3 del Anexo II de la Resolución N° 542/2010 del Senasa, el Programa de Sanidad Aviar establece un análisis de potabilidad del agua realizado con una frecuencia no mayor a DOCE meses, por las autoridades locales (Provinciales, Municipales o Departamentales) o institución reconocida para tal fin.

I. ALCANCE: debe solicitarse análisis para determinar la calidad del agua de bebida a las granjas avícolas comerciales de todas las categorías, cualquiera sea su fuente de abastecimiento (pozo, red pública u otro) y cualquiera sea el destino comercial del producto final (consumo interno y/o exportación).

II. FRECUENCIA Y PARÁMETRO DE CALIDAD: a solicitar en forma obligatoria los ensayos microbiológicos que se efectuaran cada 12 meses y deberán extraerse dos muestras en simultaneo, bajada del tanque de almacenamiento y punto de distribución (final línea de bebederos), considerando los parámetros de la **Tabla 1**.

Parámetro	Límite
Mesófilas aerobias totales	500 UFC/ml
Coliformes totales	≤ 3 NMP/100 ml
<i>Escherichia Coli</i>	Ausencia/100 ml
<i>Pseudomonas Aeruginosa</i>	Ausencia/100 ml

Tabla 1. Valores límite para parámetros microbiológicos en agua para consumo humano, según CAA.

III. MUESTREO: las consideraciones relativas al muestreo (toma y remisión de muestras, acondicionamiento, conservación y envío) son responsabilidad del veterinario del establecimiento avícola y deben realizarse en base a los protocolos y materiales indicados por el laboratorio de análisis.

IV. LABORATORIO DE ANÁLISIS: los análisis microbiológicos podrán procesarse en cualquier laboratorio local con experiencia en la materia, cuyos resultados deben ser avalados por el responsable técnico del mismo.

V. GESTIÓN DE DATOS: los resultados del informe de ensayos analíticos será emitido por duplicado por el laboratorio, siendo el original para el titular del establecimiento y el otro deberá ser presentado a la Oficina Local (OL) de Senasa, el cual debe ser conservado durante el año de vigencia y cargado en el Sistema como:

ANÁLISIS DE AGUA EN ESTABLECIMIENTO AVICOLA COMERCIAL

Se debe asignar la vigencia del antecedente, la cual corresponde a un año desde la fecha de toma de muestra.

El duplicado debe ser conservado en la Carpeta de Aves (N° 24) de la OL durante el año de vigencia. Antes de su vencimiento, el veterinario sanitario debe presentar un nuevo resultado, y al momento de la carga en el sistema se modificara la fecha de vigencia del antecedente, es decir, no se debe cargar uno nuevo.

VI. ACCIONES CORRECTIVAS: en caso que los resultados no cumplan con el criterio establecido se deberá solicitar al veterinario responsable del establecimiento avícola, que determine las acciones correctivas para controlar o revertir la situación. Otorgando una vigencia al antecedente de dos meses como máximo hasta que presente el resultado acorde a los parámetros requeridos.

Pautas para el manejo de agua en establecimientos avícolas

Si bien el Senasa solicita la realización de un análisis microbiológico anual en los establecimientos avícolas comerciales, la información que se proporcionará a continuación tiene como objetivo colaborar con el productor avícola, estableciendo pautas sobre los principales aspectos de la calidad del agua, y las consecuentes acciones preventivas y correctivas que permitirán optimizar el uso del agua disponible para sus aves.

1. Consumo de agua

Es importante tener en cuenta el volumen que consumen las aves diariamente, este parámetro depende de varios factores, como la temperatura del ambiente y del agua, el tipo de alimentación, la calidad y la forma de administración.

En general, se estima que el consumo del agua crece 6,5% por cada grado de temperatura ambiente por encima del confort recomendado de 21°C.

Por lo tanto, al momento de proyectar la ubicación del establecimiento avícola, es de suma importancia conocer la disponibilidad de agua de la zona.

Tabla 2. Consumo promedio de agua diario en aves de producción.

CONSUMO DE AGUA (ml/día)			
Edad (semanas)	Pollo Parrillero	Gallina de postura	Reproductora
1	29	27	Gramos de alimento a consumir x 1,8 ml de agua a consumir
2	71	54	
3	129	64	
4	200	91	
5	286	119	
6	371	136	
7	457	151	
8	543	163	
9	-	189	
10	-	206	
12	-	216	
15	-	226	
20	-	243	
35	-	270-429	

2. Calidad del agua

Cuando consideramos la calidad de agua, tenemos que pensar en los principales parámetros que afectan a la misma, y pueden ser químicos y microbiológicos.

2.1. Parámetros químicos

Para evaluar la calidad química del agua, deben considerarse:

PH:

Es un factor de intensidad a una temperatura determinada del carácter ácido o básico de una solución dada, donde se mide la actividad del ion hidrógeno. La alcalinidad y acidez del agua, están relacionadas con el pH, siendo estas la capacidad neutralizante de ácidos y bases de un agua.

Este parámetro juega un papel importante en la solubilidad y estabilidad de los diferentes medicamentos que se suministran por vía acuosa.

En general, la acidez o alcalinidad del agua está condicionada por las características del suelo de donde proviene la misma. Así, los suelos calcáreos suelen ser alcalinos, resultando en aguas más “duras”, y los suelos graníticos suelen ser ácidos. En condiciones óptimas, el pH debería encontrarse entre 6,5 a 8,5. Los diferentes valores de pH pueden resultar corrosivos y precipitar medicamentos.

Los pH más bajos (ácidos) pueden provocar la precipitación de ciertos medicamentos administrados en el agua, lo que podría ocasionar problemas de residuos en las canales de los pollos próximos al sacrificio. Asimismo, pueden afectar a los procesos digestivos y dañar el sistema de distribución del agua (tuberías, bebederos, válvulas, etc.), o bien pH más altos (alcalinos) debilitan el efecto de la cloración del agua, y aumentan la vulnerabilidad para la incrustación en los sistemas de distribución y usos del agua.

Tabla 3. *Influencia de parámetros químicos del agua en la actividad de desinfectantes*

Parámetros químicos	pH ácido	pH básico	Dureza	Materia orgánica
Fenoles	<	<	=	=
Glutaraldehído	<	=	=	<
Amonio Cuaternario	=	<	<	<
Yodo	=	<	<	<
Cloro	<	<	<	<

Tabla 4. *Acción del pH sobre la solubilidad de diferentes medicamentos de uso común en la producción avícola. (Fuente: CEVA Salud Animal).*

Ácidos débiles	Bases débiles
Preferencia por aguas con pH > 7	Preferencia por aguas con pH < 7
Amoxicilina-Ampicilina-Quinolonas-Sulfamidas	Colistina-Neomicina-Oxitetraciclina-Doxicilina-Tiamulina

Sales disueltas totales (SDT):

Comprende los sólidos suspendidos o disueltos en agua. Su contenido en el agua se expresa en miligramos sólidos totales por litro de agua (mg/l), o en su unidad equivalente de partes por millón (ppm). Para el agua destinada al consumo humano, se considera como valor recomendable que no supere los 1500 mg/l (C.A.A. art 982).

En adición a la consideración cuantitativa que se realice sobre el contenido de sólidos totales, también es necesario realizar una evaluación cualitativa, ya que dentro de las sales existen algunas consideradas neutras o “beneficiosas” (cloruro de sodio, bicarbonatos y carbonatos) y otras consideradas perjudiciales (sulfatos de magnesio, de sodio y de calcio, nitratos, nitritos, etc.).

Dureza total

Hace referencia principalmente a las cantidades de sales de calcio y magnesio disueltas en el agua. La dureza no es en sí una variable perjudicial para la salud de las aves. Sin embargo, sí es importante su control ya que la precipitación de estas sales puede dañar el sistema de purificación y distribución del agua, siendo la principal causa de obstrucción de los bebederos, cañerías y bombas dosificadoras y aspersores de agua.

Asimismo, debe tenerse en cuenta que en monogástricos las cantidades excesivas pueden neutralizar el ácido clorhídrico, retardando la digestión. Un agua se considera blanda si tiene de 15 a 50 ppm, mientras que es catalogada como dura si tiene más de 180-200 ppm.

Cloruros

La forma más abundante es el cloruro de sodio, que le otorga sabor “salado” al agua. También puede encontrarse en formas de cloruro de calcio y magnesio. Sin embargo, en este último caso pueden otorgar un sabor amargo, y su exceso puede provocar diarrea.

Sulfatos

Es posiblemente uno de los principales responsables de la mala calidad del agua en las explotaciones avícolas. Los sulfatos no son bien tolerados por las aves, provocando diarreas y retrasos en el crecimiento.

Los niveles medios recomendables se sitúan en torno a los 125 mg/l. Sin embargo, cifras de 50 mg/l pueden resultar perjudiciales si se combinan con valores de magnesio o sodio superiores a 50 mg/l.

Por otro lado, reduce la disponibilidad de cobre, magnesio, zinc y fósforo, lo que puede provocar carencias secundarias de estos minerales. Para prevenir estas situaciones, debe darse una relación ideal cloruros: sulfatos de 1:1.

Es aconsejable que los valores de sulfato en el agua destinada a avicultura se encuentren por debajo de los 250 mg/l, siendo valores no tolerables los mayores a 400 mg/l. Valores por encima pueden producir diarrea temporaria, de mayor gravedad en animales de corta edad. Sin embargo, es probable que en los casos en que existan cantidades mayores, el agua sea rechazada naturalmente.

Los sulfatos además de generar inconvenientes en la productividad del sistema, afectan las instalaciones corroyendo las superficies metálicas.

Nitratos y nitritos

La presencia de nitratos y nitritos en el agua de bebida puede ocasionar serios problemas de salud a los animales ya que van a disminuir la capacidad de transporte de oxígeno en la sangre. La hemoglobina reacciona con los nitritos formando metahemoglobina, perdiendo su capacidad para transportar el oxígeno. Los animales presentan cianosis, diarreas, retrasos del crecimiento e incoordinación de movimientos y finalmente la muerte.

Los nitratos (NO_3) provienen de la fase final de degradación de materia orgánica, razón por la cual pueden ser indicadores de contaminación bacteriana por residuos de origen animal y humano. Asimismo, se consideran

indicadores de la posible presencia de fertilizantes nitrogenados en el agua (lixiviación de fertilizantes).

Es importante saber que los nitritos son diez veces más tóxicos que los nitratos; no obstante ello, la alta cantidad de nitratos resulta nocivo ya que en el estómago se transforman en nitritos. Para evaluar la gravedad de intoxicación con estos compuestos, debe tenerse en cuenta la edad, ya que son mucho más sensibles los animales jóvenes y seres humanos de corta edad.

Niveles de nitratos por encima de 50 mg/l han ocasionado daños irreparables a las aves en ensayos de laboratorio. Recientes estudios han demostrado que niveles por encima de 20 mg/l repercuten negativamente en la ganancia media diaria, en el índice de transformación y en la velocidad de crecimiento. Asimismo, niveles entre 3-20 mg/l pueden afectar al desarrollo y crecimiento normal.

Por su parte, los nitritos a dosis más bajas son mucho más tóxicos que los nitratos, de tal manera que dosis de 0,1 mg/l pueden resultar tóxicas para las aves.

Arsénico

La presencia de arsénico puede ser de origen natural (suelos de determinadas regiones) o de origen artificial (pesticidas y desechos industriales). Su efecto tóxico es acumulativo, por lo que aún el consumo de pequeñas cantidades puede producir una intoxicación crónica. El valor recomendable máximo para humanos es 0,01 ppm y para aves 0,05 ppm.

Calcio

Ya se ha mencionado la participación de este catión en la dureza y el sabor del agua. Se lo puede encontrar en diferentes sales solubles como fluoruros, fosfatos, bicarbonatos y sulfatos.

Magnesio

El magnesio como tal, rara vez ocasiona problemas en las aves. Cuando se combina con el ión sulfato para formar el sulfato de magnesio, puede ocasionar diarreas en los animales.

Valores medios de 14 mg/l serían los ideales. Investigaciones recientes apuntan que concentraciones de 50-100 mg/l de magnesio por sí solas no afectan al crecimiento de los pollos. Sin embargo, valores cercanos a 50 mg/l sí pueden retrasar el desarrollo si se combinan con niveles de sulfatos superiores a 50 mg/l.

Al igual que el calcio, participa en conferir dureza al agua, así como sabor amargo, lo que la hace poco palatable.

Bicarbonatos y carbonatos

Confieren la característica de alcalinidad al agua.

Amonio

Es un compuesto indicador de procesos metabólicos, agropecuarios e industriales, el mismo puede venir de posibles contaminaciones por bacterias, aguas residuales o residuos de animales. La presencia de amonio en el agua de consumo no tiene repercusiones inmediatas sobre la salud, de modo que no se propone un valor de referencia basado en efectos sobre la salud; no obstante, el amoníaco puede reducir la eficiencia de la desinfección, ocasionar la formación de nitrito en sistemas de distribución, obstaculizar la eliminación de manganeso mediante filtración y producir problemas organolépticos.

Si se comparan los valores utilizados en la avicultura con los adoptados por el CAA, no existen diferencias considerables entre los requerimientos para aves y seres humanos. De hecho, para algunas variables (exceptuando los de sustancias tóxicas, como arsénico y nitritos) son más “exigentes” los parámetros para producción avícola. Esto se evidencia principalmente para

aquellos parámetros relacionados con la utilidad del agua como vehículo de sustancias terapéuticas.

En la **Tabla 5** se detallan los estándares de valores de parámetros químicos para el agua utilizada en avicultura.

Tabla 5. Valores de parámetros químicos para agua de consumo en avicultura

Parámetros químicos	Unidades	Recomendable	Intermedia	No aconsejable
pH	U pH	7.0 a 7.5	6.5 a 7,0 - 7.5 a 8,5	< 6.5 - > 8,5
Sales Totales	mg/l	< 1000	1.000 a 1500	> 1500
Dureza Total	mg/l	60 a 180	180 a 400	> 400
Cloruros	mg/l	< 125	125 a 350	> 350
Sulfatos	mg/l	< 50 a 200	200 a 400	> 400
Nitratos	mg/l	< 10	10 a 45	> 45
Nitritos	mg/l	< 0,005 a 0,01	0,01 a 0,1	> 0,1
Arsénico	mg/l	< 0,01	0,01 a 0,05	> 0, 05
Calcio	mg/l	< 60	60 a 200	> 200
Magnesio	mg/l	< 14	14 a 125	> 125
Amonio	mg/l	< 0,05	0,05 a 0,2	< 0,2

2.2. Parámetros microbiológicos

La cantidad de microorganismos en el agua de consumo puede afectar la sanidad de las aves e indirectamente a la producción. La contaminación microbiológica del agua de bebida puede originarse en cualquier punto desde la fuente (napa) hasta los bebederos. El agua puede contener gran cantidad de bacterias (principalmente *Salmonella spp*, *Vibrio cholerae*, *Leptospira spp*, y *Escherichia coli*) y de virus. Así como también, protozoos patógenos y huevos de helmintos intestinales.

Los principales inconvenientes originados por calidad microbiológica deficiente surgen de la contaminación por tratamientos inadecuados, perforaciones mal construidas o localizadas muy cerca de los pozos negros.

3. Análisis de agua

Independientemente de la determinación del cloro activo residual y el pH, es necesario realizar muestreos periódicos del agua de suministro, para determinar posibles variaciones en su composición, realizar los ajustes necesarios en la adición de desinfectantes o la incorporación/ajuste de sistemas tratamiento fisicoquímico para eliminar sales inorgánicas o evaluar la necesidad de utilizar una nueva fuente (perforación).

En cada explotación debe establecerse la frecuencia según las necesidades.

Es recomendable contar con una caracterización completa del perfil hídrico y evaluar periódicamente si estos compuestos se modifican significativamente.

Más allá de esta recomendación, a modo de guía, se debería realizar el análisis de agua ante las siguientes situaciones:

- ✓ cuando se sospeche de contaminación de la fuente por eventos extraordinarios (inundaciones, prolongados períodos de lluvias intensas, colapso de pozos negros, aumento del nivel de las napas, etc.);
- ✓ cuando aumenta el número de casos crónicos de patologías o disminución de índices productivos (principalmente diarrea, disminución de la ganancia o pérdida de peso) sin otras causas probables;
- ✓ antes y después de realizar cualquier tratamiento en el agua, para evaluar su efectividad.

4. Toma de muestras

Dependerá de las determinaciones que se vayan a realizar:

4.1. Análisis químicos:

- ✓ Cantidad de la muestra: 2 (DOS) litros.
- ✓ Lugar de toma: bajada del sistema de almacenamiento (tanque de reserva).

- ✓ Recipiente: envase limpio. Puede ser un envase reutilizado, siempre y cuando esté correctamente higienizado (por ejemplo, envase de agua destilada o de agua mineral, correctamente enjuagados). Conservar y remitir al laboratorio refrigerada.
- ✓ Método:
 - Dejar correr el agua con la canilla abierta durante 5 minutos,
 - Proceder a llenar el envase enjuagando 3 veces y completar la botella hasta el nivel de la tapa, sin cámara de aire.
 - Refrigerar en conservadora y enviar cuanto antes al laboratorio.

4.2 Análisis microbiológicos:

- ✓ Cantidad de la muestra: 250 ml.
- ✓ Ídem anterior.
- ✓ Recipiente: en envase estéril, provisto por el laboratorio o comprado en farmacia; en caso de envases de 100 ml, llenar tres envases.
- ✓ Método:
 - Poner en marcha el bombeador durante dos minutos. Apagar.
 - Quemar la boca (canilla o salida del caño) con un hisopo de algodón embebido de alcohol.
 - Poner en marcha el bombeador, enfriar la salida y luego tomar 250 ml de agua.
 - Remitir al laboratorio en forma refrigerada, dentro de las 12 horas.

5. Pautas para mejorar de la calidad microbiológica del agua

5.1. Cloro

El agregado de cloro al agua es uno de los procedimientos bactericidas más ampliamente utilizados por su facilidad de uso y relativamente bajo costo. La clorinación puede realizarse en forma manual o automática, teniendo cada método sus características y ventajas particulares. Sin importar el método que se elija, es sumamente necesario evaluar la efectividad en la clorinación a fin de realizar los ajustes necesarios.

5.1.1. Clorinación manual

Para la clorinación manual es muy importante ajustar las cantidades de cloro. Para ello, en primera instancia es necesario conocer la concentración de cloro en el preparado comercial que se utilizará, ya que la mayoría vienen en soluciones de hipoclorito de sodio.

En la **Tabla 6** se indica a modo de guía las cantidades de productos clorados a agregar, teniendo en cuenta la concentración de cloro del producto y la cantidad de agua a tratar.

Tabla 6. Recomendaciones para la clorinación de agua para consumo según la concentración del preparado comercial.

Concentración de cloro del producto	Cantidad de agua a clorinar			
	2 litros	10 litros	100 litros	1.000 litros
20 g/l	6 gotas	30 gotas	15 ml	150 ml
50 g/l	2 gotas	12 gotas	6 ml	60 ml
80 g/l	1 gota	7 gotas	3,5 ml	35 ml
100 g/l	1 gota	6 gotas	3 ml	30 ml

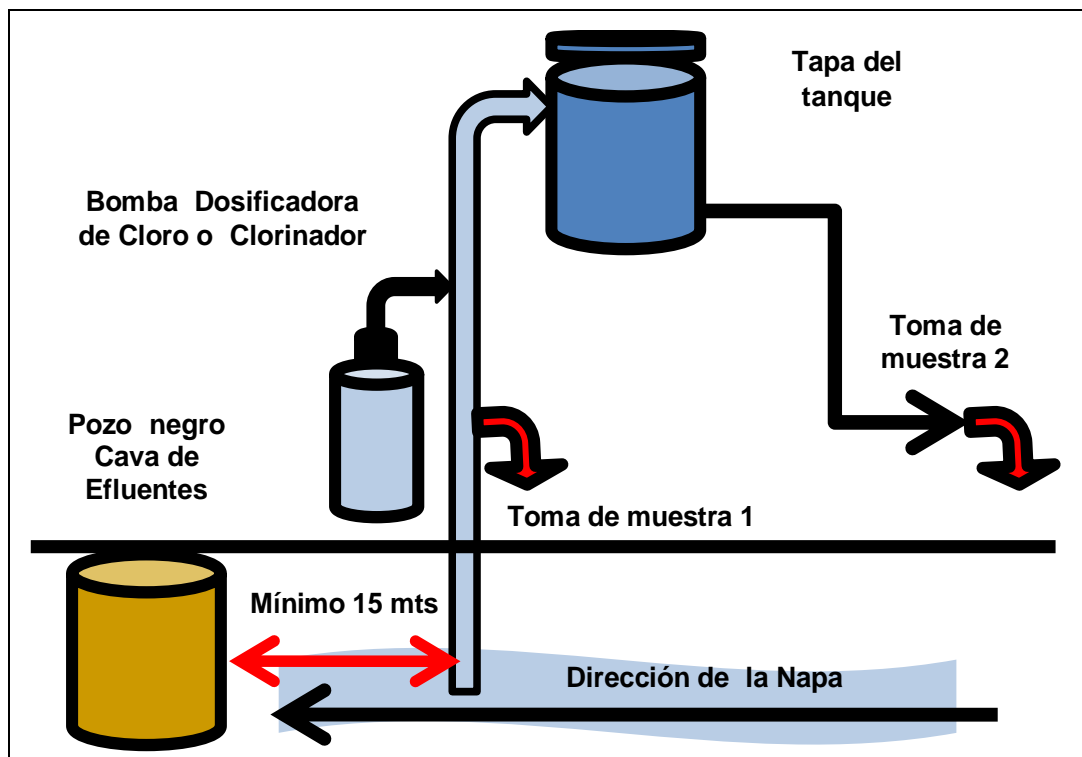
Es importante tener en cuenta que el agregado de cloro en exceso, más allá de las cantidades recomendadas, no mejora los resultados de la clorinación y puede resultar perjudicial para el consumo de agua, y eventualmente para la salud. Aplicando cantidades ajustadas de producto, el procedimiento resultará efectivo, siempre y cuando se tomen precauciones adicionales:

- ✓ Luego de aplicado el cloro, se debe dejar actuar durante 30 minutos antes de utilizar el agua;
- ✓ Los preparados de cloro deben guardarse bien tapados y protegidos de la luz;
- ✓ No deben utilizarse más allá de la fecha de vencimiento de los productos;
- ✓ No deben adicionarse o mezclarse con otros productos químicos.

5.1.2. Clorinación automática

La clorinación automática se realiza mediante la utilización de una bomba dosificadora o clorinador. En la **Figura 1** se muestra un diseño esquemático de una toma de agua de perforación con la ubicación del clorinador.

Figura 1. Esquema de una perforación de agua con ubicación de clorinador y bocas de toma de muestras.



La ventaja del clorinador es que la dosificación es más exacta, pero tiene un mayor costo de inversión inicial, necesita un adecuado mantenimiento y control de clorinación.

5.1.3. Control de la clorinación

Para evaluar la efectividad del procedimiento de clorinación, es necesario realizar la medición de cloro libre o cloro residual, que es la cantidad de cloro, en cualquier forma, que permanece en el agua después del tratamiento a fin de asegurar la potabilidad de la misma. La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que no se ha observado ningún efecto adverso en humanos expuestos a concentraciones de cloro libre en agua potable, no obstante establece un valor guía máximo de cloro libre de 5 ppm, afirmando explícitamente que se trata de un valor conservador.

Si bien existen varias metodologías para realizar esta determinación, una forma sencilla de realizarla es mediante la utilización de kits comerciales.

5.2. Ácidos:

Para el mejoramiento de la calidad microbiológica del agua también se ha probado el uso de ácidos tanto orgánicos (por ejemplo, ácido peracético y acético) como inorgánicos (por ejemplo, hidrogenosulfato de sodio). La principal acción de estos compuestos consiste en la disminución del pH, lo que limita el crecimiento microbiano. Su utilización en un programa de calidad de agua mejora el flujo de agua en las cañerías, optimiza la utilización de cloro, reduce la formación de biofilms, remueve minerales incrustados en las cañerías y elimina contaminantes.

Los productos ácidos pueden utilizarse de tres formas:

- a. Continúa con dosificador;
- b. En máximo estrés, como regulador de la flora benéfica;

c. En limpieza de tuberías y sistemas de agua: en dosis altas durante 8 a 24 hs, requiriendo purga posterior.

Antes de la utilización de esta opción se deberá analizar la composición del agua para evaluar la factibilidad técnica de poder utilizar el ácido y no producir agua con características corrosivas

Si bien son productos de utilización relativamente sencilla, deben tomarse precauciones en su uso, como con cualquier producto químico, como disponer de la ficha técnica y la hoja de seguridad del producto, utilizar siempre elementos de protección personal (anteojos, guantes) y conservar los productos en lugares seguros.

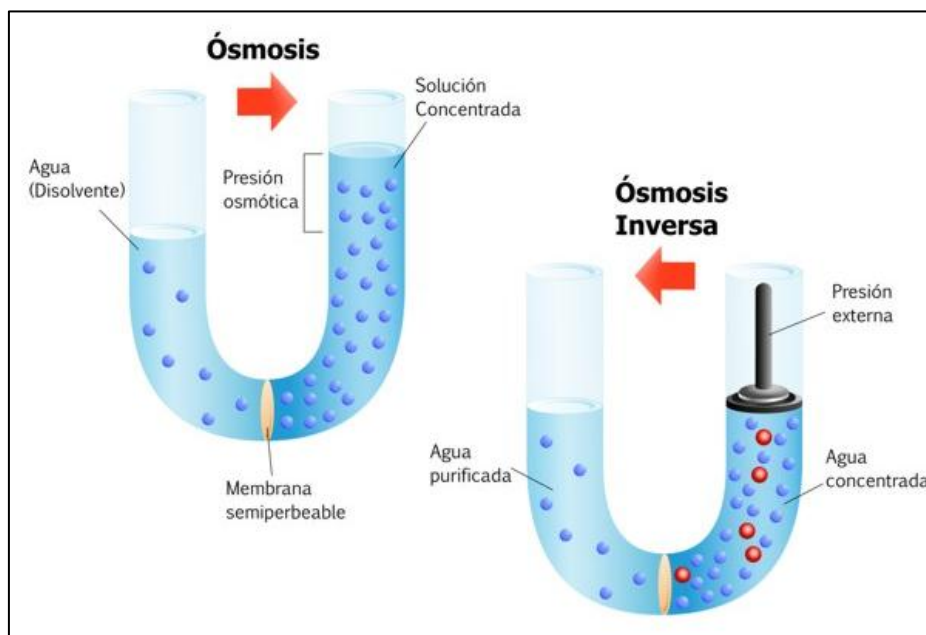
Es recomendable utilizar los ácidos en combinación con sustancias biocidas (cloro, dióxido de azufre, dióxido de cloro, hipoclorito de calcio, peróxido de hidrógeno, peroximinosulfato de potasio, ácido tricloroisocianúrico) para garantizar la acción antimicrobiana en el tiempo.

6. Pautas para mejorar la calidad química del agua

Intercambiadores iónico: Se pueden describir todas las opciones de intercambio (cationes, aniones, mixtos, etc.) como así se realizó más abajo con la desnitrificación y descalcificación que son equipos dentro de esta clasificación

6.1. Ósmosis inversa: es un fenómeno físico por el cual el agua difunde desde una solución más concentrada a una menos concentrada a través de una membrana semipermeable, igualando las concentraciones a ambos lados de la misma. La ósmosis inversa es el proceso por el cual se revierte el fenómeno natural de ósmosis mediante la aplicación de una fuerza externa, de presión y velocidad específica, que permite obtener un filtrado eliminando los excesos de solutos y contaminantes.

Figura 2. Esquema de fenómenos de ósmosis y de ósmosis inversa.



6.2. Otros métodos: se describen a continuación otros métodos para mejorar la calidad química del agua.

Filtración: las partículas más pequeñas pasan por un filtro quedando retenidas las de mayor tamaño. Existen diferentes métodos según la velocidad y el tamaño del poro:

- Filtración rápida: este método reduce la turbidez y sedimento, como el hierro y manganeso disueltos previamente tratados por cloración u ozonización.
- Filtración lenta: se utiliza en aguas con poca turbidez. Elimina algas, microorganismos, protozoos.
- Ultra, micro y nanofiltración: reduce la cantidad de protozoos y virus.

Floculación: en este método se le añade al agua coagulantes químicos (como sales de aluminio y de hierro) que forman flóculos sólidos de hidróxidos metálicos. Tiene la función de eliminar o reducir diferentes tipos de metales.

7. Mantenimiento de tanques de reserva y cañerías.

Cualquier acción que se realice para garantizar la calidad del agua será insuficiente si no va acompañada de procedimientos de limpieza y desinfección de los depósitos de agua (tanques), las cañerías de transporte y los bebederos.

7.1. Tanques de reserva:

En la **Figura 3** se muestra un modelo instructivo para el lavado de tanques.

Figura 3. Instrucciones para la desinfección de tanques domiciliarios. (Fuente: Aguas Santafesinas SA).



7.2. Cañerías y bebederos.

En adición a la limpieza de tanques, es sumamente necesario mantener la higiene de cañerías y bebederos, para lo cual se puede seguir el siguiente instructivo:

- ✓ Abrir las bocas de suministro de agua para vaciar completamente las tuberías.
- ✓ Bombear el producto de limpieza (acidificante concentrado) a través de las cañerías.
- ✓ Se debe constatar que el agua salga con evidencia de acción del producto (espuma y/o suciedad).
- ✓ Una vez que las cañerías se han llenado con la solución, cierre la grifería para que el producto actúe como mínimo de 8 horas y un máximo de 24 horas (o en su defecto, lo indicado por el fabricante).
- ✓ Purgar las tuberías de agua después del período de espera, a los efectos de eliminar todo el producto desincrustante.