

## MANEJO DEL CLORO PARA EL LAVADO DE FRUTAS Y HORTALIZAS

Sergio Carballo

Las frutas y hortalizas pueden ser afectadas por enfermedades durante el transporte o en el mercado de destino. En productos de exportación, las enfermedades de poscosecha pueden causar graves pérdidas económicas. Golpes y machucones durante el empaque, mal manejo sanitario de poscosecha y un enfriado inapropiado son las causas más importantes de podredumbres. En presencia de agua, los hongos y bacterias pueden penetrar fácilmente las aberturas de frutos y hortalizas. Además, la adecuada cloración del agua es un punto crítico en un programa de inocuidad alimentaria. Aunque existen otras alternativas, la cloración adecuada de toda el agua que entre en contacto con el producto es el método más comúnmente utilizado para matar microorganismos y prevenir pérdidas.

### ¿CÓMO SE PUEDE DESINFECTAR EL AGUA?

Aunque la cloración sea adecuada, no curará frutos y hortalizas podridos o desinfectará de patógenos que ya hayan penetrado a las heridas.

En operaciones comerciales de gran escala se utilizan el **cloro gas** ( $\text{Cl}_2$ ) o el **hipoclorito de calcio** ( $\text{CaCl}_2\text{O}_2$ ) entre otros agentes desinfectantes. En Uruguay el **hipoclorito de sodio** ( $\text{NaOCl}$ ) es el desinfectante más comúnmente utilizado hasta el momento. La concentración comercial de hipoclorito de sodio usualmente utilizada es de 100 g/l aunque existen formulaciones más diluidas de agua lavandina que se comercializan con fines domésticos.

El cloro ( $\text{Cl}$ ) es un muy potente desinfectante y con fuertes propiedades antioxidantes. La solución conocida como **agua clorada o agua lavandina**, consiste en una mezcla de cloro gas ( $\text{Cl}_2$ ), ácido hipocloroso ( $\text{HOCl}$ ), o iones hipoclorito ( $\text{OCl}^-$ ) en cantidades que varían con el pH y la temperatura. Los términos **cloro libre**, **cloro reactivo** o **cloro disponible** se utilizan para describir la cantidad de cloro en cualquier combinación y que puede producir reacciones oxidativas y desinfección. **Cloro total** se refiere al total de cloro presente en el agua tanto en forma disponible como combinado. En el agua del proceso, la forma deseable de cloro es el ácido hipocloroso ( $\text{HOCl}$ ), que es un bactericida más efectivo que el ión hipoclorito.

Cuando se agrega el hipoclorito de sodio al agua se produce la siguiente reacción:



### ¿QUÉ DOSIS APLICAR PARA EL LAVADO?

Aunque una concentración de 1 a 2 ppm de cloro disponible es suficiente para el agua doméstica, se requiere una concentración mucho mayor para el agua de lavado de productos hortifrutícolas. Esto se debe a que la materia orgánica reacciona permanentemente con el cloro.

Las dosis comúnmente utilizadas para el lavado de frutas y hortalizas varían de acuerdo al tipo y manejo del producto.

Tabla 1. Concentraciones de cloro más comúnmente utilizadas para lavar frutas y hortalizas.

PRODUCTO	Cloro disponible (ppm)*
Limón.	40-75
Maíz dulce, zapallo, kiwi, durazano, pelon, ciruela, espinaca.	75-100
Espárrago, brócoli, repollo, coliflor, apio, pepino, lechuga, melón, boniato, manzana, naranja.	100-150
Morrón, zanahoria, papa,	150-200
Tomate, pera.	200-300

\*pH 7 a 8

<sup>1</sup> Ing. Agr. M.Sc., Postcosecha, Programa Nacional de Horticultura. INIA Las Brujas scarball@lb.inia.org.uy

## ¿COMO CALCULAR LA DOSIS A APLICAR?

Las concentraciones de las soluciones se dan en partes por millón (ppm) o miligramos por litro (mg/lit). La cantidad de cloruro de calcio o hipoclorito de sodio a agregar al agua para alcanzar la concentración de cloro disponible deseada dependerá del porcentaje de cloro disponible en el producto comercial. El producto comercial debe indicar el porcentaje de cloro disponible.

El hipoclorito de sodio es la forma de cloro más comúnmente usada en pequeñas escalas. Para determinar la cantidad de NaOCl a añadir se debe tomar la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen de NaOCl necesario} = \frac{(\text{ppm de cloro disponible deseado}) * (\text{volumen total de agua})}{(\% \text{NaOCl en concentrado}) * (10000)}$$

Por ejemplo:

Deseamos aplicar 150 ppm de NaOCl en una pileta de 700 lt de agua. Disponemos de NaOCl concentrado Doble A (100 g/lit ó 10%).

$$\text{Volumen de NaOCl necesario} = \frac{150 \text{ ppm} * 700 \text{ lt}}{(10\% * 10000) \text{ ppm}} = 1.05 \text{ lt}$$

Por tanto se llena la pileta con 698,95 lt de agua y se le agrega 1,05 lt de solución comercial.

## ¿COMO MEDIR EL CLORO ?

Los kits para testear el cloro disponible (por ej. kits de piscina o papel indicador) miden el HOCl y el OCl<sup>-</sup> (cloro total disponible), por ello con solo esta medida no sabemos cuál es la cantidad de cloro para matar patógenos. Es necesario, por tanto, que los kits también incluyan medidas de pH.

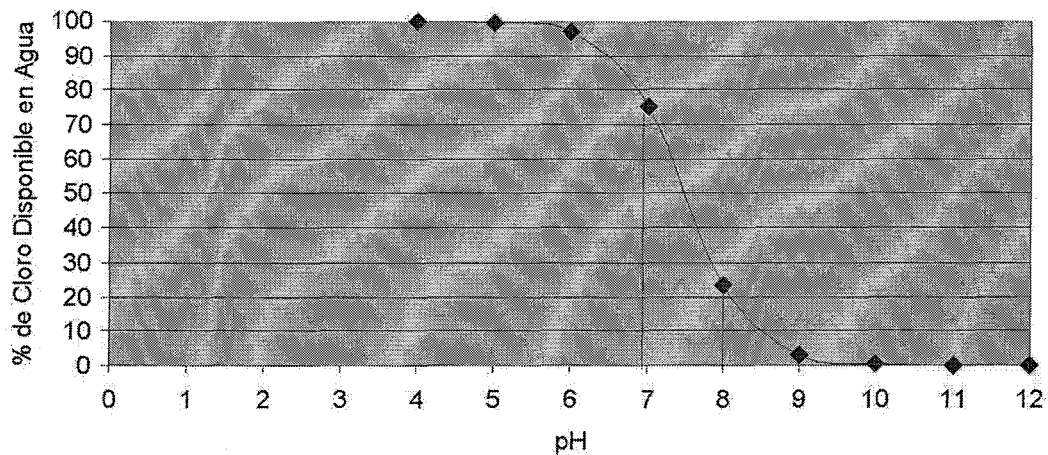
Recientemente se ha difundido el uso de medidores de ORP que miden el potencial de óxido reducción o la acción oxidativa de cualquier desinfectante en una condición dada. Es un método simple y práctico, que no requiere medidas complementarias de pH y temperatura. Un valor de ORP de 650 a 700 mV es suficiente para matar bacterias como *E. coli* y *Salmonella* en algunos segundos.

## ¿COMO FUNCIONA EL CLORO ?

**1. Reacciones de oxidación y cloración.** El cloro disponible reacciona con cualquier agente químico que acepta oxígeno. El cloro disponible en el agua es dinámico. La cantidad de cloro disponible decrece constantemente con reacciones de oxidación y cloración. Cuanto más materia orgánica en el tanque con agua (frutos, hojas, suelo, etc.) se pierde más rápido el cloro disponible. En consecuencia, el nivel de cloro del agua debe ser chequeado y renovado periódicamente, especialmente cuando se manejan grandes volúmenes de producto para empacar. Además cuando el agua se vuelve muy sucia debe ser reemplazada.

**2. Cambios del pH.** El pH es dinámico y puede aumentar o disminuir, dependiendo del material adherido al producto a lavar y de la fuente de cloro usada. Distintas fuentes de cloro tendrán diferentes efectos sobre el pH. El hipoclorito de sodio aumenta al pH.

La figura 1 muestra los porcentajes de cloro disponible que estarán disponibles para matar patógenos a varios valores de pH.



**Figura 1.** Valores relativos de cloro activo como porcentaje del cloro disponible en agua a distintos valores de pH.

Aunque parece ser una ventaja que el pH esté por debajo de 7.0, esto no es así ya que en la práctica se pierde rápidamente por evaporación y además es corrosivo. El rango de pH recomendado en el agua está entre 7.0 y 8.0.

**3. Efecto de la temperatura y tiempo de contacto.** Cuanto más reactiva la solución, más rápido los microbios morirán. La reactividad de la solución aumenta con mayores temperaturas. En muchas situaciones donde los efectos de temperaturas bajas y altos pH se combinan se reduce marcadamente la eficiencia del cloro disponible. Además de la concentración, pH y temperatura, la efectividad del tratamiento con cloro depende en gran manera del tiempo de exposición. Una exposición prolongada tiende a matar más patógenos que un leve contacto.

**4. Acción del cloro.** El cloro puede matar patógenos solamente como cloro disponible. Mata por contacto no sistémicamente. Solo es efectivo para matar patógenos que estén expuestos sobre la superficie del producto, no mata aquellos que estén por debajo de la piel del producto. Además, no tiene efecto residual, por lo que frutos y hortalizas expuestos a patógenos luego de ser tratados con solución clorada estarán susceptibles a infecciones.

**5. Olores producidos.** Dos compuestos volátiles son básicamente responsables de los olores desprendidos del agua clorada.

**A. Cloro gas.** Puede hacerse volátil en el agua, usualmente como consecuencia de un pH bajo de la solución (debajo de 4.0).

**B. Cloraminas.** Este olor es inevitable porque es el resultado de la reacción del cloro disponible con compuestos nitrogenados tales como nitratos de amonio, nitritos y proteínas. Es el olor típico de las piscinas. Este olor puede ser peor si existe una mala ventilación, si grandes volúmenes de materia orgánica pasan por el agua, si hay una excesiva cantidad del ion amonio en agua y/o si hay un bajo nivel de cloro disponible en solución.

Los olores deben ser controlados o disipados porque pueden causar malestar a los trabajadores y pueden ser perjudiciales para la salud humana.

**6. Cantidad de cloro necesaria para matar patógenos.** Las esporas de hongos son más difíciles de matar que las bacterias.

Tabla 2. Concentración mínima de cloro disponible necesaria para matar patógenos a dos temperaturas en pH neutro.

	25°C	35°C
HONGOS	30-40 ppm	10 ppm
BACTERIAS	< 20 ppm	< 10 ppm

Una concentración de cloro disponible de unos 50 ppm a pH 7.0 es recomendada para proteger la mayoría de las frutas dañadas de ser inoculadas con patógenos provenientes del agua. Se debe agregar más cloro si el pH es mayor y si las temperaturas están por debajo de 35°C.

El hipoclorito de sodio o de calcio está exento de requerimientos de tolerancia como residuos. Por ello, en el pasado se utilizaban dosis elevadas sin preocuparse del efecto adverso que pudieran ocasionar para la salud de los consumidores. Sin embargo, en la actualidad se conoce que el cloro puede producir compuestos tales como el cloroformo (CHCl<sub>3</sub>) u otros trihalometanos con probado efecto cancerígeno a altas dosis. Además, a pH elevado, el cloro puede reaccionar con el nitrógeno orgánico para producir cloraminas que son compuestos algo tóxicos. Por otra parte, si se usa el hipoclorito de sodio en demasía se puede dañar el equipo de packing, puede ser molesto para los trabajadores, puede dañar la superficie de los frutos y hortalizas y además es un gasto innecesario.

**7. Períodos de exposición necesarios para matar patógenos.** Tomando en cuenta las recomendaciones anteriores los períodos de exposición de 3 a 5 minutos generalmente son adecuados para controlar la mayoría de los patógenos poscosecha y microorganismos nocivos suspendidos en el agua. Períodos menores a 1 minuto de exposición pueden ser efectivos sólo si la concentración es muy alta.

**8. Desecho de agua clorada.** El agua usada no puede ser tirada directamente sobre aguas superficiales ya que las cloraminas son altamente tóxicas para la vida acuática. El agua de salas de empaque es considerada un agua industrial cuando se desecha sobre aguas superficiales. Los responsables de plantas de empaque deben consultar a agencias gubernamentales antes de desechar aguas cloradas.

#### ALGUNAS PAUTAS PARA UNA CLORACIÓN EXITOSA

1. Diferentes productos vegetales pueden variar en el manejo del packing y en la susceptibilidad a patógenos de poscosecha. Se aconseja evaluar la necesidad de agua para manejar el producto contra el riesgo de enfermedades. Si el agua no es necesaria en el proceso de empaque **es mejor no usarla**.
2. Si el agua es necesaria en el packing (tolvas de descarga, conductos, hidrogenfriado, etc.), la cloración debe hacerse para reducir los patógenos presentes en el agua y en la superficie del producto.
3. Monitorear frecuentemente (1 o 2 veces al día) el pH y la concentración de cloro disponible en agua, mediante papel indicador, kit o equipo electrónico. La concentración de cloro disponible debe de ser mantenida en general a 100-150 ppm a un pH de 7.0-8.0. La temperatura del agua debe ser chequeada también con termómetro. Con la misma cantidad de producto, se requerirá menores cantidades de cloro disponible cuando la temperatura es más alta.
4. Evite dejar el producto en agua clorada por períodos mayores a 5 minutos. Asegúrese que durante los recesos del personal de packing no quede producto en el agua clorada. Elimine lugares donde no circule agua.
5. Cambie el agua sucia diariamente o al menos una vez por semana.
6. Planee como va a deshacerse del agua sucia antes de usar el cloro. Tirarla en la tierra es normalmente permitido, pero los responsables del packing deben averiguar si requieren algún permiso.
7. Por la seguridad y confort de los trabajadores, conviene que se prevea la forma de evitar y/o remover olores de cloro en packings cerrados.
8. La cloración del agua no es suficiente para prevenir de todas las enfermedades de poscosecha y microorganismos que afectan la salud humana. El control de patógenos en el campo, la higiene adecuada, y el enfriado rápido deben ser parte de un programa de manejo de enfermedades.

## BIBLIOGRAFÍA

Bartz, J. A. 1998. Managing microbes in postharvest operations. Proc. Florida Postharvest Horticulture Institute, University of FL, Gainesville, FL. 10p.

Boyette, M.D. D. F. Ritchie, S. J. Carballo, M. Blankenship, y D. C. Sanders. Chlorination and postharvest disease control. North Carolina Cooperative Extension Service. AG-414-6.

Fraschini Tony y Andrea Pastore. 2002 Información sobre el Cloro. Revisión bibliográfica realizada por Dpto. Técnico de URUD'OR S.A.

Suslow T. Chlorination in the Production and Postharvest Handling of Fresh Fruits and Vegetables. University of California Davis. <http://postharvest.ucdavis.edu>

### Sitios de referencia en Internet:

USDA Food and Nutrition Information Center - [www.nal.usda.gov/fnic](http://www.nal.usda.gov/fnic)

USDA FSIS Q&A about HACCP - [www.fsis.usda.gov/OA/haccpq&a.htm](http://www.fsis.usda.gov/OA/haccpq&a.htm) Partnership For Food Safety Education - [www.fightbac.org](http://www.fightbac.org)

A Gateway to Government Food Safety Information - [www.foodsafety.gov](http://www.foodsafety.gov)

FDA Center for Food Safety & Applied Nutrition - [vm.cfsan.fda.gov](http://vm.cfsan.fda.gov)

Food Safety Guide - [vm.cfsan.fda.gov/~dms/prodguid.html](http://vm.cfsan.fda.gov/~dms/prodguid.html)

American Food Safety Institute - [www.americanfoodsafety.com](http://www.americanfoodsafety.com)

University of California, Davis - [www.ucdavis.edu](http://www.ucdavis.edu)

CC Department of Food and Agriculture, Food Safety Issues - [www.cdfa.ca.gov/foodsafety](http://www.cdfa.ca.gov/foodsafety)

Produce Marketing Association - [www.pma.com](http://www.pma.com)

The National Food Safety Database - [www.foodsafety.org](http://www.foodsafety.org)

Davis Fresh Technologies - [www.davisfreshtech.com](http://www.davisfreshtech.com)

International Fresh-cut Produce Association - [www.fresh-cuts.org](http://www.fresh-cuts.org)

North Carolina State Univ. Cooperative Extension Serv. - [www.ces.ncsu.edu/depts/food-sci/agentinfo](http://www.ces.ncsu.edu/depts/food-sci/agentinfo)