



Facultad de
Ciencias Agrarias
y Forestales



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

LIPA, Laboratorio de Investigación en Productos Agroindustriales, Facultad de Cs. Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Calle 60 y 119 s/n, CP 1900, La Plata, Argentina. Tel +54-0221-4236758 int. 441. E-mail lipa@agro.unlp.edu.ar
Página web: <http://lipa.uids.testing.sedici.unlp.edu.ar/>

DESINFECCIÓN FRUTAS Y HORTALIZAS FRESCAS PARA EL MERCADO FRESCO

La desinfección es una etapa de gran importancia para reducir el riesgo de contaminación microbiológica en las frutas y hortalizas frescas. Aquí te contamos los aspectos más salientes a considerar a la hora de realizarla.

1. DESINFECCIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS ; PARA QUÉ?

El objetivo primario de la desinfección del agua que entra en contacto con las frutas y hortalizas en la postcosecha es ***i) minimizar la transmisión de patógenos humanos que pudieran eventualmente estar adheridos a su superficie al momento de la cosecha o que pudieran entrar en contacto con éstos durante la manipulación.***

Algunos de los organismos patógenos que se han asociado en forma más



frecuente con contaminación de frutas y hortalizas frescas son las bacterias como *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* y en menor medida algunas cepas de *Escherichia coli*, los virus como el de la Hepatitis A y parásitos como *Giardia*. La desinfección también ***ii) posee efectos sobre microorganismos alterantes responsables de podredumbres en postcosecha y por tanto este tipo de tratamientos pueden ejercer un rol en su control. En este grupo se encuentran algunas bacterias como Pectobacterium responsable de podredumbres blandas pero predominan los mohos como Botrytis, Monilia, Alternaria, Fusarium, Geotrichum, Colletotrichum, Mucor o Rhizopus.*** Finalmente, la desinfección también procura ***iii) evitar la proliferación y redistribución microbiana en el agua que se emplea en el refrescado y enfriado o lavado, especialmente si estas operaciones se realizan con agua por inmersión sin renovación constante o por aspersion, pero con recirculación.***



2. ¿ES POSIBLE POR UNA DESINFECCIÓN ASEGURAR LA ELIMINACIÓN DE PATÓGENOS EN VEGETALES QUE SE HAN CONTAMINADO?

Numerosos estudios publicados a la fecha indican que *una vez que se ha contaminado la superficie de una fruta u hortaliza no es posible asegurar la eliminación total de los microorganismos con los métodos de desinfección comúnmente empleados para productos frescos*. Puesto que pueden en ciertos casos permanecer en rugosidades de la superficie o internalizar en los tejidos del vegetal una vez que han sido contaminados. Esto, sumado a que las dosis infectivas de muchos de los patógenos humanos antes mencionados son bajas hacen que, *si bien la desinfección debe realizarse en forma apropiada, la inocuidad de los vegetales para el consumo fresco debe basarse en la prevención de la contaminación a lo largo de todo el proceso productivo más que en su eliminación o en el control del producto final*.

3. ¿CUÁL ES LA OPCIÓN MÁS COMÚNMENTE SELECCIONADA EN LA DESINFECCIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS FRESCAS?

El hipoclorito en sus formas sódica o cálcica son las opciones más utilizadas en la desinfección de las frutas y hortalizas frescas. Son fáciles de manipular y en general no tienen un costo elevado. El hipoclorito de sodio se encuentra disponible en solución acuosa en diferentes concentraciones y es uno de los productos más comunes. El hipoclorito de calcio se encuentra comercialmente como polvo granulado o en tabletas. En esta forma es más estable que las soluciones de hipoclorito de sodio, pero debe asegurarse su total disolución al momento de uso. Si bien depende de la formulación particular, el contenido de hipoclorito de este producto suele ser 65-70%. Estas dos formas poseen como ventaja que no requieren instalaciones especiales como cilindros o sistemas de generación *in situ* como fuentes alternativas de cloración como cloro gaseoso, dióxido de cloro o agua electrolizada.

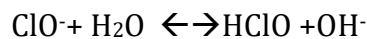
Las sales de hipoclorito en solución acuosa generan por disociación al anión hipoclorito (ClO^-). Este reacciona con el agua formando **ácido hipocloroso (HClO) que es la forma activa en la desinfección**. Esto se debe a que el HClO sin carga posee más facilidad para el ingreso en las células que el correspondiente anión cargado, inactivando a los microorganismos al ejercer una acción oxidante inespecífica de los componentes celulares.

4. ¿QUÉ FACTORES SE DEBEN CONSIDERAR PARA REALIZAR UNA DESINFECCIÓN APROPIADA CON HIPOCLORITO?

a. Concentración de desinfectante. Normalmente los niveles de hipoclorito utilizados son de **100 a 200 ppm (mg L^{-1})**. Sólo en el caso que se desinfecten vegetales que se hayan desarrollado en forma subterránea (papa, batata, zanahoria) pueden emplearse niveles un poco más elevados (hasta 400 mg L^{-1}).



b. pH del agua. Resulta imposible hablar de eficacia de clorinado sin mencionar la vital importancia del pH del agua. Como se mencionó anteriormente la forma activa en la desinfección es el ácido hipocloroso y éste se encuentra en equilibrio con el anión hipoclorito en un equilibrio afectado por el pH del agua:



Si el pH del agua es muy ácido (ej. 3 o 4, lo cual no es frecuente en la práctica en nuestra área) se corre riesgo que parte del cloro se pierda en forma gaseosa. En el otro extremo, si el agua es alcalina (situación más común) la proporción de HClO o forma deseable comienza a disminuir rápidamente. Esto puede ejemplificarse con claridad en la **Tabla 1**. Allí se presenta la variación en las proporciones de HClO y ClO⁻ en función del pH. Si el agua presentase pH 8,5 sólo un 15% del cloro adicionado se encontrará como HClO. Por ello, **es fundamental que el agua de desinfección presente un pH entre 6 y 7**. Si fuera necesario esto puede realizarse con ácido cítrico, clorhídrico o fosfórico. El control de pH puede realizarse por ejemplo empleando tiras de papel indicadoras.

Tabla 1. Proporciones de ácido hipocloroso (HClO, forma activa) e hipoclorito (ClO⁻) en función del pH del agua de desinfección.

pH agua	% de HClO	% de ClO ⁻
3,5	90	0
4,0	95	0
4,5	100	Rastro
5,0	100	Rastro
5,5	100	Rastro
6,0	98	2
6,5	95	5
7,0	78	22
7,5	50	50
8,0	22	78
8,5	15	85
9,0	4	96
9,5	2	98
10,0	0	100

c. Materia orgánica. La materia orgánica presente en partículas de tierra, inevitable en muchos productos fruti-hortícolas a los que suele adherirse, interfiere con la acción desinfectante del ácido hipocloroso. Al reaccionar con



Facultad de
Ciencias Agrarias
y Forestales



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

LIPA, Laboratorio de Investigación en Productos Agroindustriales, Facultad de Cs. Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Calle 60 y 119 s/n, CP 1900, La Plata, Argentina. Tel +54-0221-4236758 int. 441. E-mail lipa@agro.unlp.edu.ar
Página web: <http://lipa.uids.testing.sedici.unlp.edu.ar/>

éste forma especies como las cloraminas, que, si bien tienen aún efecto desinfectante, actúan más lentamente que el ácido hipocloroso. En ese sentido, se considera cloro efectivo al que no se encuentra combinado con la materia orgánica (conocido también como cloro libre). ***Desde el punto de vista práctico, las posibles recomendaciones para no perder eficiencia en la desinfección por presencia de materia orgánica son i) reemplazar frecuentemente el agua, ii) realizar un prelavado para eliminar la mayor cantidad de tierra antes de la desinfección propiamente dicha, iii) si bien pueden ser menos eficientes en el contacto con la superficie del producto, los sistemas de ducha o aspersión resultan más simples de mantener con baja carga de materia orgánica respecto a las piletas de inmersión.***

d. Tiempo de contacto. En este aspecto existe una gran variación en la literatura. En muchos casos se recomiendan tiempos de contacto de entre 3 a 10 minutos. De todos modos, en la práctica, en muchas instalaciones de desinfección el proceso rara vez dura más que 1 o 2 minutos. Si no existe un enjuague posterior puede considerarse que el producto húmedo continúa en contacto con el agente activo.

e. Temperatura del agua. Desde el punto de vista de la eficacia del ácido hipocloroso esta es algo mayor al elevar la temperatura. De todos modos, esto puede favorecer la pérdida del compuesto y el uso de temperaturas altas no resulta práctico para frutas u hortalizas frescas, en las que el agua suele emplearse, además, para eliminar el calor de campo. Con relación al uso de agua muy fría en la desinfección algunos autores han sugerido que puede favorecer la internalización de microorganismos por la succión derivada de la reducción del volumen de gas en el interior el producto. De todos modos, esto no se ha demostrado en forma definitiva. En términos generales, y salvo en cítricos en los que en algunos casos se realizan tratamientos alcalinos en caliente *ex profeso*, se recomienda en general el empleo de agua fresca para la desinfección.

f. Presencia de surfactantes. Dado que la superficie de algunos vegetales es difícil de mojar por la presencia de ceras u otros compuestos hidrofóbicos, se ha sugerido que la adición de surfactantes como el polisorbato 80, ésteres de sorbitán u otros productos similares podría mejorar en algunos casos la eficacia de la desinfección.

5. ¿EXISTEN EFECTOS INDESEABLES DE LA CLORACIÓN? ¿CUÁL ES LA RECOMENDACIÓN ENTONCES?

En algunos casos se ha descrito que el hipoclorito puede dar lugar, mediante reacción con compuestos orgánicos, subproductos como ácido cloroacético, las cloroacetonas y los haloacetónitrilos. En ese sentido, se está prestando mucha atención a esto. Una alternativa más allá de la búsqueda de desinfectantes



Facultad de
Ciencias Agrarias
y Forestales



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

LIPA, Laboratorio de Investigación en Productos Agroindustriales, Facultad de Cs. Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Calle 60 y 119 s/n, CP 1900, La Plata, Argentina. Tel +54-0221-4236758 int. 441. E-mail lipa@agro.unlp.edu.ar
Página web: <http://lipa.uids.testing.sedici.unlp.edu.ar/>

alternativos ha sido en algunos casos la relación de un enjuague con agua no clorada luego de la desinfección. Más allá de ello, de momento es importante indicar que al menos en el estado actual del conocimiento se considera que los beneficios de la desinfección superan ampliamente al potencial riesgo de estas sustancias. En la distribución de agua para red existen diferentes estrategias para minimizar la presencia de estos subproductos. En el caso de procesos de desinfección de productos fruti-hortícolas una de las opciones más factibles pareciera un lavado final con algún mínimo contenido de cloro.

6. ¿EXISTEN OTROS AGENTES DESINFECTANTES DISPONIBLES?

Comercialmente existen disponibles otros agentes desinfectantes para frutas y hortalizas

Agua electrolizada (AE) El agua activada electroquímicamente es una solución generada al pasar una solución salina diluida (comúnmente se utiliza el cloruro de sodio o el cloruro de potasio) a través de una celda electrolítica formada por un electrodo negativo (cátodo) y uno positivo (ánodo), separados por una membrana diafragmática. En el ánodo se obtiene el AE ácida o también llamada agua reducida. Se producen varios compuestos de iones y cloro como HClO, OCl⁻ y Cl₂. Se puede producir *in situ* a la concentración a utilizar y, por lo tanto, evitar muchos de los riesgos asociados con el cloro. Los principales factores que afectan la eficacia de la AE contra los microorganismos son: el contenido de materia orgánica del agua, el pH o los productos a base de cloro. El AE genera subproductos de la desinfección originados a partir del ClO⁻ y HOCl cuando se combinan con materia orgánica. Por lo tanto, todas las desventajas mencionadas, asociadas con el uso de hipoclorito con respecto a la acumulación de subproductos de desinfección, cuando se trata el agua de proceso que contiene alta carga orgánica, también se aplican al agua electrolizada.

Dióxido de cloro (ClO₂) Se emplea en algunas plantas de empaque de frutas en las que pueda resultar complejo evitar la materia orgánica en el agua o difícil ajustar el pH del agua (es menos afectado por éstos). Este es un gas con gran poder oxidante, mayor que el cloro gaseoso. Típicamente, el dióxido de cloro se genera, inmediatamente antes de su aplicación, añadiendo gas cloro o una solución acuosa de cloro a una disolución acuosa de clorito sódico. Se lo emplea en concentraciones bajas de 3 a 5 ppm. Posee como ventaja que en agua es eficaz contra la gran mayoría de microorganismos. Es relativamente caro para aplicaciones agrícolas debido a que necesita generarse en el sitio de uso con programas de seguridad especiales para los trabajadores debido al peligro de explosión por tratarse de un gas inestable al alcanzar concentraciones en el aire superiores al 10%. El principal subproducto derivado del uso de dióxido de cloro es el ion clorito,



Facultad de
Ciencias Agrarias
y Forestales



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

LIPA, Laboratorio de Investigación en Productos Agroindustriales, Facultad de Cs. Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Calle 60 y 119 s/n, CP 1900, La Plata, Argentina. Tel +54-0221-4236758 int. 441. E-mail lipa@agro.unlp.edu.ar
Página web: <http://lipa.uids.testing.sedici.unlp.edu.ar/>

Ácido peroxiacético (C₂H₄O₃) Consiste en una mezcla de ácido acético y peróxido de hidrógeno. Es probablemente el que mayor crecimiento tendrá en el futuro en términos de su uso. Se emplea en concentraciones similares al hipoclorito y posee como ventaja no dejar subproductos cuestionados en el vegetal.

Ozono(O₃) El ozono gaseoso es comparado con el ácido peroxiacético al no dejar residuos en los productos. Es un oxidante aún más potente que el cloro, lo que lo hace muy eficaz. El ozono gaseoso (O₃) se forma haciendo pasar aire seco u oxígeno a través de un campo eléctrico de tensión alta. El aire enriquecido en ozono obtenido se añade directamente al agua mediante difusores porosos. Se utiliza en niveles de 1 a 2 ppm. En este caso se recomienda una temperatura baja del agua para evitar maximizar su solubilidad. Se emplea en la industria de los alimentos para la desinfección deseada y en aguas minerales en las que el clorinado no se encuentra permitido. De todos modos, debe generarse *in situ* y no resulta fácil estabilizar la concentración del gas disuelto en el agua. Por otra parte, es muy corrosivo y en caso de que se desprenda en fase gaseosa resulta muy tóxico. La exposición de las personas a niveles por encima de 0,1 ppm en fase gaseosa por 8 horas no es recomendada. Estos aspectos dificultan su uso, por lo que se ha utilizado en casos puntuales.

Cloro gaseoso (Cl₂) Se utiliza solo en grandes plantas como por ejemplo en algunas instalaciones de desinfección de agua potable a gran escala. Implica contar con instalaciones especiales y se trata de una sustancia peligrosa. El gas cloro licuado se suministra comprimido en recipientes a presión. Un clorador extrae el gas del cilindro y lo añade al agua de forma dosificada, simultáneamente controlando y midiendo el caudal de gas y se adiciona burbujeando al producto en el agua en donde se produce la siguiente reacción: $Cl_2 + H_2O \rightarrow HClO + H^+ + Cl^-$.

7. CONSIDERACIONES FINALES PARA UNA CORRECTA DESINFECCION

Un correcto plan de desinfección debe encontrarse enmarcado en un procedimiento integral de buenas prácticas agrícolas y de acondicionamiento. Las fuentes más comunes de contaminación son las manos o los envases sucios.

La desinfección de frutas y hortalizas es una etapa muy importante para mejorar la calidad microbiológica de los productos. Recordá, si un producto no es inocuo no es alimento.



Facultad de
Ciencias Agrarias
y Forestales



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

LIPA, Laboratorio de Investigación en Productos Agroindustriales, Facultad de Cs. Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Calle 60 y 119 s/n, CP 1900, La Plata, Argentina. Tel +54-0221-4236758 int. 441. E-mail lipa@agro.unlp.edu.ar
Página web: <http://lipa.uids.testing.sedici.unlp.edu.ar/>

ANEXO I. FORMULAS DE CÁLCULO

A. FÓRMULA PARA PREPARAR UNA SOLUCIÓN DESINFECTANTE DE NaClO A PARTIR DE UNA SOLUCION CONCENTRADA

$$D_c = V_a \times \left(\frac{ppm_{pc}/10}{\%C_{pc}} \right) \text{ en donde:}$$

D_c = Dosis de cloro que debe ser añadida a la solución (mL)

V_a = Volumen de agua en el tanque o pileta a clorar (Litros)

ppm_{pc} = Parte por millón de cloro necesario para tener efecto desinfectante (100 a 200 normalmente)

$\%C_{pc}$ = Concentración % del cloro indicado en la etiqueta del producto comercial a emplear

B. FÓRMULA PARA PREPARAR UNA SOLUCION DESINFECTANTE DE Ca(ClO)₂ PRODUCTO SÓLIDO

$$D_c = V_a \times \left(\frac{ppm_{pc}/10}{\%C_{pc}} \right) \text{ en donde:}$$

D_c = Dosis de cloro que debe ser añadida a la solución (g)

V_a = Volumen de agua en el reservorio a clorar (Litros)

ppm_{pc} = Parte por millón de cloro necesario para tener efecto desinfectante (100 a 200 normalmente)

$\%C_{pc}$ = Concentración % del cloro indicado en la etiqueta del producto comercial a emplear

ANEXO II. CONTROL DEL NIVEL DE CLORO ACTIVO EN LINEAS DE DESINFECCION

Si se desea hacer un correcto clorinado debe comprenderse que en el caso que el producto fluye, el desinfectante se consumirá conforme avanza el proceso. Si se desea realizar un control del nivel de cloro pueden emplearse cintas que determinen cloro libre y pH. Estas dos medidas resultan necesarias para asegurar la adecuada dosificación de desinfectante en primer lugar, y en segundo término la presencia de este en la forma activa de ácido hipocloroso. Existen equipos más complejos como clorímetros y pHmetros que permiten también realizar un control de estas dos variables. El clorímetro suele determinar el cloro libre y luego de hacer reaccionar la muestra de agua del tanque de desinfección con dietil-p-



Facultad de
Ciencias Agrarias
y Forestales



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

LIPA, Laboratorio de Investigación en Productos Agroindustriales, Facultad de Cs. Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Calle 60 y 119 s/n, CP 1900, La Plata, Argentina. Tel +54-0221-4236758 int. 441. E-mail lipa@agro.unlp.edu.ar
Página web: <http://lipa.uids.testing.sedici.unlp.edu.ar/>

fenilendiamina (DPD) esta genera una solución color rosa cuya absorbancia es proporcional a la presencia de cloro. Una forma más sofisticada que procura prescindir de realizar 2 mediciones es utilizar un indicador de potencial de óxido reducción (ORP). El fundamento general de realizar una determinación con estos sensores es que directamente indica el cloro presente en la forma activa. Los niveles de ORP recomendados para tanques de lavado se ubican en los 750 mV.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Organismo internacional regional de sanidad agropecuaria. Guía para uso de cloro en desinfección de frutas y hortalizas de consumo fresco. Recuperado desde: <https://www.oirsa.org/>
- Suslow. T. (1997). Postharvest Chlorination. *Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 8003.*
- Suslow. T. (2004). Oxidation-Reduction Potential (ORP) for Water Disinfection Monitoring, Control, and Documentation. *Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 8149.*
- Suslow. T. (2006). Making Sense of Rules Governing Chlorine Contact in Postharvest Handling of Organic Produce. *Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 8198.*