

# Uso del Cloro en las Líneas de Empacado de Productos Cosechados Frescos<sup>1</sup>

M. A. Ritenour, S. A. Sargent, J. A. Bartz y E. E. Lon Kan<sup>2</sup>

## Introducción

Muchos de los problemas de la descomposición postcosecha se presentan por la inefectiva sanitización de los tanques de recepción (packinghouse), canales y sistemas de enfriamiento con agua helada (hydrocooling) de la planta empacadora. De la misma forma, los productos del campo que tienen una apariencia sana pueden hospedar grandes poblaciones de patógenos, particularmente durante el tiempo caluroso y lluvioso. Los patógenos presentes sobre los frutos y vegetales, cosechados recientemente, se acumularán en los sistemas que administran agua recirculada. Cuando los frutos y vegetales contactan con el agua que contienen los patógenos, es frecuente que se infecten y por consiguiente estos se descomponen durante el embarque y manejo.

Aunque muchos empacadores tienen como rutina adicionar cloro a sus sistemas de administración de agua de la planta empacadora, los errores en seguir las recomendaciones de IFAS para la sanitización del agua pueden disminuir fuertemente la efectividad del tratamiento en la reducción de la descomposición postcosecha. La actual recomendación es mantener constante de 100 a 150 partes por

millón de cloro libre y un pH en el rango de 6.5 a 7.5 para toda el agua recirculada. Hay una gran posibilidad que los problemas de la descomposición se incrementen durante el manejo y embarque cuando los productos contactan con el agua recirculada que no se mantiene bajo estas condiciones. En este artículo, nosotros delineamos los principios para el uso más efectivo del cloro en la sanitización del agua.

## Formas de Cloro

Las formas principales de cloro usados incluyen hipoclorito de sodio ( $\text{NaClO}$ ), hipoclorito de calcio ( $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ ), y cloro gaseoso ( $\text{Cl}_2$ ). El hipoclorito de sodio es comercializado frecuentemente en soluciones de 12 a 15%. El hipoclorito de calcio con frecuencia es vendido en polvo o en tabletas en formulaciones de 65 %. Sin embargo, no se disuelve fácilmente (especialmente en agua fría) y las partículas sin disolver pueden dañar los frutos y vegetales. Para prevenir esto, primero se disuelve el polvo o los gránulos en una pequeña cantidad de agua tibia antes de adicionar al tanque. Si se usa tabletas para continua administración, de baja liberación de cloro, asegúrese que las tabletas sean colocadas donde el agua circule bien alrededor de ellas. El cloro gaseoso viene en cilindros de gas presurizado y se

1. Este documento, HS1082, es uno de una serie de publicaciones del Departamento de Ciencias Horticulturales, Servicio de Extensión Cooperativa de la Florida, Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, Universidad de la Florida (UF/IFAS Extension). Fecha de primera publicación: febrero 2007. Repasado julio 2010 and noviembre 2013. Revisado julio 2020. Visite nuestro sitio web EDIS en <<https://edis.ifas.ufl.edu>>.
2. M. A. Ritenour, professor, Horticultural Sciences, Indian River Research and Education Center; S. A. Sargent, professor, Horticultural Sciences; J. A. Bartz, associate professor emeritus, Plant Pathology; E. E. Lon Kan, visiting scientist, Horticultural Sciences; UF/IFAS Extension, Gainesville, FL 32611.

El uso de nombres comerciales citados en esta publicación es sólo con el propósito de brindar información específica. El Instituto (UF/IFAS) no garantiza los productos nombrados, y las referencias a ellos en esta publicación no significa nuestra aprobación a la exclusión de otros productos de composición comparable. Todos productos químicos deben ser usados de acuerdo con las instrucciones en la etiqueta del fabricante. No use este producto sin que la etiqueta no haya sido explicada/traducida ampliamente. Use pesticidas con cuidado. Lea y siga las instrucciones en la etiqueta del fabricante.

debería manejar cuidadosamente de acuerdo a las instrucciones de la etiqueta.

## Factores que Influencian la Actividad del Cloro

### El pH del Agua

Cuando el hipoclorito de sodio es adicionado al agua, ello forma hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ) y ácido hipocloroso ( $\text{HClO}$ ). Todas las tres formas de cloro producen ácido hipocloroso (también llamado cloro disponible o cloro activo). **El ácido hipocloroso es el que mata a los patógenos.** En soluciones de pH alto, la mayor parte del ácido hipocloroso se disocia a la forma de ión hipoclorito ( $\text{ClO}^-$ ), el cual no es un efectivo sanitizante. Los kits de prueba para cloro libre miden ambos, el ácido hipocloroso y el ión hipoclorito, pero no indican la cantidad de cloro disponible que mata a los patógenos. Las soluciones de cloro con pH por arriba de 8 son relativamente inefectivas contra los patógenos. Por debajo de pH 6, el cloro es más corrosivo para el equipo y la actividad se pierde rápidamente. **A un pH alrededor de 7 se mantendrá cerca del 80 % del cloro en la forma disponible (ácido hipocloroso) con muy poco gas formado** (Figura 1). De este modo, con el objeto de conocer la fuerza sanitizante de una solución de cloro, **se deben medir ambos, pH y cloro libre.**

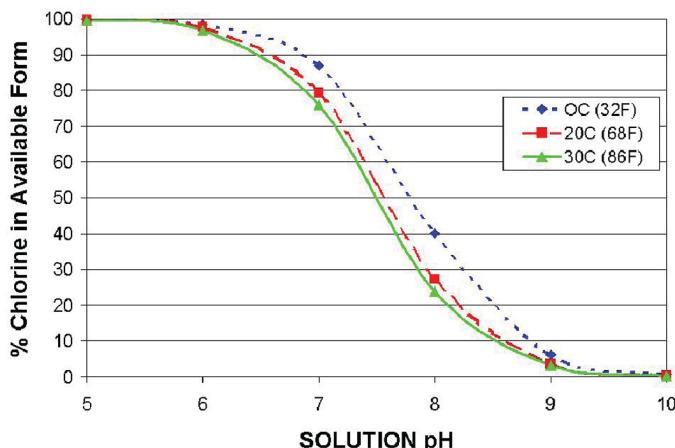


Figure 1. Porcentaje de cloro disponible (%) a diferentes pHs y temperaturas del agua.

Ambos, la fuente de agua y la forma de cloro usada afectarán el manejo del pH. El agua fresca en Florida puede tener un pH por arriba de 8, debido a los carbonatos de calcio disueltos. Si se adiciona hipoclorito de sodio o hipoclorito de calcio, se incrementará el pH, mientras que si se adiciona cloro gaseoso, disminuirá el pH. Después que se adiciona el cloro comercial, el pH del agua se ajusta a 7, adicionando ácido o base. El ácido muriático ( $\text{HCl}$ ) o ácido cítrico son usados comúnmente para bajar el pH, mientras

que el hidróxido de sodio (soda cáustica) se usa para elevar el pH. El pH del agua se puede determinar usando un pHímetro electrónico.

### Concentración de Cloro

Aunque se han reportado que bajas concentraciones de ácido hipocloroso (< 40 ppm) matan en un minuto la mayoría de los patógenos, concentraciones más altas (100a 150 ppm) son comúnmente usadas para compensar varias pérdidas de cloro en el tanque.

### Tiempo de Exposición

Altas concentraciones de cloro disponible matan a los patógenos en tiempos cortos de exposición (< 1 min.). En concentraciones más bajas, se necesita mayor tiempo de contacto para matar a los patógenos.

### Cantidad de Material Orgánico en el Agua (por ejemplo, fruto, hojas, y tierra)

La materia orgánica en el agua inactivará al ácido hipocloroso y rápidamente puede reducir la cantidad de cloro disponible. El cloro que se combina con la materia orgánica ya no es más tiempo activo contra los patógenos; sin embargo puede ser todavía medido por los kits de prueba de cloro total.

### Temperatura del Agua

A elevadas temperaturas, el ácido hipocloroso mata a los patógenos muy rápidamente; sin embargo, también se pierde muy rápidamente, debido a las reacciones con la materia orgánica.

### Tipo y Etapa de Crecimiento de los Patógenos

Aunque matar a las esporas en germinación y micelios es fácil, las esporas son mucho más resistentes al cloro, y los patógenos que están creciendo en el interior de los tejidos de frutos y vegetales (adentro de las magulladuras o pasivas infecciones) están protegidos del cloro y no son destruidos.

### Manteniendo la Concentración Adecuada de Cloro

El cloro se debe adicionar al agua de continuo, para así reemplazar el cloro perdido en las reacciones con la materia orgánica, químicos, microorganismos, y las superficies de los frutos y vegetales. Hay varias formas de mantener las concentraciones adecuadas de cloro. El equipo está preparado para medir automáticamente las concentraciones

de cloro y adicionar cloro en el agua cuando sea necesario. Además, ciertos tipos de sistemas también mantienen automáticamente el rango apropiado de pH. Dispensar automáticamente los productos de cloro requiere de la medida frecuente de la concentración de cloro, para comprobar que la operación es apropiada. Los supervisores deben estar vigilantes en estos sistemas, diseñados para dispensar cloro en una cantidad constante, ya que la demanda de cloro puede cambiar abruptamente, como puede ser por la recepción de un producto de otro campo, un diferente agricultor, u otro personal de campo. Se puede utilizar el manual de manejo de los productos de cloro, si el supervisor es diligente en las mediciones y ajusta las concentraciones de cloro y pH. Las mediciones deberían ser tomadas por lo menos sobre una base de cada hora. Sin embargo, en nuestras conversaciones con los administradores de las plantas empacadoras alrededor del estado, nos dicen que la sanitización del agua manual es con menos frecuencia que lo conveniente, por las obvias limitaciones de tiempo que se dan lugar durante las operaciones comunes del empacado.

## Kits de Prueba de Cloro

Asegúrese que el kit de prueba pueda medir cloro libre (y no total) y familiarícese con los límites de concentración del kit. Los kits de tipo-piscina de baño, generalmente miden en el rango de 1 a 5 ppm de cloro libre. Estos kits pueden proporcionar medida exacta si las muestras de agua provenientes del sistema de la planta empacadora, se diluyen hasta el rango del kit antes de ser medidos. Se debería utilizar agua destilada para diluir las muestras y determinar exactamente el cloro libre. Si la muestra se diluye con agua que contiene azufre o materia orgánica o cualquier químico, estos interferirán con las medidas exactas del cloro libre.

## Recomendaciones

1. Mantener los niveles de cloro libre entre 100 a 150 partes por millón.
2. Mantener el pH entre 6.5 y 7.5.
3. Cheque frecuentemente los niveles de pH y cloro libre. La instalación de sistemas automatizados para monitorear y ajustar los niveles de pH y cloro pueden ser efectivos; sin embargo se necesita de calibración constante y mantenimiento.
4. Drene el tanque al final del día y rellénelo con agua limpia.

5. Use todos los químicos de acuerdo a las instrucciones de la etiqueta (por ejemplo cloro, ácido muriático, soda cáustica, etc.)
6. Use filtros de limpieza especiales (self-cleaning screens) para remover gran cantidad de sedimento en los tanques de recepción.
7. Consulte las regulaciones locales para la eliminación del agua clorada.

## Mezclas de Soluciones de Cloro

Use la Tabla 1 como una guía rápida para mezclar soluciones de cloro. Para preparar una específica solución de cloro libre (ppm) usando hipoclorito de sodio (NaClO), use la fórmula siguiente.

1. **Determine la cantidad de hipoclorito de sodio (NaClO) concentrado a ser adicionado al volumen total de agua** (Se deben usar la mismas unidades para adicionar el concentrado de NaClO y el volumen total):
2. **Adicione la cantidad calculada de NaClO concentrado al tanque y complete con agua hasta el volumen final.**

## Ejemplo

1. Para alcanzar una concentración de 150 ppm de cloro libre en un tanque de recepción de 1,000 galones usando una solución de 12.75% de hipoclorito de sodio.
2. Adicione 1.18 galones de la solución de 12.75% de hipoclorito de sodio para 998.82 galones de agua. Ajuste el pH entre 6.5 y 7.5.

Tabla 1. Mezclando Soluciones de Cloro

ppm de Cloro Libre que se Desea	Pintas de Solución de 5.25% de NaClO por 100 gal. de agua	Pintas de Solución de 12.75% de NaClO por 100 gal. de agua	Onzas de 65% de Ca(ClO) <sub>2</sub>
50	0.8	0.3	1.0
75	1.1	0.5	1.5
100	1.5	0.6	2.1
125	1.9	0.8	2.6
150	2.3	0.9	3.1
175	2.7	1.1	3.6
200	3.0	1.3	4.1

Tabla 2.

Volumen del concentrado de NaClO para adicionar =  
ppm de cloro libre deseado \* volumen total en el tanque (% de  
NaClO del concentrado) \* 10,000

Tabla 3.

1. Volumen del concentrado de NaClO para adicionar =  
150 ppm \* 1,000 gal = 1.18 gal  
12.75% \* 10,000