

## REVISIÓN

# HACCP en plantas artesanales pequeñas y medianas dedicadas a la producción de hortalizas de IV y V Gama\*

Vazquez-Armenta F Javier<sup>1</sup>, Ayala-Soto Rosa E<sup>1</sup>, Cruz-Valenzuela M Reynaldo<sup>1</sup>, González-Aguilar Gustavo A<sup>1</sup>, Ayala-Zavala J Fernando<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Carretera a la Victoria km 0,6, Apartado Postal 1735, Hermosillo (83000), Sonora, México. Correo electrónico: jayala@ciad.mx

Recibido: 10/6/15 Aceptado: 20/2/16

## Resumen

La oferta de alimentos frescos mínimamente procesados está creciendo, por lo que resulta indispensable que dichos productos puedan ser utilizados sin riesgos para la salud de los consumidores. Estos riesgos pueden repercutir no solamente en serios efectos en la salud del hogar y en la productividad de las empresas, sino incluso en responsabilidades legales de las empresas productoras. El número de plantas de procesamiento de hortalizas en las diferentes escalas se ha incrementado durante los últimos años en muchos países. Al mismo tiempo, los productos vegetales frescos han sido implicados en diferentes investigaciones como principal fuente de infección. Además, la manipulación durante el procesamiento y la falta de tratamientos térmicos hace que los puntos de control del riesgo en su proceso sean difíciles de establecer. Es por eso que en esta revisión se destaca la importancia de la implementación de programas efectivos como las buenas prácticas de manufactura (BPM), los procedimientos estándares operativos de saneamiento (PEOS) y el análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP) que ayuden a asegurar la inocuidad de estos alimentos.

**Palabras clave:** inocuidad, vegetales frescos cortados, desinfección

## Summary

# HACCP in Small and Medium Artisan Plants Dedicated to the Production of IV and V Gamme Vegetables

The supply of minimally processed fresh foods is growing, so it is essential that the products can be used without risk to the health of consumers. Such risks can result not only in serious effects on home health and business productivity, but even in legal responsibilities for producers. The number of vegetable processing plants in different scales has increased in recent years in many countries. At the same time, fresh plant products have been involved in various researches as the main source of infection. Also, handling during processing and lack of heat treatment turn risk control points during the process difficult to establish. For this reason, this review highlights the importance of effective programs implementing Good Manufacturing Practices (GMP), Sanitation Standar Operating Procedures (SSOP) and Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) which aid in assuring the safety of these foods.

**Keywords:** safety, fresh cut vegetables, disinfection

## Introducción

En los últimos años, se ha incrementado el número de casos de enfermedades transmitidas por alimentos y en su mayoría se han asociado al consumo de vegetales frescos (Duan *et al.*, 2013; Puig Peña *et al.*, 2014). Esto ha propiciado un interés en el estudio de métodos para reducir al mínimo la carga microbiana, particularmente de aquellos microorganismos potencialmente nocivos para la salud. Según la Organización Mundial de la Salud, el prevenir la contaminación es la estrategia más efectiva para el control de la transmisión de enfermedades (García de la Rosa *et al.*, 2012). Es por ello que los procesadores de vegetales frescos cortados deben tener como prioridad la inocuidad de sus productos. Actualmente, se realizan grandes esfuerzos para desarrollar e implementar programas efectivos que aseguren la inocuidad de estos alimentos.

Dentro de los programas implementados se encuentran las buenas prácticas agrícolas (BPA) y las buenas prácticas de manufactura (BPM), los procedimientos estándares operativos de saneamiento (PEOS) y el análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP, *hazard analysis and critical control points*). La operación e implementación adecuada de estos programas ayuda a prevenir la contaminación física, química y microbiológica de los productos, lo que permite asegurar la inocuidad de los vegetales frescos cortados. La reducción del número de patógenos sobre los productos puede lograrse con diferentes procesos de lavado (Sperber, 2013). Por esta razón, es importante contar con estos programas en cada una de las etapas durante el desarrollo de estos productos. Un hecho importante concerniente a los patógenos humanos es que la contaminación puede darse en cualquier momento durante el cultivo, cosecha, procesamiento, empaque, distribución y comercialización (Harwood *et al.*, 2014). Por lo tanto, la prevención de la contaminación debe darse en cada una de las etapas de toda la cadena de procesamiento.

## Sistema HACCP

HACCP es un sistema preventivo que identifica, evalúa y previene los peligros que son importantes para la inocuidad de los alimentos. HACCP fue diseñado para evaluar y monitorear peligros potenciales de tipo biológico, químico o físico, así como la forma de reducirlos, prevenirlos o eliminarlos. El sistema HACCP tiene como objetivos hacer un producto alimenticio inocuo, y probar que el alimento ha sido producido de la misma manera. Muchas compañías han demostrado que HACCP es un método efectivo de

manejo de seguridad alimentaria, debido a su enfoque en la raíz del problema (Gutiérrez *et al.*, 2010). Los beneficios adicionales incluyen el conocimiento de las posibles fuentes de contaminación a reducir, mejorando la calidad del producto, reduciendo pérdidas y ganando la confianza de los consumidores a través de la documentación del programa.

## Puntos críticos de control

La identificación de los puntos críticos de control consiste en determinar las etapas en las que puede aplicarse un control para prevenir, eliminar o reducir un peligro potencial para la salud humana a niveles aceptables (Marques *et al.*, 2012). Se controlan la calidad o los atributos legales del producto, los cuales no están relacionados directamente con el control de la inocuidad. Los riesgos pueden ser a) un agente biológico: microorganismos patógenos, los cuales no se encuentran normalmente en el alimento, con potencial de causar algún daño o provocar diferentes enfermedades; b) físico: materia extraña que no se encuentra normalmente en el alimento, puede ser de diferentes fuentes y causar diferentes daños al consumidor y manipulador del alimento; o c) cualquier sustancia química que pueda contaminar el alimento y causar alteraciones en el sabor y apariencia física, así como provocar diferentes grados de intoxicación en el consumidor (Wallace *et al.*, 2014).

## Principios del HACCP

HACCP es un método simple, altamente específico de control de peligros, que se desarrolla basándose en siete principios (FDA, 2012): 1) conducir un análisis de peligros, 2) identificar los puntos críticos de control (PCC), 3) establecer los límites críticos en cada PCC, 4) establecer los procedimientos para monitorear cada PCC, 5) establecer acciones preventivas y correctivas, 6) establecer procedimientos para verificar que el programa está trabajando correctamente, 7) establecer registros y documentación para mantener el HACCP y asegurar su eficacia.

## Planeando HACCP para la industria de productos vegetales frescos cortados

La industria de productos vegetales frescos cortados demanda un papel activo de los programas de seguridad alimentaria, saneamiento de la planta y procesos de producción. Por lo tanto, la utilización del HACCP ayudará a minimizar los peligros potenciales que puedan asociarse con el procesamiento de estos productos (Martin-Belloso y

Fortuny, 2011). Por otra parte, la implementación de este programa es una herramienta efectiva en el mejoramiento continuo de los sistemas de calidad de esta industria. El formato para desarrollar el programa HACCP debe ser específico para cada proceso (Wang y Tian, 2008). En tanto, el desarrollo de un plan genérico puede servir como herramienta para crear un programa HACCP para un producto dado. Sin embargo, se debe enfatizar que el modelo no es aplicable para cualquier empresa, línea de proceso o producto.

### **Pre-requisitos para implementar el HACCP en la industria de productos vegetales frescos cortados**

HACCP no es un programa que pueda asegurar la inocuidad y adicionalmente la calidad del producto por sí solo. Para que el sistema HACCP sea efectivo y ofrezca una mayor protección sanitaria de sus alimentos, debe estar soportado por las buenas prácticas agrícolas (BPA), buenas prácticas de manufactura (BPM) y los procedimientos estándares operativos de saneamiento (PEOS). La inclusión de estos en los procesos de la industria de productos vegetales cortados, debidamente documentados, permite la integración de aspectos básicos de la higiene alimentaria en un sistema de calidad (Rosas y Reyes, 2008). Estos pre-requisitos ayudan a implementar y mantener un buen plan HACCP en el procesamiento de productos vegetales cortados. Por ejemplo, las BPA nos proveen guías acerca de cómo minimizar los potenciales peligros biológicos y químicos durante la precosecha, cosecha y transporte del producto fresco entero. Las BPM nos ayudan a minimizar los riesgos que se corren durante el procesamiento del producto; así como a verificar que el producto haya sido desinfectado adecuadamente y empacado bajo condiciones sanitarias. Los PEOS son métodos establecidos y diseñados para ser cumplidos rutinariamente en la ejecución de situaciones u operaciones sanitarias designadas (Rosas y Reyes, 2008).

### **Buenas prácticas de manufactura**

Las buenas prácticas de manufactura incluyen todos los métodos y procedimientos de la planta procesadora que contribuyan a minimizar los riesgos de contaminación del producto fresco mientras se prepara para el mercado. Incluyen aspectos relacionados con la infraestructura y sus alrededores, equipos, operaciones sanitarias dentro y fuera de la planta, control de la materia prima y operaciones de

empaque, control de plagas, higiene del personal, registros y otros. La higiene es el factor principal que se debe inculcar en todos los empleados, quienes son la fuente más importante de microorganismos patógenos. Por esta razón, todos los empleados deben recibir capacitación para conocer las reglas de higiene de la empresa. Además, esta tiene la responsabilidad de monitorear y promover la educación en materia de higiene en relación con el control de enfermedades (Gómez y García, 2013).

### **Limpieza y desinfección de la planta procesadora, equipos y utensilios**

La planta procesadora tiene que reunir condiciones de higiene para eliminar toda fuente de contaminación. Todas las superficies que vayan a estar en contacto con el alimento deben mantenerse limpias, secas y desinfectadas. Si necesitan mojarse para limpiarlas y desinfectarlas, es necesario secarlas antes de usarlas. Las superficies y equipos que no entran en contacto con los alimentos también tienen que limpiarse periódicamente según se establezca en los procedimientos. Es necesario establecer un plan de limpieza de la planta por escrito y registrar todas las actividades de limpieza que se hagan (hora, labor, quien la hizo, etc.). El plan debe incluir todas las superficies que puedan estar en contacto en la fruta, utensilios y equipos de planta (balanzas, mesas, cajas, etc.). En ese plan se incluye la descripción de la actividad, los procedimientos y la frecuencia en que deben hacerse. Es importante remover cualquier síntoma de corrosión, y vigilar que no existan fugas de aceite. Las mesas, balanzas y otros equipos deben someterse a un programa de mantenimiento, limpieza y desinfección para minimizar los riesgos de contaminación (Iranzo *et al.*, 2010).

### **Sustancias utilizadas para la limpieza y desinfección**

La limpieza incluye el uso de métodos físicos como el fregado y métodos químicos como el uso de detergentes, ácidos o álcalis, para eliminar la suciedad, polvo y otros residuos sobre los equipos y otras superficies. Un buen agente limpiador debe disolverse rápidamente en agua, no ser corrosivo sobre las superficies metálicas, tener una buena acción humectante, buenas propiedades de dispersión y enjuagado, acción germicida, bajo costo y nula toxicidad para los operadores en las condiciones de uso previstas. Para las superficies de acero inoxidable se recomienda el uso de limpiadores alcalinos o ácidos no

abrasivos, mientras que para otros metales (cobre, aluminio, superficies galvanizadas) se utilizan sustancias moderadamente alcalinas con inhibidores de corrosión, para la madera detergentes tensoactivos y para los suelos de concreto limpiadores alcalinos (Tapia *et al.*, 2015).

Los detergentes y desinfectantes usados para la limpieza y desinfección tienen que ser permitidos para alimentos. Es necesario identificarlos y almacenarlos separadamente de la materia prima, empaques y producto terminado para que no contaminen los alimentos. El proceso de desinfección debe ser eficaz para destruir o reducir sustancialmente la cantidad de microorganismos no deseados de las superficies, sin afectar la calidad del producto ni la seguridad para el consumidor. Los desinfectantes más usados son el cloro (hipoclorito de sodio o de calcio), el yodo y el amonio cuaternario (Tapia *et al.*, 2015). Cuando se usa cloro, se debe controlar la temperatura y el pH, y realizar cambios frecuentes del agua de lavado, ya que los compuestos clorados pueden reaccionar con la materia orgánica, disminuyendo su efectividad (Criquet *et al.*, 2015; Chaidez *et al.*, 2012). Los compuestos de yodo se usan para desinfectar equipos y superficies. Las soluciones de amonio cuaternario son más estables a temperatura ambiente, son solubles en agua, no son corrosivas como el cloro ni irritan la piel. Es importante seguir las recomendaciones de uso de los agentes desinfectantes y no abusar con cantidades excesivas que puedan perjudicar la salud de los operarios o contaminar el producto (Burnett y Hagberg, 2014).

### Hábitos de higiene del personal

La mayoría de los casos de enfermedades provocadas por los alimentos contaminados son atribuidos a los manipuladores de los alimentos. Este porcentaje disminuye en relación directa con una adecuada capacitación y mejores hábitos higiénicos del personal que elabora los alimentos. Una manipulación responsable asegura la calidad sanitaria y nutritiva de un alimento. Todas las personas que intervienen en la manipulación de los alimentos deberán utilizar ropa protectora, calzado adecuado y cofia o gorro. Ninguna persona que transite por zonas de elaboración y/o depósito puede tener cabello expuesto en todo el contorno del cuero cabelludo, de manera que las mujeres deberán usar cofias y los hombres que lleven cabello corto, deberán usar gorros, en caso contrario, también deberán usar cofias. Se eliminarán bolsillos, botones, partes vueltas para arriba por razones higiénicas y para evitar enganches. Se requiere la supervisión constante de los hábitos de higiene del personal

que labora en la planta, porque puede actuar como fuente de contaminación en el alimento (Ahmed, 2009).

### Métodos de desinfección de los productos frescos cortados

#### Irradiación

La luz ultravioleta (UV) es un tipo de radiación no-ionizante con longitudes de onda de 100 a 400 nm, la cual es comúnmente clasificada en tres tipos: UV-A (315-400 nm), UV-B (280-315 nm) y UV-C (100-280 nm). La radiación UV-C tiene su pico máximo de emisión a 254 nm y es la que tiene la acción germicida más alta de las tres, por lo que es la más utilizada para la desinfección y el control del crecimiento microbiano en frutas enteras y frescas cortadas. Algunas de las ventajas del tratamiento con energía ultravioleta son que no deja ningún residuo, no tiene restricciones legales, es fácil de usar, es letal para un amplio rango de microorganismos, no requiere una gran inversión económica y no requiere equipos de seguridad caros para ser implementada (González-Aguilar *et al.*, 2010).

En cuanto al mecanismo de acción antimicrobiano, la radiación UV produce cambios fotoquímicos, cuyos efectos pueden variar según la especie de microorganismo de que se trate. La radiación es absorbida por los nucleótidos del material genético, formando uniones cruzadas entre tiamina y citocina (nucleótidos de bases pirimidínicas) pertenecientes a la misma cadena, lo que provoca la formación de dímeros ciclobutil pirimidina (Pigeot-Rémy *et al.*, 2012). Estas modificaciones producen distorsiones en la forma del ADN interfiriendo en el apareamiento normal de las bases, y como resultado se bloquea la síntesis de ADN, afectando las funciones celulares y pudiendo provocar la muerte. Los efectos en los enlaces cruzados son proporcionales al tiempo de exposición e intensidad de la luz UV (Maeda *et al.*, 2012).

#### Empaques activos

El envasado activo se define como un sistema en el cual el envase interacciona con el producto o con la mezcla de gases dentro del envase, con el fin de mantener la calidad tanto nutricional como sensorial, así como la frescura y la calidad microbiológica del producto (Ayala-Zavala *et al.*, 2008). Bajo esta definición, el envasado activo puede utilizar sistemas para el control de humedad, sistemas absorbentes de etileno, sistemas para el control de CO<sub>2</sub> y sistemas de envasado antimicrobiano (Ayala-Zavala *et al.*, 2008).

Los dispositivos de espacio de cabeza con compuestos antimicrobianos fueron los primeros envases activos en el mercado, en la forma de sobres dentro del envase o unidos a él (Ayala Zavala y González Aguilar, 2010). Estos pueden ser divididos en dos grupos: con actividad antimicrobiana directa o indirecta. Los dispositivos de espacio de cabeza con actividad antimicrobiana directa incluyen compuestos antimicrobianos volátiles como dióxido de azufre, etanol, ácidos orgánicos y aceites esenciales de plantas (González-Aguilar *et al.*, 2010). Otro tipo de envasado activo es aquel en el cual los compuestos antimicrobianos se encuentran embebidos en la matriz del envase, los cuales tienden a migrar hacia el producto con el fin de interactuar con los microorganismos (Kuorwel *et al.*, 2013).

## Conclusiones

La clave principal para el éxito de los productos frescos cortados radica en la utilización de materia prima de excelente calidad obtenida mediante el cumplimiento de Buenas Prácticas Agrícolas y de Manufactura, así como en el empleo de técnicas de procesamiento que ayuden a conservar el producto con características sensoriales y nutricionales similares al producto original. Sin embargo, para garantizar la inocuidad de los vegetales frescos cortados es necesario implementar correctamente sistemas de análisis de riesgos como el plan HACCP. Tener un control exhaustivo en todas las etapas del proceso resulta imprescindible para lograr un gran objetivo final: obtener un producto con excelentes características sensoriales, nutricionales y microbiológicas, y con un mayor tiempo de vida útil.

## Agradecimientos

Se agradece a la Red CYTED HORTYFRESCO (113RT0480) y a CONICYT (Chile).

## Bibliografía

- Ahmed A. 2009. Good manufacturing practices. *ISBT Science Series*, 4(1): 6-10.
- Ayala Zavala JF, González Aguilar GA. 2010. Optimizing the use of garlic oil as antimicrobial agent on fresh cut tomato through a controlled release system. *Journal of food science*, 75(7): 398-405.
- Ayala-Zavala JF, del Toro-Sánchez L, Alvarez-Parrilla E, Soto-Valdez H, Martín-Belloso O, Ruiz-Cruz S, González-Aguilar G. 2008. Natural antimicrobial agents incorporated in active packaging to preserve the quality of fresh fruits and vegetables. *Stewart Postharvest Review*, 4(3): 1-9.
- Burnett S, Hagberg R. 2014. Dry Cleaning, Wet Cleaning, and Alternatives to Processing Plant Hygiene and Sanitation. En: Gurtler JB, Doyle MP, Kornacki JL. [Eds.]. *The Microbiological Safety of Low Water Activity Foods and Spices*. New York : Springer. pp. 85-96.
- Chaidez C, del Campo NC, Heredia JB, Contreras Angulo L, González-Aguilar G, Ayala-Zavala JF. 2012. Chlorine. En: Gómez López VL. [Ed.]. *Decontamination of fresh and minimally processed produce*. Oxford : Willey-Blackwell. pp. 121-133.
- Criquet J, Rodríguez EM, Allard S, Wellauer S, Salhi E, Joll CA, von Gunten U. 2015. Reaction of bromine and chlorine with phenolic compounds and natural organic matter extracts – Electrophilic aromatic substitution and oxidation. *Water Research*, 85: 476-486.
- Duan J, Zhao Y, Daeschel M. 2013. Reforzando medidas higiénicas en la producción de alimentos especializados [En línea]. Corvallis : Oregon State University. 26p. Consultado 18 febrero 2016. Disponible en: <http://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/bitstream/handle/1957/36281/em9036-s.pdf>.
- FDA. 2012. *Managing food safety : a manual for the voluntary use of HACCP principles for operators of food service and retail establishments*. Washington : U.S. Food and Drug Administration. 86p.
- García de la Rosa RD, Rodríguez Heredia O, Casado Rodríguez C, Pérez Arruti A, Sosa Cabrera I. 2012. Intervención educativa sobre enfermedades transmitidas por alimentos en estudiantes de Tecnología de la Salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 50(2): 213-221.
- Gómez AMS, García GG. 2013. Documentación e implementación de buenas prácticas de manufactura en una empresa comercializadora de materias primas para el sector de alimentos. *Magazín Empresarial*, 9(20): 57-64.
- González-Aguilar GA, Ayala-Zavala J, Olivas G, de la Rosa L, Álvarez-Parrilla E. 2010. Preserving quality of fresh-cut products using safe technologies. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 5(1): 65-72.
- Gutiérrez N, Pastrana E, Ramírez E. 2010. Desarrollo de un instrumento para evaluar prerrequisitos en el sistema HACCP. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 8(1): 106-119.
- Harwood VJ, Staley C, Badgley BD, Borges K, Korajkic A. 2014. Microbial source tracking markers for detection of fecal contamination in environmental waters : relationships between pathogens and human health outcomes. *FEMS Microbiology Reviews*, 38(1): 1-40.
- Iranzo EJO, Navarro RB, Gasco JJC. 2010. Detección y control de puntos negros en la limpieza y desinfección de superficies en industrias alimentarias. *Alimentaria: Revista de tecnología e higiene de los alimentos*, 411: 60-66.
- Kuorwel KK, Cran MJ, Sonneveld K, Miltz J, Bigger SW. 2013. Migration of antimicrobial agents from starch-based films into a food simulant. *LWT-Food Science and Technology*, 50(2): 432-438.
- Maeda Y, Coulter WA, Goldsmith CE, Cherie Millar B, Moore JE. 2012. UV-C-irradiation sublethal stress does not alter antibiotic susceptibility of the viridans group streptococci to  $\beta$ -lactam, macrolide, and fluoroquinolone antibiotic agents. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, 3(3): 198-202.
- Marques NRP, Oliveira Matias JCD, Teixeira RB, Dos R, Ribeiro Proença Brojo FM. 2012. Implementation of hazard analysis critical control points (HACCP) in a SME : case study of a bakery. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 62(4): 215-227.
- Martin-Belloso O, Fortuny RS. 2011. *Advances in fresh-cut fruits and vegetables processing*. Boca Ratón : CRC Press. 424p.
- Pigeot-Rémy S, Simonet F, Atlan D, Lazzaroni J, Guillard C. 2012. Bactericidal efficiency and mode of action : A comparative study of photochemistry and photocalysis. *Water research*, 46(10): 3208-3218.
- Puig Peña Y, Leyva Castillo V, Suárez A, Carrera Vara J, Molejón PL, Muñoz Y, Dueñas Moreira O. 2014. Calidad microbiológica de las hortalizas y factores asociados a la contaminación en áreas de cultivo en La Habana. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 13(1): 111-119.

- Rosas P, Reyes G.** 2008. Evaluación de los programas pre-requisitos del plan HACCP en una planta de sardinas congeladas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 58(2): 174 - 181.
- Sperber WH.** 2013. Expanding the use of HACCP beyond its traditional application areas. En: Sofos J. [Ed.], *Advances in Microbial Food Safety*. Oxford : Woodhead Publishing. (Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition ; 259). pp. 417 - 432.
- Tapia M, Gutierrez-Pacheco M, Vazquez-Armenta F, González Aguilar GA, Ayala Zavala JF, Rahman MS, Siddiqui MW.** 2015. Washing, Peeling and Cutting of Fresh-Cut Fruits and Vegetables. En: Siddiqui MW, Rahman MS. [Eds.]. *Minimally Processed Foods*. London : Springer. pp. 57 - 78.
- Wallace CA, Holyoak L, Powell SC, Dykes FC.** 2014. HACCP – The difficulty with Hazard Analysis. *Food Control*, 35(1): 233 - 240.
- Wang H, Tian CR.** 2008. Application of HACCP System in the Production of Fresh-Cut Fruits and Vegetables. *Food Research and Development*, 7: 147 - 149.