



La perseverancia es
una virtud de aquel
que desea triunfar.

~0~

Persevera y confía en
Dios y alcanzarás tu
propósito.

--- Jaime Pérez

Capítulo XI: Cloración

Megh R. Goyal, Luis E. Rivera Martínez y Antonio Poventud Suárez

INTRODUCCION

1. El riego por goteo es una técnica extensamente usada en regiones áridas y semiáridas del mundo.
2. Sistema consiste en aplicar lenta y frecuentemente agua al suelo con goteros distribuidos a lo largo de unas líneas suplidoras.
3. Los problemas principales:
 - La obstrucción de los filtros.
 - La obstrucción de las laterales.

INTRODUCCION

1. Estas obstrucciones son causadas por:
 - Agentes físicos: partículas sólidas en suspensión.
 - Químicos: precipitados o compuestos insolubles.
 - Biológicos: macroorganismos y microorganismos.
2. El mantenimiento preventivo es la mejor solución para reducir o eliminar las obstrucciones.

¿QUE ES LA CLORACION?

1. La cloración es sencillamente la adición de cloro y agua. El cloro, cuando se disuelve, actúa como un agente oxidante y ataca a los microorganismos, tales como las algas, hongos y bacterias.
2. Este procedimiento se ha usado por muchas décadas para purificar el agua que bebemos.
3. La cloración resuelve eficaz y económicamente el problema de obstrucción de los emisores o goteros.

CALIDAD DE AGUA

(Fuente de Agua)

1. Es necesario analizar la fuente del agua antes de diseñar un sistema de riego por goteo, en especial para escoger el filtro apropiado.
2. Para este análisis es importante tomar una muestra representativa del agua. Si la fuente es un pozo, la muestra debe tomarse hora y media después que la bomba empiece a funcionar.
3. Cuando la fuente de agua es superficial (como en ríos, charcas o canales de riego), la muestra se coge cerca del centro y debajo de la superficie del agua.

CALIDAD DE AGUA

1. Es importante analizar los sólidos suspendidos, los sólidos disueltos y la acidez (pH) y determinar que organismos hay.
2. La acidez del agua debe conocerse, ya que es un factor que afecta directamente la “quimigación” y por consiguiente la cloración. Por ejemplo, la cloración para el control de bacterias es ineficaz a un pH de más de 7.5 por lo cual es necesario añadirle ácido para optimizar la acción biocida del cloro (bajar el pH).
3. Si se saben ciertos análisis del agua se pueden predecir los problemas de obstrucción y evitarlos con un sistema de filtros y goteros especiales. Además, se puede desarrollar un programa de mantenimiento adecuado.

Cuadro 1a. Criterios que indican el riesgo de obstrucción de los emisores.

| Tipo de Problema | Riesgo de Obstrucción | | |
|--------------------------|------------------------------|-----------------|---------------|
| | Menor | Moderado | Severo |
| Biólogos | | | |
| Densidad de Bacterias ** | < 10,000 | 10,000 – 50,000 | > 50,000 |

Cuadro 1b. Criterios que indican el riesgo de obstrucción de los emisores.

| Tipo de Problema | Riesgo de Obstrucción | | |
|-------------------------|------------------------------|-----------------|---------------|
| | Menor | Moderado | Severo |
| Físicos | | | |
| Sólidos suspendidos* | < 50 | 50 - 100 | > 100 |

Cuadro 1c. Criterios que indican el riesgo de obstrucción de los emisores.

| Tipo de Problema | Riesgo de Obstrucción | | |
|----------------------|-----------------------|-------------|---------|
| | Menor | Moderado | Severo |
| Químicos | | | |
| Acidez (ph) | < 7.0 | 7.0 – 8.0 | > 8.0 |
| Sólidos disueltos* | < 500 | 500 – 2,000 | > 2,000 |
| Manganeso* | < 0.1 | 0.1 – 1.5 | > 1.5 |
| Hierro* | < 0.2 | 0.2 – 1.5 | > 1.5 |
| Sulfuro de hidrógeno | < 0.2 | 0.2 – 2.0 | > 2.0 |

CALIDAD DE AGUA

4. Los factores se clasifican de acuerdo con el riesgo de obstrucción, desde menor hasta severo.

5. Mientras más baja es la cantidad de sólidos, sales y bacterias en el agua menor es el riesgo de obstrucción.

CALIDAD DE AGUA

6. Las partículas de materia orgánica se pueden combinar con las bacterias y producir un tipo de obstrucción que no es controlable con la filtración.

7. Las partículas finas de **materia orgánica** se depositan dentro de los emisores y son cementadas con bacterias de los géneros **Pseudomonas** y **Enterobacter**. Esta masa combinada obstruye los emisores. Este problema puede controlarse con super cloración a razón de 1,000 ppm (mg/L).

CALIDAD DE AGUA

8. La obstrucción causada por **agentes biológicos** constituye un problema serio en los sistemas de riego que contienen sedimentos orgánicos con hierro o sulfuro de hidrógeno.
9. Generalmente, las obstrucciones no son un problema serio si el agua no tiene carbono orgánico, el cual es una fuente de energía para las bacterias. Hay varios organismos que aumentan la probabilidad de las obstrucciones principalmente cuando hay iones de hierro (Fe^{++}) o sulfuro de hidrógeno (H_2S).
10. Las algas en aguas superficiales pueden añadir carbono al sistema. El limo puede crecer en las paredes de las tuberías.

CALIDAD DE AGUA

11. La combinación de abonos y el calentamiento de las tuberías de polietileno (negras) pueden fomentar el desarrollo de estos microorganismos.

12. Muchas de las fuentes de agua contienen carbonatos y bicarbonatos que le sirven como fuente de energía inorgánica a ciertos limos; también se desarrollan bacterias autotróficas (que sintetizan su propio alimento).

CALIDAD DE AGUA

13. Las algas, los actinomicetos y los hongos se desarrollan en aguas superficiales.
14. Las algas filamentosas forman una sustancia gelatinosa en las tuberías y emisores, la cual sirve de base para que se desarrolle el limo.
15. También puede ocurrir otro tipo de obstrucción cuando las bacterias filamentosas precipitan el hierro a su estado insoluble (Fe^{+++}).

Crecimiento de limo.

1. Las bacterias pueden crecer dentro del sistema en ausencia de luz y producir una masa de limo o causar la precipitación del hierro o el azufre disueltos en agua.
2. El limo puede obstruir los goteros o puede actuar como una sustancia adhesiva que aglutina partículas finas de arcilla lo suficiente grandes para causar obstrucciones.

Crecimiento de algas en la fuente de agua.

1. Uno de los problemas más frecuentes es el crecimiento de algas y otras plantas acuáticas en aguas superficiales que pueden usarse para riego por goteo.
2. Las algas crecen bien en esta agua, lo cual se agudiza si la fuente contiene nitrógeno, fósforo o ambos.
3. Las algas pueden causar dificultades en los sistemas de filtración. Cuando se usan filtros de mallas, las algas pueden enredarse en los cedazos del filtro. Se pueden presentar problemas en los filtros si están presentes en grandes cantidades lo cual requiere un lavado frecuente de los filtros si el sistema esta automatizado.

Tipos de Algas

1. Los principales grupos de organismos se clasifican como protistos, plantas y animales. Los protistos, que incluyen bacterias, hongos, protozoarios y algas, son los organismos más importantes para el riego por goteo, especialmente las bacterias y las algas.
2. Las algas son organismos unicelulares o multicelulares autotróficos y fotosintéticos y requieren compuestos orgánicos para reproducirse. Los nutrimentos nitrógeno y el fósforo. Los elementos menores como el hierro, el cobre y el molibdeno también son importantes para su desarrollo.

CUATRO CLASES DE ALGAS

1. Verdes:

Son especies de agua dulce que se distinguen porque contienen clorofila y otros pigmentos usados en el proceso de fotosíntesis.

2. Móviles:

Forman colonias al madurar: su color es verde brillante y son unicelulares y flageladas. Los flagelos son los que las hacen móviles en el agua.

CUATRO CLASES DE ALGAS

3. Verde-amarillas:

Se encuentran en agua dulce y en agua salada. La mayoría son unicelulares; los diátanos son los más importantes de este grupo.

4. Verde-azules:

Son organismos unicelulares con flagelos. Pueden formar grandes masas en la superficie del agua. Además, pueden usar nitrógeno de la atmósfera.

PRINCIPIOS DE CLORACION

1. Los principios de cloración para tratar el agua de riego por goteo son similares a los utilizados para purificar el agua que bebemos.
2. Cuando el cloro en estado gaseoso (Cl_2) se disuelve en agua, la molécula de cloro se combina con agua en una reacción llamada hidrólisis. La hidrólisis produce ácido hipocloroso (HOCl ; Reacción No. 1). Siguiendo esta reacción, el ácido hipocloroso entra en una reacción de ionización según muestra la reacción No. 2.

Cuadro 2. Formas básicas y reacciones del cloro y sus sales.

| Reacciones | Número de reacción |
|--|---------------------------|
| $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HOCl}$ | /1/ |
| $\text{HOCl} = \text{H}^+ + \text{OCl}^-$ | /2/ |
| $\text{NaOCl} + \text{H}_2 = \text{Na}^+ + \text{OH}^- + \text{HOCl}$ | /3/ |
| $\text{Ca(OCl)}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}_2^+ + 2\text{OH}^- + 2\text{HOCl}$ | /4/ |
| $\text{HOCl} + \text{NH}_3 = \text{NH}_2\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$ | /5/ |

Cuadro 2. Formas básicas y reacciones del cloro y sus sales.

| | |
|--|------|
| $\text{HOCl} + \text{NH}_2\text{Cl} = \text{NHCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ | /6/ |
| $\text{HOCl} + \text{NHCl}_2 = \text{NCl}_3 + \text{H}_2\text{O}$ | /7/ |
| $\text{HOCl} + 2\text{Fe}_2^+ + \text{H}^+ = 2\text{Fe}_3^+ + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ | /8/ |
| $\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 = 2\text{Fe}(\text{OH})_3$ (insoluble) + $\text{CaCl}_2 + 6\text{CO}_2$ | /9/ |
| $\text{HOCl} + \text{H}_2\text{S} = \text{S}^{--}(\text{insoluble}) + \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ | /10/ |
| $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{S}^{--}(\text{insoluble}) + 2\text{H}^+ + 2\text{Cl}^-$ | /11/ |

PRINCIPIOS DE CLORACION

3. El ácido hipocloroso (HOCl) y el hipoclorito (OCl^-) se conocen como libre disponible y son los responsables de controlar microorganismos en el agua. Están en un equilibrio que depende de la temperatura y el PH del agua de riego.

4. Donde el agua es ácida (pH bajo) el equilibrio se mueve a la izquierda, resultado en un aumento de HOCl . Donde el agua es básica (pH alto), aumenta el cloro en forma de OCl^- .

PRINCIPIOS DE CLORACION

5. La eficiencia de HOCl es de 40 a 80 veces mayor que OCl⁻, por lo tanto, la eficiencia de la cloración depende grandemente de la acidez (pH de la fuente del agua).

6. En la reacción No. 1 se producen iones de hidrógeno (H⁺) que pueden aumentar la acidez. La basicidad depende de la cantidad de cloro añadido y de la capacidad amortiguadora del agua.

PRINCIPIOS DE CLORACION

7. El hipocloroso de sodio (NaClO) y el hipoclorito de calcio $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ se hidrolizan y producen iones OH^- que tienden a bajar la acidez del agua (reacciones 3 y 4).

8. Es importante considerar que a un pH extremadamente bajo, el cloro gaseoso (Cl_2) predomina y puede ser peligroso, por lo que se recomienda almacenar las fuentes de hipoclorito separadas de los sólidos.

PRINCIPIOS DE CLORACION

9. Otro punto importante es que el cloro libre disponible reacciona con sustancias que se oxidan (como hierro, manganeso y sulfuro de hidrógeno) y produce compuestos insolubles, los cuales hay que sacar del sistema para evitar obstrucciones.

10. El cloro tiene dos propiedades químicas importantes. A baja concentración (1 a 5 mg/L) actúa como un bactericida y a alta concentración (100 a 1,000 mg/L) actúa como un agente oxidante que puede desintegrar partículas de materia orgánica. Hay que tener cuidado porque a estos niveles altos el cloro puede afectar muchas plantas.

FUENTES DE CLORO

Hipoclorito de sodio (NaOCl)

1. El hipoclorito de sodio lo hay líquido; comúnmente se le utiliza como blanqueador de ropa. Se descompone fácilmente a altas concentraciones y lo afectan la luz y el calor. Debe almacenarse a la temperatura ambiente en tanques que no se corran.
2. El hipoclorito es un compuesto fácil de manejar, ya que las cantidades se pueden medir precisamente y causa menos problemas de obstrucción

FUENTES DE CLORO

Hipoclorito de calcio $\text{Ca}(\text{OCl})_2$

1. El hipoclorito de calcio se consigue comercialmente como polvo, granulado o en perdigones. Es bien soluble en agua y es bastante estable bajo condiciones apropiadas de almacenaje. Debe almacenarse a temperatura ambiente en un lugar seco y en envases resistentes a la corrosión.
2. Cuando este compuesto se mezcla en una solución concentrada, forma una suspensión que contiene oxalato de calcio, carbonato de calcio e hidróxido de calcio. Estos compuestos pueden obstruir el sistema de goteo.

FUENTES DE CLORO

Cloro gaseoso (Cl_2 gas)

1. Está disponible en forma líquida a alta presión en cilindros de 45 kg hasta 1000 kg. El cloro gaseoso es muy venenoso y corrosivo. Debe almacenarse en un lugar bien ventilado.
2. El cuadro 3 muestra las cantidades equivalentes de cloro para diferentes comerciales y la cantidad requerida para tratar $1,233 \text{ m}^3$ (1 pie-acre) de agua para obtener 1 ppm de cloro.
3. El hipoclorito de sodio es más seguro que el cloro gaseoso y evita los precipitados de calcio en los emisores, lo cual puede ocurrir al usar hipoclorito de calcio.

Cuadro 3a. Cantidades requeridas de cloro.

| Fuentes comerciales de cloro | Cantidad equivalente para obtener 454 g (1 lb.) de Cl |
|-------------------------------------|--|
| Cloro gaseoso (Cl ₂) | 454 g (1.0 lb.) |
| Hipoclorito de calcio Ca(OCl) | |
| 65-70% de cloro disponible | 681 g (1.5 lb.) |

Cuadro 3b. Cantidades requeridas de cloro.

| Fuentes comerciales de cloro | Cantidad equivalente para obtener 454 g (1 lb.) de Cl |
|-------------------------------------|--|
| Hipoclorito de sodio (NaOCl) | |
| 15% de cloro disponible | 2.54 litros (0.67 galones) |
| 10% de cloro disponible | 3.78 litros (1.0 galones) |
| 0.5% de cloro disponible | 7.57 litros (2.0 galones) |

Cuadro 3c. Cantidades requeridas de cloro.

| Fuentes comerciales de cloro | Cantidad requerida para tratar un pie-acre (1,233 m³) de agua y obtener 1 ppm de cloro. |
|-------------------------------------|---|
| Cloro gaseoso (Cl ₂) | 1226g (2.7 lb.) |
| Hipoclorito de calcio Ca(OCl) | |
| 65-70% de cloro disponible | 1816g (4.0 lb.) |

Cuadro 3d. Cantidades requeridas de cloro.

| Fuentes comerciales de cloro | Cantidad requerida para tratar un pie-acre (1,233 m³) de agua y obtener 1 ppm de cloro. |
|-------------------------------------|---|
| Hipoclorito de sodio (NaOCl) | |
| 15% de cloro disponible | 6.81 litros (1.8 galones) |
| 10% de cloro disponible | 10.22 litros (2.7 galones) |
| 0.5% de cloro disponible | 20.44 litros (3.4 galones) |

Cloro gaseoso (Cl_2 gas)

1. Es más económico usar el cloro gaseoso en sistemas grandes; en sistemas pequeños es apropiado usar el hipoclorito de calcio o sodio. El uso de cloro gaseoso es preferible en lugares donde la adición de sodio y calcio pueda ser perjudicial al cultivo.
2. Hay que considerar que el cloro gaseoso es peligroso bajo ciertas condiciones; por lo cual se deben seguir las instrucciones de la etiqueta o de algún especialista.
3. Es recomendable instalar una válvula de seguridad en el tanque que se usa para inyectar el cloro.

METODOS DE CLORACION

1. La cloración de un sistema de riego por goteo puede ser continua o a intervalos, dependiendo del resultado que se quiera. Donde el objetivo es controlar el crecimiento de microorganismos en líneas laterales, emisores o en otras partes del sistema, aplíquelos a intervalos.
2. El tratamiento continuo se usa donde se quiere precipitar el hierro disuelto en el agua, para controlar algas en el sistema o donde no es confiable usar el tratamiento a intervalos.

RECOMENDACIONES GENERALES

1. Inyecte el cloro antes de los filtros. Esto controla el crecimiento de algas o bacterias en los filtros, que de otro modo reducirían la eficiencia de filtración. Esto también permite la filtración de cualquier precipitado causado por la inyección del cloro.
2. Calcule la cantidad de cloro a inyectar. Es necesario saber el volumen de agua a tratarse, el ingrediente activo del compuesto químico a utilizarse y la concentración deseada en el agua tratada.

RECOMENDACIONES GENERALES

3. El cloro se debe inyectar cuando el sistema ya esté funcionando.
4. Se debe tomar muestras del agua en los goteros más cercanos y lejanos del sistema para determinar el nivel de cloro en estos puntos. Permita algún tiempo para que las líneas de distribución se llenen con la solución de cloro.
5. Ajuste la razón de inyección. Repita los pasos 4 y 5 hasta obtener la concentración deseada en el sistema.

Concentraciones recomendadas de cloro

- 1. Tratamiento continuo** - Para prevenir el crecimiento de las algas o bacterias. Aplique de 1 a 2 mg/L continuamente a través del sistema.

Concentraciones recomendadas de cloro

- 2. Tratamiento a intervalos** - Para eliminar las algas o bacterias. Aplique de 10 a 20 mg/ por 30 a 60 minutos. La frecuencia del tratamiento depende de los niveles de estos microorganismos en la fuente de agua.

Concentraciones recomendadas de cloro

3. **Supercloración** – Para disolver la materia orgánica y en muchos casos el calcio precipitado en los goteros. Inyecte cloro a una concentración de 500 a 100 mg/L, dependiendo del caso. Luego cierre el sistema y déjelo por 24 horas, para entonces limpiar todas las líneas secundarias y laterales. Esta alta concentración disuelve o desintegra el calcio precipitado y la materia orgánica y ayuda a limpiar las obstrucciones.
Hay que tener
 - Cuidado al aplicar estas cantidades, ya que estos niveles de cloro pueden afectar muchas plantas.

Cuadro 4a. Dosis típicas de cloro

| Problemas | Dosis |
|------------------|---|
| Algas | 1 a 2 ppm continuo o 10 a 20 ppm por 30 a 60 min. |
| Ferrobacterias | 1 + ppm: varía con la cantidad de bacterias |
| Limo | 0.5 ppm |

Cuadro 4a. Dosis típicas de cloro

| Problemas | Dosis |
|----------------------------|--|
| Precipitación de hierro | 0.64 x contenido de Fe ⁺⁺ |
| Precipitación de manganeso | 1.3 x contenido de manganeso |
| Sulfuro de hidrógeno | 3.6 a 8.4 veces el contenido de H ₂ S |

Requisitos de cloro

1. Los requisitos de cloro deben saberse antes de la cloración. El cloro, ya sea gaseoso (Cl_2) o hipoclorito de sodio líquido, es un biocida, que debe aplicarse en las cantidades y concentraciones recomendadas.
2. El exceso de cloro en el agua de riego, puede causar daños a los cultivos, si son plantas o árboles jóvenes. De otra parte, los niveles demasiado bajos no resuelven los problemas asociados con el crecimiento de microorganismos en el agua de riego.

Requisitos de cloro

3. El cloro es un agente bien activo y tóxico a concentraciones altas por lo cual debe manipularse cuidadosamente. Cuando se inyecta en las líneas de riego, parte del cloro reacciona con compuestos inorgánicos y sustancias orgánicas del agua o se adhiere a ellas.
4. En la mayoría de los pozos y fuentes de agua probadas, de 65 a 81% del cloro se pierde por este tipo de reacción.
5. El cloro (como ácido hipocloroso) que se adhiere a la materia orgánica o que reacciona con otros compuestos, no destruye microorganismos, por tal razón no tiene valor alguno como agente biocida.

Requisitos de cloro

6. El cloro libre (el exceso de ácido hipocloroso) es el agente que inhibe el crecimiento de las bacterias, algas y demás microorganismos en el agua. Por ellos es indispensable establecer los requisitos de cloro antes de hacer la cloración. De esta forma podemos mantener las concentraciones deseadas de cloro disponible.

7. Para inhibir el crecimiento de los microorganismos, se requiere un contacto mínimo de 30 minutos (45 minutos de inyección) y una concentración mínima de cloro libre disponible de 0.5 a 1.0 mg/L medido al final de la línea de goteo 62.0 a 3.0 mg/L de cloro disponible de medido cerca del punto de inyección.

Requisitos de cloro

8. A continuación presentamos algunas fórmulas para calcular los galones por hora (gph) de NaOCl (hipoclorito de sodio) que deben inyectarse para obtener la concentración deseada de cloro por minuto (gpm).
- a. Fórmula para gpm de 10% NaOCl
 $0.0006 \times (\text{gpm cloro deseado}) \times (\text{descarga de la bomba, gpm})$
 - b. Fórmula para gph de 5.25% NaOCl
 $0.000114 \times (\text{ppm cloro deseado}) \times (\text{descarga de la bomba, gpm})$

Requisitos de cloro

- c. Fórmula para libras por hectárea de Cl_2 (gas)
 $0.000998 \times (\text{ppm cloro deseado}) \times (\text{descarga de la bomba, gpm})$

- d. Galones de cloro líquido por hora
 $(0.06 \times \text{ppm de cloro deseado} \times \text{descarga de la bomba en gpm}) / (\text{porcentaje de cloro en el material})$

- e. Libras de cloro seco por hora
 $(0.05 \times \text{ppm} \times \text{gpm}) / (\text{porcentaje de cloro en el material})$

Requisitos de cloro

- f. Libras de cloro seco por 1,000 galones de agua
($0.83 \times \text{ppm}$) / (porcentaje de cloro en el material)

- g. Para el cloro gas tome porcentaje de cloro = 100 y calcule como cloro seco

El método de prueba D.P.D.

1. Es esencial cuando se usa cloro líquido como bactericida y alguicida en sistemas de riego de bajo volumen.
2. La mayoría de los métodos de medir cloro que se usan en las piscinas no son adecuados para sistemas de riego de bajo volumen. Ello se debe a que muchos de estos equipos miden solamente el cloro total, pero no el cloro libre residual. Un equipo D.P.D. de buena calidad mide el cloro total y el cloro libre disponible.

El método de prueba D.P.D.

3. El equipo de prueba D.P.D. es muy sencillo. Las direcciones y procedimientos vienen con equipo. EL equipo consiste de diferentes compuestos que se usan para medir cada tipo de cloro. Al aplicar estos compuestos, el agua se torna rosa, si hay cloro en ella.

4. Mientras más intenso sea el color, más alta es la concentración de cloro. Para saber la concentración de cloro, el color del agua se compara con los de una carta cromática calibrada.

El método de prueba D.P.D.

5. Este método es beneficioso y de gran ayuda al inyectar adecuadamente la cantidad de cloro en las líneas de goteo (cloración). El equipo D.P.D. se paga por sí solo por el cloro que ahorra y por que indica las concentraciones de cloro requeridas para matar bacterias.

6. Debe recordarse que el cloro libre es el que determina la acción biocida. Si no hay suficiente cloro disponible, las bacterias continúan creciendo aún cuando se haya inyectado cloro al sistema/ En otras palabras, si las cantidades de cloro total no son suficientes para mantener cloro libre en solución, el tratamiento se pierde.

El método de prueba D.P.D.

7. El equipo de prueba D.P.D. puede conseguirse en sitios que se dedican a vender equipo de riego o donde se venden productos químicos especializados en problemas de agua.

EJEMPLOS PARA CALCULAR LA CANTIDAD DE CLORO

1. Un agricultor desea usar blanqueador de ropa (NaOCl – 5% cloro activo o disponible) para alcanzar una concentración de 1 ppm de cloro en el punto de inyección. La razón de flujo del sistema es 100 gpm. ¿En qué razón debe inyectarse el cloro?

$$IR = Q \times C \times M/S$$

Donde: IR = Razón de inyección de cloro (galones / hora)

Q = Razón de flujo del sistema (galones / minuto)

C = Concentración deseada del cloro (ppm)

S = Por ciento del ingrediente activo (%)

M = 0.006 para el material líquido (NaCOCl), ó 0.05 para el material sólido Ca (OCl)₂

$$IR = (100 \times 1 \times 0.006) / 5 = 0.21 \text{ gph}$$

EJEMPLOS PARA CALCULAR LA CANTIDAD DE CLORO

2. Un agricultor quiere inyectar cloro gaseoso (Cl_2) a través del sistema de riego por goteo a una concentración de 10 ppm. Si la razón de flujo del sistema es 1500 gpm, ¿cuál será la razón de inyección del gas?

$$IR = Q \times C \times 0.012$$

Donde: IR = Razón de inyección del cloro (libre / día)

Q = Razón de flujo del sistema (galones / minuto)

C = Concentración deseada de cloro (ppm)

$$IR = 1500 \times 10 \times 0.012$$

$$= 180 \text{ libras por día}$$

Resumen

1. Podemos concluir que el trabajo servirá para beneficiar a aquellas personas que busquen esta información.
2. El riego por gota es un método de riego efectivo y económico.
3. El método de riego por gota es de uso eficaz en la isla de Puerto Rico.