Programa de Sostenibilidad

Equipo Técnico - Revisión y Validación Director Programa de Sostenibilidad Carlos O. Duque G.

Lider Ambiental Programa de Sostenibilidad Monica V. Sanchez Q. 2022

Fonav | Fenavi

3

Fonav | Fenavi

Gestión del recurso hídrico en granjas avícolas

Para conocer la normatividad vigente se

recomienda consultar la cartilla de Norma-

https://fenavi.org/publicaciones-progra-

ma-ambiental/cartillas/cartilla-normati-

Fonav | Fenavi

5

tividad Ambiental en el Sector Avícola:

va-ambiental-en-el-sector-avícola/

Estas fuentes pueden ser:

- Agua lluvia

- Agua superficial

- Agua subterránea

Se recomienda proyectar el almacenamiento de agua de la granja para 5 días de consumo, con la capacidad de encasetamiento total en etapa de producción para aves de

Para proyectos nuevos se recomienda estimar el consumo de agua con relación al consumo de alimento suponiendo una relación que puede variar desde 1.6 L/kg hasta 3.5 L/ kg dependiendo de las condiciones ambientales. Se estima que la necesidad de agua en las aves crece 6,5% por cada °C

por encima de la temperatura de confort de 21°C.

Programa de Sostenibilidad Gestión del recurso hídrico en granjas avícolas

2

Contenido Introducción......3 Importancia del agua en avicultura.....3 Normatividad aplicable......4 1. Identificación de la fuente de captación......4

1.1 Clasificación de los contaminantes......6 2.1 Cribado.......7

2.4 Sedimentación ......16 2.5 Filtración.......16 2.6.1 química del cloro ......18 2.6.2 Lectura de cloro......21 2.6.4 aspectos importantes en el sistema ......24

Conclusiones......25 

Tabla 1. Identificación de fuentes de captación......5 Tabla 2. Clasificación analítica de contaminantes del agua ......6 Tabla 3. Factores para optimizar el proceso de coagulación......9

Tabla 5. Caracterización Sulfato Férrico.....11 Tabla 6. Elementos y equipos para realizar el test de Jarras......13 Tabla 7. Parámetros de clasificación de las unidades de filtración...17 Tabla 8. Alternativas de desinfección con cloro ......18

2.2 Coagulación......8 2.2.1 Coagulantes utilizados ......10 2.2.2 Mezcla rápida ......11 2.3 Floculación .......12 2.3.1 Test de jarras .......13

Gráfica 1. Proceso de potabilización del agua .......7 Gráfica 2. Etapa de coagulación......8 Gráfica 3. Etapa de Floculación ......12 Gráfica 4. Kit de lectura de cloro total ......22 Gráfica 5. Comportamiento Acido Hipocloroso/ Ion Hipoclorito.... 23 Programa de Sostenibilidad Fonav | Fenavi

La finalidad principal de esta guía para el tratamiento y potabilización de agua en el sector avícola, está enmarcado en el cuidado de las aves, la optimización del recurso hídrico y la productividad de las unidades avícolas. En la guía se abordan los procedimientos básicos para la identificación de las unidades del sistema de tratamiento de agua, la dosis óptima de coagulante y desinfectante, los tiempos de operación; permitiendo así la regulación del sistema de tratamiento y con ello, realizar un aprove-

chamiento óptimo del agua y tener eficacia en la producción.

Importancia del agua en avicultura

El agua en avicultura es un elemento de vital importancia durante todo el ciclo de producción, tanto por los volúmenes requeridos para el consumo, ya que de este dependen las funciones vitales del organismo, lo que puede explicarse por la gran representatividad de este elemento en los

Potabilización de agua

Introducción

Tabla 4. Caracterización de Sulfato de Aluminio...

diferentes tejidos animales, como por su uso como vehículo terapéutico y teniendo presente el estado actual de las fuentes de agua, también como vector de elementos contaminantes. Es un recurso en algunos casos de fácil acceso y relativamente económico, sin embargo, actualmente el factor decisivo para proyectar una explotación avícola no suele ser la disponibilidad de cantidad sino de calidad, la cual se encuentra sujeta a un proceso de involución debido al aumento de las contaminaciones fecales y nitrogenadas, generadas por actividades pecuarias e industriales, requiriendo una mayor vigilancia y procesos de sanitización más sofisticados. Es importante conocer los consumos necesarios para la explotación lo que puede depender también del sistema de bebederos disponible, en

los sistemas abiertos: bebederos de campana, el consumo de agua es superior al de sistemas cerrados, bebedero de niple; la fuente de captación, las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua capta-

da y la estructura de almacenamiento general de agua.

postura o engorde de pollo.

Programa de Sostenibilidad

Se debe destacar que no existe una nor-

mativa específica en cuanto a criterios de

calidad para el agua destinada al consumo

avícola, sin embargo, los criterios de calidad deben estar próximos a la potabilidad,

por lo que se aplica la resolución 2115 de

El agua puede obtenerse de varias fuentes, algunas unidades productivas pueden

acceder fácilmente a varias, mientras que

otras experimentan dificultades para ob-

hacia el suelo.

disponible.

climático.

2 http://www.ideam.gov.co/web/agua/aguas-superficiales

1.1 Clasificación de los contaminantes

to que puede ser aplicado para su remoción o transformación.

Programa de Sostenibilidad

orgánicos, etc.)

inmisiones de olor.

Potabilización de agua

Cribado o

tratamiento

2.1 Cribado

riales quedan retenidos.

Programa de Sostenibilidad

2.2 Coagulación

tiempo posible.4

factores

**Turbiedad** 

Programa de Sostenibilidad

Programa de Sostenibilidad

suelos en función también del clima<sup>2</sup>).

tener suficiente agua de una sola.

1 19\_03\_39\_11-suministro\_de\_agua, BIOFILM.pdf

Programa de Sostenibilidad

Potabilización de agua

Agua lluvia

**Agua** 

Agua

subterránea

superficial

Normatividad aplicable Los requisitos ambientales se encuentran 2007 del Ministerio de Ambiente, Viviencompilados en el Decreto Único Reglada y Desarrollo Territorial y Ministerio de la mentario del Sector Ambiente y Desarrollo Protección Social, por medio de la cual se SostenibleDec. 1076 de 2015, así como la señalan las características e instrumentos normatividad aplicable al sector corresbásicos y frecuencias del sistema de conpondiente a Recurso agua y Saneamiento trol y vigilancia del agua para consumo Básico. humano.

Identificación de la fuente de captación

Tabla 1. Identificación de fuentes de captación

El agua lluvia es la precipitación del agua desde las nubes hacia la superficie

terrestre, la cual se genera como consecuencia de la condensación del vapor de agua que se encuentra contenido en las nubes y cae por efecto de la gravedad

Aguas superficiales son aquellas que se encuentran sobre la superficie del pla-

neta. Esta se produce por la escorrentía generada a partir de las precipitaciones o por el afloramiento de aguas subterráneas. Entonces, los factores de los que depende la escorrentía superficial son básicamente clima (precipitaciones, temperatura, etc.), relieve, vegetación y geología (factor generador a su vez de los

Agua extraída del nivel freático. La calidad del agua subterránea puede variar

mucho de un lugar a otro. Las Aguas subterráneas en el país se constituyen en algunas zonas en una fuente alterna a las fuentes tradicionales de abastecimiento de agua para diferentes fines, mientras en algunas regiones es la única fuente

> en el subsuelo para poder recuperarla (cosecharla) un cierto tiempo después. La siembra de agua es una herramienta útil para los avicultores ya que permite minimizar los efectos de las sequias, la presión de las fuentes hídricas superficiales, además de ser una estrategia de adaptación al cambio

Fuente: Glosario http://www.ideam.gov.co/

Fonav | Fenavi

Fonav | Fenavi

Sedimentación

Fuente: Autores.

Fonav | Fenavi

Gestión del recurso hídrico en granjas avícolas

Acelerador de sedimentacion

Fonav | Fenavi

Fonav | Fenavi

Fuente: Autores

Gestión del recurso hídrico en granjas avícolas

Fuente: https://nihonkasetsu.com/es/el-mecanismo-de-coagulacion/

Gestión del recurso hídrico en granjas avícolas

Para estimar la cantidad de agua que se requiere para la explotación avícola se deben precisar dos variables: la disponibilidad de agua en la zona y la demanda de agua del sistema productivo. Si bien esta última podría ser más estable a lo largo de los años, la disponibilidad de agua puede variar significativamente de un año a otro, ya que depende de las condiciones climáticas e hidrográficas de la región. Una alternativa para realizar una gestión antrópica del recurso hídrico es la siembra y cosecha del agua, proceso mediante el cual se recolecta e infiltra (siembra) el agua lluvia, escorrentía superficial, subsuperficial y subterránea

Contaminación analítica **Físicos** Químicos **Biológicos** Agentes que modifican Substancias que modifican: Organismos no patógenos o \* Color \* Alcalinidad/Acidez patógenos \* Contenido de compuestos o \* Conductividad elementos específicos (p.ej. \* Olor \* Radioactividad cianuros, metales pesados, \* Sabor detergentes, etc.). \* Turbiedad \* Consumo de Oxígeno por vía \* Temperatura química (DQO) o bioquímica \* Sólidos (disueltos, sedimen-(DBO). \* pH tables, solubles en solventes

Es necesario conocer los parámetros de calidad del agua que ingresa a la explotación avícola para poder determinar la eficiencia del tratamiento empleado, de acuerdo con esto, se recomienda realizar una caracterización fisicoquímica y microbiológica de forma

rutinaria cada seis meses, ya que este análisis permite tener versatilidad en la

Adicionalmente, es preciso identificar variaciones en las condiciones organolépticas del agua, las cuales pueden estar relacionadas con la variabilidad climática; teniendo en cuenta que durante los periodos de lluvia la concentración de sólidos suspendidos puede ser mayor, causando un aumento de turbidez, las unidades de color y en periodos de bajo caudal menor efecto de dilución cuando hay presencia de materia orgánica, generando

toma de decisiones en función del nivel de contaminación.

Proceso de potabilización

estos dependerá de las características del agua cruda.

floculación, sedimentación, desinfección, filtración y análisis.

Fuente: J. Arboleda, Teoría y práctica de la purificación del agua., Tercera ed.

La clasificación de los contaminantes presentes en el agua se puede realizar de dos maneras: la primera mediante un criterio analítico (ver Tabla 2.) relacionado con el agente involucrado y la propiedad del agua que cambia y la segunda, en función del tratamien-

Tabla 2. Clasificación analítica de contaminantes del agua

pretratamiento floculación Elimina los sólidos de Mediante gravedad, se realiza la Se incorpora el coagulante gran tamaño mediante inyección en una separación de los floc (partículas mezcla rápida en suspensión + coagulante) Filtración Análisis Desinfección Se analiza el agua para comprobar Se consigue mediante un Capta y separa las partículas que el proceso a sido correcto y agente desinfectante. El cloro menos densas al pasar el agua cumple con las características de es el mas común por medio de un filtro poroso

En este proceso se eliminan los sólidos de mayor tamaño que se encuentran en el agua (ramas, madera, piedras, plásticos, etcétera) por medio de rejillas en las que estos mate-

La coagulación tiene como objeto desestabilizar partículas en suspensión, es decir, faci-

La coagulación se da en función de las características del agua y la carga de las partículas coloidales, las partículas coloidales en el agua presentan un diámetro entre 1 y 1.000 mm, los coloides presentan un tamaño intermedio entre las partículas en solución y las partículas en suspensión, su comportamiento depende de su naturaleza y origen. Estas

Gráfica 2. Etapa de coagulación.

Para optimizar el proceso de coagulación es necesario tener en cuenta los siguientes

Y. Cardenas, "Tratamiento de agua: Coagulación y floculación," 2000. [en linea].Disponible:http://www.frm.utn.edu.ar/ archivos/civil/Sanitaria/Coagulaci%C3%B3n y Floculaci%C3%B3n del Agua Potable.pdf. [Fecha de consulta: 18-Jan-2014]. J. Perez, "Estado del arte-coagulación. Centro panamericano de ingeniería sanitaria y ciencias ambientales (CEPI)," 2000. [En linea].Disponible: http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan/007926/07926-09.pdf. [Fecha de consulta: 15-Jan-2014].

N. Gray, calidad del agua potable. Problemas y soluciones. ACRIBIA, 1997, p. 60,71,110.

partículas presentes en el agua son las principales responsables de la turbiedad.<sup>5</sup>

Nearticula de suciedad Particula coagulante

litar su aglomeración. En la práctica este procedimiento es caracterizado por

Esta operación se efectúa en unidades y tanques de mezcla rápida, en los cuales el agua se somete a agitación muy intensa para formar una solución homogénea de los coagulantes con el agua en el menor

la inyección y dispersión rápida de productos químicos.3

En el tratamiento de potabilización se emplean diferentes procesos; la complejidad de

A continuación, se realiza una descripción de los procesos básicos: cribado, coagulación,

Gráfica 1. Proceso de potabilización del agua

Coagulación -

Potabilización de agua Tabla 3. Factores para optimizar el proceso de coagulación Para coagulantes a base de sales de Aluminio el rango de pH para la coagulapН ción es de 6.5 a 8.0 y para las sales de Hierro, el rango de pH óptimo es de 5.5 A medida que la temperatura del agua se acerca a 0°C, la remoción de tur-**Temperatura** biedad se dificulta y el pH óptimo varia con la temperatura ya que los valores decrecen al disminuir esta. 6 Cuando la temperatura varía entre 10 ya 40 °C la eficiencia es mejor al aumentar la temperatura, dentro de este rango, son importantes parámetros como la turbiedad y la alcalinidad.6 **Alcalinidad** Cuando la concentración de coloides es alta y la alcalinidad en el agua es baja,

unidades, dependiendo también del coagulante.

nar alcalinidad o arcilla al agua.8

tos puedan arrastrar las partículas.8

residual más baja.º

8 W. WEBER, Control de la calidad del agua: Procesos químicos. 2003.

Prel\_1.pdf. [Fecha de consulta: 18-Jan-2014].

2.2.1 Coagulantes utilizados

Coagulantes metálicos

Sales de

Aluminio

4.72.90.97.118.121.127.134

Potabilización de agua

cado.

Bajo costo.

para su uso.

fato de Aluminio.

2.2.2 Mezcla rápida

se dosifica el coagulante.

4.72.90.97.118.121.127.134

Programa de Sostenibilidad

2.3 Floculación

filtración del agua tratada. 14

4,72,90,97,118,121,127,134

Potabilización de agua

Programa de Sostenibilidad

2.3.1 Test de jarras

Programa de Sostenibilidad

Programa de Sostenibilidad

14

EPP:

se hidratan aumentando su volumen.<sup>13</sup>

Programa de Sostenibilidad

sales de Aluminio y sales de Hierro.

ayudantes de coagulación y los coagulantes metálicos.

Forman un floc ligeramente

pesado. Las más conocidas

Al<sub>2</sub>(SO<sub>2</sub>) • 14H<sub>2</sub>O, que en la prác-

tica se le denomina Alumbre;

Sulfato de Aluminio Amoniacal

y Aluminato Sódico. El Sulfato

de Aluminio es el que se usa

con mayor frecuencia dado su

bajo costo y manejo relativa-

processes.," Univ. sains Malaysia. Bioresour. Technol. Sci. direct, 2005.

Ventajas

- Es el coagulante más usado y domina el mer-

- Manejo sencillo por parte de personal pues-

No se modifica químicamente en el tiempo.

to que no requiere de cuidados especiales

de mayor velocidad de asentamiento que el Sul-

Puede trabajar con un rango de pH amplio.

de

Aluminio,

Los coagulantes más usados son: Sulfato de Aluminio y Sulfato Férrico<sup>12</sup>

10 . Arboleda, Teoría y práctica de la purificación del agua., Tercera ed. Bogotá D.C: McGraw-Hill,, 2000, p. 37,38,40,43,46,47,5

12 J. Arboleda, Teoría y práctica de la purificación del agua., Tercera ed. Bogotá D.C: McGraw-Hill,, 2000, p. 37,38,40,43,46,47,5

Tabla 4. Caracterización de Sulfato de Aluminio.

Sulfato de aluminio

11 H. Aziz, M. Salia, F. Nordin, and Zahari Shahrir, "Colour removal form landfill leachate by coagulation and flocculation

Sulfato

mente sencillo.

Programa de Sostenibilidad

10

Color

son aguas fáciles de tratar, y se produce con niveles de pH ácidos entre 4 y 6

A bajas concentraciones de coloides y alta alcalinidad, la coagulación suele hacerse con dosis de coagulantes relativamente altas para capturar las partículas coloidales, en estos casos se sugiere aumentar la concentración de coloides

Cuando se presenta concentraciones de coloides y alcalinidad baja, son sistemas de coagulación difíciles; para una coagulación efectiva se sugiere adicio-

Para cada turbiedad existe una dosis óptima con la que se obtiene la turbiedad

Cuando la turbiedad aumenta, en general la dosis de coagulante suele ser pequeña por lo que la coagulación se realiza con facilidad; por el contrario, cuando la turbiedad es baja la coagulación se realiza muy difícilmente, y la dosis de coagulante es igual o mayor que si la turbiedad fuese alta; es necesaria una gran cantidad de coagulante para la formación de flóculos de barrido y así es-

J. Arboleda, Teoría y práctica de la purificación del agua., Tercera ed. Bogotá D.C: McGraw-Hill,, 2000, p. 37,38,40,43,46,47,5

J. Perez, "Estado del arte- coagulación. Centro panamericano de ingeniería sanitaria y ciencias ambientales (CEPI)," 2000. [En linea].Disponible: http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan/007926/07926-09.pdf. [Fecha de consulta: 15-Jan-2014].

J. Perez, "Manual de tratamiento de aguas," 1981. [En linea].Disponible: http://www.bdigital.unal.edu.co/70/2/45\_-\_1\_

entre 4 a 7 unidades en el proceso de coagulación.11

La función de los coagulantes es realizar la desestabilización de las partículas para facilitar su precipitación, estos se pueden clasificar en dos grupos: los polielectrolitos o

Existe una variedad de coagulantes metálicos que se pueden clasificar en dos tipos:

Sales de

Hierro

En algunos casos las sales de

Hierro tienen su ventaja sobre las

sales de Aluminio, porque forman

un floc más pesado y de mayor

velocidad de asentamiento y

pueden trabajar con un rango de

Se utiliza el Cloruro Férrico, FeCl<sub>3</sub>,

y los Sulfatos de Hierro: Férrico

Desventajas - Si no se controla adecuadamente la dosifica-

ción, la concentración de Aluminio residual

puede exceder los límites máximos permi-

sibles establecidos para la calidad de agua

Dependiendo de las características del agua

cruda, puede disminuir su eficiencia por lo

que requiere de un ayudante de coagula-

- Puede producir color en el agua.

potable (0,2mg/L).

Fonav | Fenavi

Fuente: Autores

Fonav | Fenavi

Fonav | Fenavi

13

Gestión del recurso hídrico en granjas avícolas

Coagulante

etapa de floculación

Tiempos óptimos para la floculación normalmente entre 20 y 40 minutos. Mediante

ensayos de pruebas de jarras (jar tests),

se puede determinar el tiempo óptimo de floculación de acuerdo con las características

> - 3 a 4 Recipientes transparentes de un volumen conocido, Nota: se sugiere el volumen de 1 L. Coagulante (Sulfato Aluminio o Cloruro/Sulfa-

> > Fuente: Autores

Fonav | Fenavi

Fonav | Fenavi

Gestión del recurso hídrico en granjas avícolas

11

 $Fe(SO_4)_3$  y Ferroso  $FeSO_4$ .

pH más amplio.[4]

Según estudios, a medida que el pH disminuye, el color también disminuye su intensidad y también hay una relación directa entre la remoción de color, el pH y la dosis optima, es decir, a bajos niveles de pH y dosis bajas se obtienen bajos niveles de color.<sup>10</sup> Los niveles de pH para una remoción óptima de color están

Fuente: Autores Tabla 5. Caracterización Sulfato Férrico Sulfato férrrico Ventajas Desventajas - No produce aluminio residual. - Su costo es más elevado en compara- En algunos casos, produce un floc más pesado y ción con el sulfato de aluminio.

La dispersión de los coagulantes en el agua es de gran importancia, para todo el proceso

13 J. Arboleda, Teoría y práctica de la purificación del agua., Tercera ed. Bogotá D.C: McGraw-Hill,, 2000, p. 37,38,40,43,46,47,5

Se recomienda un tiempo óptimo de mezcla rápida de un minuto.

La floculación es el proceso de unir partículas coaguladas y desestabilizadas para formar mayores masas o flóculos, de modo que se facilite su separación por sedimentación y/o

Gráfica 3. Etapa de Floculación

Fuente: http://congresos.cio.mx/memorias\_congreso\_mujer/archivos/extensos/sesion2/S2-BYQ10.pdf

Partículas en suspensión

etapa de coagulación

En la floculación se persiguen dos objetivos que son:

Tiempo de

floculación:

ción y no se rompa al pasar por el proceso de filtración.

Adaptación test de jarras a unidades avícolas

- Reunir los microflóculos para formar partículas mayores con

de clarificación posterior. Una vez desestabilizados, los coloides empiezan a unirse formando primero microflóculos o partículas con diámetro inferior a una micra, luego estos se aglutinan en partículas mayores y por último

La desestabilización de las partículas se da mediante la mezcla rápida, la cual hace referencia a las condiciones de intensidad de agitación y tiempo de retención que debe reunir la masa de agua en el momento en que

peso específico superior al del agua. Compactar el floc disminuyendo su grado de hidratación, para producir una baja concentración volumétrica que permita una eficiencia en las fases de sedimentación y filtración.<sup>15</sup> 14 "Floculación." [En linea]. Disponible: http://www.frbb.utn.edu.ar/carreras/materias/ing\_sanitaria/ENOHSa Floculacion.pdf. [Fecha de consulta: 02-Feb-2014].

15 J. Arboleda, Teoría y práctica de la purificación del agua., Tercera ed. Bogotá D.C: McGraw-Hill,, 2000, p. 37,38,40,43,46,47,5

del agua a tratar.

El objetivo de este ensayo es poder determinar la dosis de coagulante que produce la más rápida desestabilización de las partículas coloidales del agua, y hace que se forme un floc pesado y compacto que quede fácilmente retenido en el proceso de sedimenta-

Tabla 6. Elementos y equipos para realizar el test de Jarras.

**Equipo:** 

to Férrico)

Varilla para la agitación Gramera o báscula. 1000ml 250ml 500ml 100ml 50ml

Procedimiento 1. Recoja con un recipiente (balde), en el sitio de entrada, una muestra de agua cruda y de ser posible determine la turbiedad y pH. 1. Aforar 4 muestras de un L y transferir a las jarras (recipientes). 2. Posteriormente preparar cuatro muestras de coagulante, en dosis crecientes (por ejemplo: 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3 g)

3. Se vierte el coagulante en cada jarra, y se agita por 1 minuto. (Mezcla rápida).

5. Al término de un minuto, ir bajando la velocidad (Floculación). actúe la sedimentación sobre los flóculos formados.

7. Durante 15 minutos dejar que dicha sedimentación tenga efecto para lo cual no se pueden los vasos que contienen las muestras. 8. Al término de los 15 minutos de sedimentación, de ser posible, medir los siguientes parámetros: pH y turbiedad, de lo contrario realizar una verificación visual de cual recipiente presenta mejores características en remoción de turbiedad, esto es, la muestra más transparente Hierro, el rango de pH óptimo es de 5.5 a 8.5 unidades.

Para coagulantes a base de sales de Aluminio el rango de pH para la coagulación es de 6.5 a 8.0 y para las sales de Normalmente los procesos de coagulación-floculaciónsedimentación en granjas avícolas se suele hacer en un tanque plástico de un volumen conocido. Para conocer la cantidad de coagulante a utilizar, una vez determinada la cantidad (g) de coagulante que tiene mejores efectos de desestabilización de partículas coloidales y remoción de turbidez, se puede aplicar la siguiente formula:

cantidad a adicionar (cantidad determinada como dosis optima en jarras(g)\*volumen de jarra utilizado(L) (volumen de tanque utilizado en granja para el proceso (L) Programa de Sostenibilidad

Gestión del recurso hídrico en granjas avícolas 16 Para mayor claridad del proceso de la prueba de jarras, se recomienda consultar el siguiente video: Ecotips: pasos básicos para tratar el agua para el consumo de las aves. Reducción de la turbiedad – Youtube.

Fonav | Fenavi

**17** 

https://www.youtube.com/watch?v=bpkv45pW\_Pw&t=36svideo 2.4 Sedimentación Es el proceso físico mediante el cual las partículas en suspensión presentes en el agua son removidas o separadas del fluido debido al efecto de la gravedad. Dichas partículas

deberán ser más densas que el agua, y el resultado que se obtenga será un fluido clarificado y una suspensión más concentrada. Su eficiencia depende de los procesos previos

La remoción de partículas se puede conseguir dejando sedimentar el agua, filtrándola o ejecutando ambos procesos de manera consecutiva, por esta razón ambos procesos se

2.5 Filtración Es un proceso que consiste en la separación de partículas y pequeñas cantidades de microorganismos (bacterias, virus) eliminadas a través de un medio poroso, con una eficiencia de remoción superior a 99% de la carga bacteriológica, con la capacidad de retener partículas de 1 mm hasta coloides, bacterias y virus inferiores a 10-3 mm, siendo una fase importante en el proceso de cumplimiento de los estándares de calidad para aqua

Cuando el floc tiene un volumen mayor que el de los poros del lecho filtrante quedará retenido por cernido en los intersticios del lecho; los granos del medio filtrante retienen las partículas hasta obstruir el paso del flujo, por lo que requieren ser lavados periódicamente. La turbiedad del agua filtrada no debe ser mayor a 2 UNT (Unidad Nefelométrica de Turbidez) con un color máximo a 15 Unidades formadoras de color.16

16 2115 Programa de Sostenibilidad Fonav | Fenavi Potabilización de agua Las unidades de filtración se clasifican teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

Tabla 7. Parámetros de clasificación de las unidades de filtración. Lecho filtrante Simple (arena o antracita) y lechos dobles o múltiples Sentido del flujo descendente Forma de aplicar la carga de agua sobre el lecho A gravedad y a presión Forma de control operacional

te y nivel constante y tasa declinante 2.6 Desinfección Es el último proceso de tratamiento del agua que consiste en la destrucción selectiva de los organismos potencialmente infecciosos, lo que significa que no todos los organismos patógenos son eliminados en este proceso, con lo cual , los procesos previos como

La presencia de sólidos reduce la eficacia Los microorganismos de la desinfección debido a que los organismos asociados a estos sólipresentes y su comportamiento dos pueden estar protegidos de la acción del agente desinfectante físico o químico. Los agentes La naturaleza y concentración del químicos más importantes son El pH del agua agente el Cloro, el Bromo, el Yodo, el desinfectante Ozono, el Permanganato de Potasio, el agua oxigenaque influyen

Programa de Sostenibilidad Gestión del recurso hídrico en granjas avícolas 18 2.6.1 Química del cloro El Cloro es el agente desinfectante más importante; puede utilizarse en forma de gas, de líquido o de sal (Hipoclorito de Sodio). Es de fácil aplicación, manejo sencillo y bajo costo, además de tener la capacidad de oxidar sustancias inorgánicas (Hierro, Manganeso, Nitritos, etc.) que causan mal sabor, corrosión y deterioro en las tuberías. En la dosis adecuada no produce riesgos para el hombre ni para los animales. Su

Ca(CIO)2

de 60-70 % Cloro.

clorito de Sodio.

de Cloro y el momento del consumo del agua. El tiempo de contacto necesario varía de forma considerable y depende de la concentración de Cloro, del tipo de contaminantes bacterianos en las líneas de agua, del pH y de la temperatura del agua;¹8 sin embargo, no se recomienda un tiempo de contacto inferior a 20 minutos. Se debe aumentar el tiempo de contacto en caso de bajas temperaturas y/o alto pH del agua, para definir el rango de tiempo es necesario hacer el ensayo en campo, usando el test de indicador de color para lectura de cloro. El ambiente del galpón se comporta como la mayor amenaza de contaminación bacteriana para el sistema de agua debido al posible riesgo de reintroducción de microorganismos, por lo que se recomienda mantener una concentración de Cloro de 1-3 ppm sobre la línea del bebedero, para garantizar la protección residual, y mantener una concentración entre 3 y 5 ppm en el tanque de almacenamiento general, teniendo presente que el Cloro puede perderse por evaporación. 18 AVIA-BestPractice-WaterChlorination-2019-ES.pdf Fonav | Fenavi Programa de Sostenibilidad Potabilización de agua Se recomienda medir los niveles de Cloro al final de la línea de agua, lo más lejos del punto de inyección, para asegurar una desinfección apropiada.

Ecuacion 1:

%, mg/L, ppm

siguientes unidades:

V1 = (V2 \* C2)/C1V1= Volumen (L) de Cloro que debe ser adicionado a la solución. C1= Concentración del Cloro comercial (3-15%) *V2=Volumen (L) de agua que debe ser desinfectado.* C2=Concentración esperada en la línea de conducción de agua (3-5ppm) **EJEMPLO** Se requiere calcular el volumen de Cloro líquido con una concentración de 3% necesario para tratar 1L de agua asegurando una concentración final de Cloro de 3 ppm. ppm = 3% \* 10000ppm = 60000 $V1 (L) = (1 \ L * 3ppm)/30000 \ ppm$  $V1 (L) = (1 \ L * 3ppm)/30000 \ ppm$ V1(L) = 0,0001LV1 (mL) = 0,0001 \* 1000

 $\frac{mg}{} = ppm$ L = 10000 ppmppm = % \* 10000

Ecuación 1: Donde: P= Peso Hipoclorito (g) C= Concentración esperada (mg/L), Se recomiendan concentraciones en un rango de 3-5ppm. V= Volumen L) de agua que debe ser desinfectado % Cloro = Concentración del Cloro (60-70%)

 $P(g) = \frac{3mg/L*1L}{10*70\%}$ 

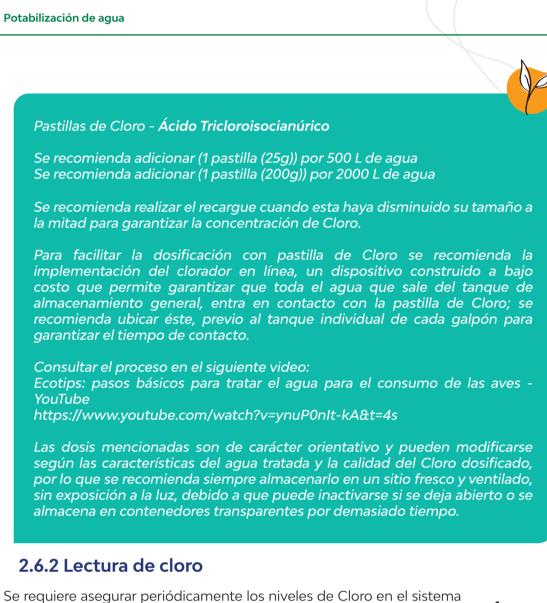
 $P(g) = \frac{3mg/L * 1L}{16}$ 

Se debe adicionar 0,0042 g de Cloro liquido por L de agua, se sugiere multiplicar este valor por el volumen del tanque Volumen del tanque= 1000 L

P(g) = 0,0042 g \* 1000 l = 4,28 g

Se debe adicionar 0,1ml de Cloro liquido por Litro de agua, se sugiere multiplicar este valor por el volumen del tanque *Volumen del tanque= 1000L* 

Hipoclorito de Calcio - Cloro Granulado Ca(CIO)2



Medir el potencial de óxido-reducción (ORP) del agua es una buena manera de determinar si el programa de sanitización del agua está funcionando. Una lectura ideal del ORP debe estar entre 700 y 800 mV, sin embargo, no hay una relación directa entre el valor de ORP y la concentración de Cloro.

BR

11.0

6.5

3.4

Cuando se agrega el Cloro al agua, se forma ácido Hipocloroso (HOCI), que es el agente desinfectante activo, e ion Hipoclorito

Cuando el pH del agua es mayor que 7 UpH, se forma más concentración de OCI y menos concentración de HOCI, por lo cual la efectividad de la cloración se reduce de for-

Si previo a la desinfección, el agua tiene un pH superior a 7, se recomienda realizar la aplicación de ácidos orgánicos para

Gráfica 5. Comportamiento Acido Hipocloroso/ Ion Hipoclorito

0

10

20

30

40

50

60

70

.80

90

니 11

10

Fuente: J. Arboleda, Teoría y práctica de la purificación del agua., Tercera ed

OCI-

7.6<sub>20°c</sub>

8 pН

El pH del agua se puede medir usando tiras medidoras de pH o un pH-metro o kit de

5.0

3.0

1.5

1.0

0.6

(OCI-), que no es un desinfectante efectivo.

ajustar el pH del agua entre 5 y 7.19

19 AVIA-BestPractice-WaterChlorination-2019-ES.pdf

100

90

80

70

60

50

40

30

20

10

0L

lectura de pH con una solución indicadora de color.

5

6

HOCI

Programa de Sostenibilidad

Potabilización de agua

Gráfica 4. Kit de lectura de cloro total

24 ADICIÓN DE ACIDO ACÉTICO. Se recomienda adicionar 0,5 mL de Ácido Acético por L de

Programa de Sostenibilidad

o Tratamiento intermitente del agua Programa de Sostenibilidad Fonav | Fenavi

• En un sistema de producción donde la prevención y la aplicación de medidas de bioseguridad son puntos primordiales, la vigilancia de la calidad del agua de bebida tiene una función indispensable para garantizar la disponibilidad de agua de calidad en cantidad suficiente para abordar con éxito el ciclo productivo. Al mismo tiempo, el análisis periódico del agua y el tratamiento de los sistemas de conducción del

agua en la instalación avícola, deberían ser prácticas habituales.

limpieza y mantenimiento. Es necesario contar con tanques indepen-

fección para evitar interferencias en el éxito de los procesos.

· La selección del tratamiento de agua a emplear en unidades avícolas, va a depender de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua captada, del área y de los recursos disponibles para la implementación del

· La calidad del agua depende del procedimiento empleado, la dosificación de coagulante, desinfectante y los tiempos de retención, así como de las actividades de

**Conclusiones** 

proceso de potabilización.

Programa de Sostenibilidad

**Bibliografia** 

[3] Funiber 2011

de consulta: 18-Jan-2014].

consulta: 15-Jan-2014].

web/agua/aguas-superficiales

26

[11] J. Arboleda, Teoría y práctica de la purificación del agua., Tercera ed. ,134.

[6] N. Gray, calidad del agua potable. Problemas y soluciones. ACRIBIA, 1997, p. 60,71,110. [7] J. Arboleda, Teoría y práctica de la purificación del agua., Tercera ed. Bogotá D.C: McGraw-Hill, 2000, p. 37,38,40,43,46,47,54,72,90,97,118,121,127 ,134. [Fecha de consulta: 15-Jan-2014]. consulta: 18-Jan-2014].

[1] 19\_03\_39\_11-suministro\_de\_agua, BIOFILM.pdf

[5] J. Perez, "Estado del arte-coagulación. Centro panamericano de ingeniería sanitaria y ciencias ambientales (CEPI)," 2000. [En línea].Disponible: http://www.bvsde. paho.org/bvsacd/scan/007926/07926-09.pdf. [Fecha de

[2] Tipos de Aguas [en línea]. Disponible: http://www.ideam.gov.co/

[4] Y. Cardenas, "Tratamiento de agua: Coagulación y floculación," 2000. [en linea].Disponible:http://www.frm.utn.edu.ar/archivos/civil/Sanitaria/ Coagulaci%C3%B3n y Floculaci%C3%B3n del Agua Potable.pdf. [Fecha

Bogotá D.C: McGraw-Hill, 2000, p. 37,38,40,43,46,47,54,72,90,97,118,121,127 [12] H. Aziz, M. Salia, F. Nordin, and Zahari Shahrir, "Colour removal form landfill leachate by coagulation and flocculation processes.," Univ. sains Malaysia. Bioresour. Technol. Sci. direct, 2005. [13] J. Arboleda, *Teoría y práctica de la purificación del agua.*, Tercera ed. Bogotá D.C: McGraw-Hill, 2000, p. 37,38,40,43,46,47,54,72,90,97,118,121,127 [14] J. Arboleda, *Teoría y práctica de la purificación del agua.*, Tercera ed. Bogotá D.C: McGraw-Hill, 2000, p. 37,38,40,43,46,47,54,72,90,97,118,121,127

[8] J. Perez, "Estado del arte- coagulación. Centro panamericano de ingeniería sanitaria y ciencias ambientales (CEPI)," 2000. [En línea].Disponible: http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan/007926/07926-09.pdf. [9] W. WEBER, Control de la calidad del agua: Procesos químicos. 2003. [10] J. Perez, "Manual de tratamiento de aguas," 1981. [En línea].Disponible: http://www.bdigital.unal.edu.co/70/2/45\_-\_1\_Prel\_1.pdf. [Fecha de Programa de Sostenibilidad Fonav | Fenavi Potabilización de agua

[17] J. Arboleda, Teoría y práctica de la purificación del agua., Tercera ed. Bogotá D.C: McGraw-Hill, 2000, p. 37,38,40,43,46,47,54,72,90,97,118,121,127 ,134. [18] Resolución 2115 de 2007. [19] 232-Texto del artículo-694-1-10-20150311.pdf [20] AVIA-BestPractice-WaterChlorination-2019-ES.pdf [21]AVIA-BestPractice-WaterChlorination-2019-ES.pdf

agentes físicos más usados ción, filtración, el calor, la luz y los rayos ultravioleta. 17 232-Texto del artículo-694-1-10-20150311.pdf

da y los iones metálicos. Los son los sistemas de coagulación-floculación, sedimenta-

de coagulación y floculación.

consideran complementarios.

potable

Hipoclorito de Sodio

Denominado blanqueador, cloro líqui-

**NaClO** 

do o doméstico, con un contenido de 3-15 % Cloro. Es un oxidante muy potente e inestable, tanto que su concentración se puede reducir por períodos de tiempo de almacenamiento muy prolongados.

La selección del Cloro depende de varios factores: el sistema de dosificación, el sistema de conducción de agua, el tiempo de retención disponible y los costos de operación.

Programa de Sostenibilidad 20

Ejemplo

de bebederos.

2.6.3 Ajuste del PH

ma significativa.

De acuerdo con la lectura de la gráfica anterior, el comportamiento del Hipoclorito como agente bactericida indica que en presencia de valores de pH inferiores a 7, la cantidad de Hipoclorito para desinfectar un volumen de agua es mucho menor que la necesaria para ese mismo volumen a un pH superior a 7, siendo importante mencionar que, en temperaturas del agua menores a 18 °C, se reduce la efectividad de la cloración. Es posible realizar la acidificación con ácidos inorgánicos, mezclas de ácidos orgánicos e inorgánicos o ácidos orgánicos tamponados. Se debe seguir las instrucciones del fabricante para el agente acidificante específico.

Potabilización de agua

Ecuacion 2:

Programa de Sostenibilidad

lectura ya definida. Programa de Sostenibilidad 22

Errores frecuentes en el proceso de desinfección o Ausencia de tratamiento o Equipamiento defectuoso que no asegura la calidad del tratamiento o Monitorización incorrecta o insuficiente

2000. [en linea].Disponible:http://www.frm.utn.edu.ar/archivos/civil/Sa-

nitaria/Coagulaci%C3%B3n y Floculaci%C3%B3n del Agua Potable.pdf. [Fecha de consulta: 18-Jan-2014]. [16] "Floculación." [En línea]. Disponible: http://www.frbb.utn.edu.ar/ carreras/materias/ing\_sanitaria/ENOHSa Floculacion.pdf. [Fecha de consulta: 02-Feb-2014].

www.fenavi.org

Programa de Sostenibilidad Fonav | Fenavi

15 4. Se sugiere dejar un recipiente con agua sin adicionar coagulante como blanco o muestra para comparar el efecto del coagulante en los otros recipientes. 6. Al cabo de mínimo 10 a 15 minutos, detener totalmente la agitación permitiendo que

Descendente, ascendente y ascendente-Tasa constante y nivel variable, tasa constan-Fuente: Autores la coaquiación, sedimentación y filtración para su eliminación, son importante para tener mejores resultados en la desinfección.<sup>17</sup>

desinfección

La temperatura del agua La naturaleza y calidad del aqua El tiempo de contacto

Fonav | Fenavi efecto residual protege al agua de contaminarse en las redes de conducción. Tabla 8. Alternativas de desinfección con cloro **Alternativas Disponibles** Hipoclorito de Calcio Pastillas de Cloro Ácido Tricloroisocianúrico Cloro en polvo o Granu-El Cloro en pastilla es un pulado con un contenido rificador muy eficiente. Su fórmula química garanti-Es un oxidante más es-

za un efecto residual constable y tiene más Cloro tante. disponible que el Hipo-Fuente: Autores. El Tiempo de contacto se define como el período comprendido entre la inyección

> Hipoclorito de Sodio - Cloro liquido (NaClO) Las concentraciones pueden ser presentadas en las

19

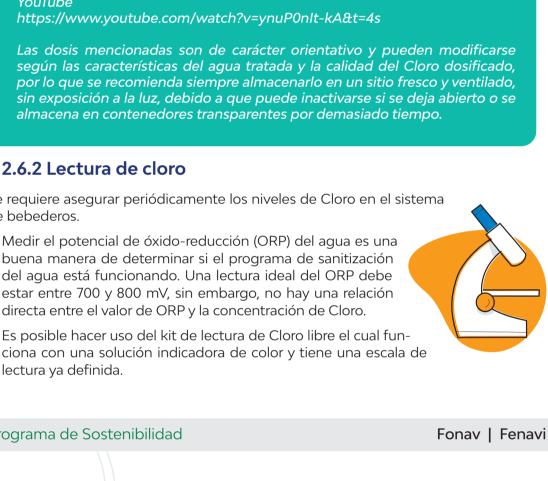
Se requiere calcular el peso de Cloro con una concentración del 60% necesario para tratar 1L de agua asegurando una concentración final de Cloro de 3ppm.

Fonav | Fenavi

21

Fonav | Fenavi

Gestión del recurso hídrico en granjas avícolas



Fuente: Autores.

Fonav | Fenavi

Fonav | Fenavi

Gestión del recurso hídrico en granjas avícolas

agua tratada, en aguas con pH superiores a 7 unidades; se recomienda siempre, antes y después, realizar la lectura del parámetro y evidenciar que este se encuentre dentro de los

Se recomienda realizar el control del pH de forma diaria ya que es una variable que puede cambiar fácilmente por

valores sugeridos (5 -7 UpH).

Ya que los desinfectantes reducen su residualidad en sistemas abiertos, es importante garantizar la periodicidad del lavado de tuberías y tanques de almacenamiento, este aspecto puede estar condicionado por el tipo de agua; las aguas duras requieren mayor frecuencia para evitar incrustaciones y mayor crecimiento de biofilm (crecimiento microbiano adherido a las paredes de la tubería que reduce el efecto del desinfectante). Se recomienda, de acuerdo al tipo de instalación del galpón, realizar al menos un lavado anual del almacenamiento general y las tuberías de conducción principales, o una limpieza general por cada lote de producción (este lavado debe incluir vacío total y retiro

En el caso de la red de distribución de agua es recomendable realizar la recirculación o inundación con un acidificante, el Peróxido de Hidrógeno y el Dióxido de Cloro han demostrado ser biocidas efectivos, se sugiere seguir las recomendaciones del proveedor en cuanto a concentración y tiempo de exposición para tener la remoción esperada.

condiciones externas.

2.6.4 Aspectos importantes en el sistema

23

Gestión del recurso hídrico en granjas avícolas

ACID

dientes para realizar los procesos de coagulación-floculación y desin-Fonav | Fenavi

Gestión del recurso hídrico en granjas avícolas

25

[15] Y. Cardenas, "Tratamiento de agua: Coagulación y floculación,"

**27**