

Centro para la inocuidad de las frutas y vegetales frescos

Aprendizajes claves

Desde 2008, el Centro para la Inocuidad de las Frutas y Vegetales Frescos ha fundado ochenta y cinco programas de investigación con algunos de los principales científicos mundiales en lo que respecta a la inocuidad alimentaria y de frutas y vegetales frescos. Como se articuló en la solicitud anual del Centro para propuestas de investigaciones, hemos emprendido el financiamiento de investigaciones aplicadas a la inocuidad alimentaria y de las frutas y vegetales frescos focalizadas en las necesidades inmediatas de todos los interesados en la cadena de suministro de frutas y vegetales frescos. A partir de ese cuerpo de trabajo, han emergido una cantidad de aprendizajes claves que pueden ser utilizados para asistir a la industria de frutas y vegetales frescos en el desarrollo de programas de inocuidad alimentaria basados en los peligros y en la ciencia. Este documento enumera algunos de estos descubrimientos claves y plantea cómo pueden utilizar esos datos los involucrados en la cadena de suministro de frutas y vegetales frescos para mejorar sus programas de inocuidad alimentaria.

- 1. La supervivencia de patógenos en los entornos de producción comercial puede ser variable.** La aplicación de *E. coli* O157:H7 y *Salmonella* atenuados directamente al suelo o por aspersion directamente sobre la superficie de las hojas de la espinaca o la lechuga romana mueren rápidamente de manera que es muy difícil detectarlas después de 2 días. Sin embargo, los patógenos pueden sobrevivir durante períodos de tiempo más largos cuando se los asocia con materias orgánicas. La espinaca inoculada con *E. coli* O157:H7 y enterrada pudo recuperarse del suelo durante 100 días. Cuando se llevaron a cabo los experimentos de seguimiento con espinaca inoculada bajo condiciones comerciales en el Valle Salinas de California (picando la espinaca y permitiendo que se secase antes de su incorporación al suelo), no se encontró *E. coli* O157:H7 en la segunda cosecha a los 27 días de su plantación, y no se detectó *Salmonella* a los 35 días de la plantación. Se piensa que dejar los residuos de la cosecha en la superficie del suelo expuestos al sol y dejar que se deshidraten puede prevenir el crecimiento de los patógenos y mejorar su eliminación. De manera similar, la *E. coli* O157:H7 atenuada inoculada en fertilizantes orgánicos y luego devuelta a los suelos puede sobrevivir durante períodos de tiempo extendidos.

¿Qué significa esto para usted?

- Esta información demuestra que los patógenos pueden sobrevivir en los entornos de producción del Valle Salinas cuando se los asocia con materiales orgánicos, como hojas, fertilizantes orgánicos, suelos, etc. Por lo tanto, se debe programar tiempo suficiente (de 27 a 35 días) para permitir el picado/cortado, la deshidratación, la incorporación y la

subsiguiente eliminación para manejar el riesgo de supervivencia del patógeno en el suelo y la posible contaminación cruzada en la siguiente cosecha.

- Si en una cosecha se encuentra contaminación por patógenos, entonces se deben considerar cuidadosamente las opciones rotativas para la siguiente cosecha; por ejemplo, es posible que una cosecha que llega a su madurez en menos de 27 días no sea una elección acertada incluso si se dejó secar el residuo anterior de la cosecha contaminada antes de su incorporación.
- Es importante establecer intervalos de tiempo para entornos, cosechas y tipos de suelos específicos, ya que cabe esperar una variación en la supervivencia de los patógenos en entornos de producción diferentes.
- Esta información destaca claramente la importancia de llevar a cabo evaluaciones de riesgo en los campos antes de la cosecha, ya que puede ser prioritario identificar los posibles eventos de contaminación cerca del momento de la cosecha que después de esta.

2. Las zonas tampón pueden ser herramientas efectivas para el manejo de peligros. Luego de una introducción natural de jabalíes en un campo de lechuga comercial, se encontraron niveles elevados de *E. coli* genérica en los lugares en los que los jabalíes entraron en contacto evidente con la plantación, pero no más allá de 10 pies fuera de la zona tampón. También se ha sospechado del viento como un vector para la transferencia de patógenos. Se llevó a cabo un estudio en el que había varias plantaciones de hojas verdes situadas a varias distancias a favor del viento de un corral para ganado que contenía un rebaño contaminado con *E. coli* O157:H7. La información demuestra que la *E. coli* O157:H7 puede ser transferida a las plantaciones a través de bioaerosoles y partículas de polvo al menos hasta 600 pies de distancia (la mayor distancia evaluada). A medida que la distancia aumenta con relación al corral para ganado, la frecuencia y el nivel de contaminación disminuyen. Sin embargo, la transferencia de bioaerosoles y de partículas de polvo no es un simple problema de distancia. La densidad del ganado, la intensidad del viento, la humedad y las actividades dentro del corral, por ejemplo, entrar o sacar el ganado, las tareas de limpieza, etc., todo influye en la formación de bioaerosoles y de partículas de polvo que contienen patógenos.

¿Qué significa esto para usted?

- La inspección previa a la cosecha en los campos justo antes de la cosecha puede utilizarse para identificar eventos de intrusión de animales y, si se detectan, se puede establecer una zona tampón para la cosecha para manejar los posibles peligros de contaminación cruzada por patógenos.
- Es importante llevar a cabo un minucioso análisis de los peligros en los lugares de producción previo a la plantación y comprender la posible contaminación transmitida por aire desde los corrales activos antes de plantar.
- Allí donde exista la posibilidad de contaminación por patógenos transmitidos por aire, el uso de barreras de viento o de barreras para el polvo, por ejemplo, una humedad aumentada, pueden ser herramientas efectivas para el control de los peligros. Estos

factores deben tenerse en cuenta en cualquier evaluación de riesgos y en el desarrollo de prácticas de gestión.

- 3. No existen especies "riesgosas" de animales salvajes.** Se han llevado a cabo varios estudios para examinar el potencial de los animales de albergar patógenos humanos y transferirlos a frutas y vegetales. Los experimentos a nivel de campo y los programas de muestreos han demostrado que las moscas domésticas, varias especies de aves, los reptiles, los anfibios y los animales de sangre caliente de mayor tamaño, como los ciervos, los alces, los jabalíes y los perros pueden ser portadores de patógenos humanos como la *Salmonella* y la *E. coli* O157:H7. Efectivamente, hemos comenzado a comprender que no es el animal propiamente dicho, sino que las posibles fuentes de contaminación de patógenos humanos, como los corrales de animales con demasiada concentración, las fuentes abiertas de estiércol fresco, etc. en el entorno del animal, son las que producen la infección del animal, y por lo tanto, lo transforman en un vector de transferencia.

Las complejas interacciones biológicas entre los animales silvestres, el entorno y su potencial de transportar patógenos humanos a los cultivos de frutas o vegetales es un área de estudio intenso. A través del análisis de las características del paisaje, el uso de la tierra en las áreas adyacentes, los patrones de movimiento de los animales y la prevalencia de las cepas de la *E. coli* en el suelo, y de las muestras de animales y del agua, es posible crear modelos que posiblemente puedan utilizarse para predecir episodios de contaminación. A pesar de que este trabajo aún se encuentra en etapas tempranas, se ha demostrado que la prevalencia de la *E. coli* en muestras ambientales difiere en los distintos paisajes y los diferentes tipos de cubierta. Aparentemente, es posible que los bosques que rodean los campos de producción actúen como una fuente de *E. coli* que puede ser transmitida a los campos, ya que el hábitat del bosque alberga a una mayor diversidad genética y puede soportar mayores niveles de bacterias que el entorno del campo. Este estudio marca un importante punto de partida en el pensamiento industrial con relación a la intrusión de animales. Demuestra cómo la información de las pruebas ambientales y la observación pueden utilizarse para construir modelos predictivos que pueden ayudar a los cultivadores a evaluar cómo se desplazan los patógenos por los entornos de producción y a proporcionar conocimientos sobre cómo manejar estas posibles amenazas de la mejor manera posible.

¿Qué significa esto para usted?

- Es importante comprender no solo el uso de la tierra adyacente, sino también el uso de la tierra cercana a sus campos de producción y los patrones transitorios de los animales salvajes en ese entorno. Esto se logra mejor a través de un minucioso análisis de las amenazas antes de plantar.
- A pesar de que se han encontrado patógenos humanos en una diversidad de especies animales, la frecuencia siempre es bastante baja; por ejemplo, la mera presencia de un animal no es garantía de una contaminación cruzada por patógenos humanos en el cultivo. Es prudente llevar a cabo evaluaciones de amenazas antes de la cosecha y utilizar zonas tampón para manejar los posibles riesgos.

- Es importante poner a la información a trabajar. La información de las pruebas ambientales, como el suelo, el agua, los animales, etc., puede combinarse con la información obtenida de la observación de los movimientos de los animales, la información sobre el clima y la información del cultivo para crear modelos predictivos que los cultivadores pueden utilizar para establecer con mayor fiabilidad los peligros reales de contaminación cruzada que avanzan.

4. Simplifíquelo: es posible encontrar controles preventivos prácticos y rentables. Aunque varias interrogantes que rodean la inocuidad alimentaria en frutas y vegetales involucran interacciones biológicas complejas, no siempre es así. Por ejemplo, se difundió ampliamente que un foco importante de contaminación cruzada eran los cuchillos empleados en la cosecha de la lechuga arpeollada que se utilizan para cortar la planta de la lechuga desde la base y después para cortar el centro. A pesar de que esta suposición se basaba en la improbable presencia de altas concentraciones de patógenos en los campos de lechuga que entrarían en contacto con los cuchillos, no había información comercial para descartar esta teoría. Posteriores investigaciones han demostrado que es poco frecuente que haya patógenos presentes en los campos comerciales, y cuando efectivamente lo están, sus concentraciones son muy bajas. Además, se pueden introducir simples modificaciones a los cuchillos para la extracción del núcleo de la lechuga que extienden la distancia del cuchillo cortante al anillo central que pueden reducir significativamente el riesgo de contaminación por patógenos. Además, al pulir las soldaduras de las uniones, las herramientas son mucho más fáciles de esterilizar por lo que también se reduce la frecuencia de las contaminaciones cruzadas.

Otro ejemplo donde una idea relativamente sencilla puede tener un impacto significativo es el uso de hierro cerivalente para mejorar la calidad del agua de riego. Se desconoce ampliamente la calidad microbiológica de varias superficies o fuentes abiertas de agua de riego. Sin embargo, la información recolectada sobre pruebas realizadas al agua durante la ejecución de varios programas de investigación financiados señala que las fuentes abiertas de agua pueden experimentar fluctuaciones periódicas respecto de la indicación de las concentraciones de *E. coli* genérica, y en algunas regiones de los EE. UU., la *Salmonella spp.* se encuentra rutinariamente en las aguas superficiales utilizadas para riego. El hierro cerivalente (ZVI, por sus siglas en inglés) promete un sistema purificador de agua. Los resultados preliminares que describen la purificación del agua a través del uso de hierro viejo y los filtros de arena podrían proporcionar un método económico para eliminar los contaminantes de fuentes de agua para el riego de mayor riesgo; por ejemplo, las fuentes de agua superficial. Cuando las capas de arena estratifican y separan los fragmentos de hierro, el agua puede pasar a través de este “filtro”. Se ha demostrado que la *Salmonella* y la *E. coli* O157:H7 mezcladas en el agua se fijan al hierro y, en algunos casos, se desactivan. A pesar de que aún queda bastante trabajo por hacer para convertir experimentos a escala de laboratorio en sistemas de purificación de agua para riego operativamente prácticos, la tecnología promete ser una mejora práctica en comparación con los filtros de arena comúnmente utilizados en la producción, no requiere energía, utiliza chatarra y representa un método renovable para reducir la contaminación por patógenos en el agua.

¿Qué significa esto para usted?

- Las superficies de los equipos deben diseñarse para eliminar los bordes peligrosos y las grietas que sirvan como áreas para el asentamiento de microorganismos y que representen una fuente de contaminación cruzada para los alimentos. Las uniones se deben soldar y pulir, y los equipos se deben inspeccionar rutinariamente para garantizar su buen estado y que puedan desinfectarse fácilmente. Esto se aplica a los equipos de campo, de empaquetado y de procesamiento.
- Los programas de inocuidad alimentaria no se deben prescribir rígidamente. La innovación y el pensamiento original son herramientas críticas para abordar las cuestiones relativas a la inocuidad alimentaria. A veces, una solución relativamente sencilla, como extender el largo de una herramienta de cosecha y mejorar la calidad de las soldaduras pueden ser un control preventivo efectivo. Los métodos económicos y sencillos, como el uso de ZVI para mejorar la calidad del agua para riego prometen ser una solución efectiva para un problema mundial.
- Es importante que la efectividad de los nuevos controles preventivos, como el ZVI, los diseños de nuevos equipos, etc., se validen bajo condiciones comerciales para demostrar que funcionan según lo previsto y que, una vez incorporados a la rutina operativa, los controles preventivos se verifiquen como corresponde.

5. La preparación del compostaje y de la mejora del suelo deberían considerarse como un proceso con controles medibles. El uso de varios compostajes es una práctica común y necesaria en la industria de frutas y vegetales frescos para mejorar y restaurar la fertilidad del suelo. Sin embargo, la producción y la aplicación segura del compostaje debe considerarse como el resultado de un proceso de fabricación bien controlado debidamente supervisado y verificado. Una cantidad de programas financiados por CPS han identificado variables claves que deben ser comprendidas por los productores de compostaje y los cultivadores. Estas incluyen: humedad, tiempos de calentamiento, tiempo x controles de temperatura, pH, tamaño de las partículas, relación C:N, fuentes de materia prima, cambios de productos y almacenamiento de productos acabados. Incluso con productos como los bocados de pollo calientes, en los que las temperaturas de procesamiento pueden superar los 300°F, uno debe ser muy cuidadoso para garantizar que el proceso se controle adecuadamente para lograr la reducción deseada de la población de *Salmonella*. Si se omiten los controles adecuados de cualquier proceso de preparación de compostaje o de mejora del suelo, los patógenos pueden sobrevivir y desarrollar una tolerancia al calor, por lo que estos tendrán mayores probabilidades de sobrevivir y representarán una posible amenaza de contaminación cruzada.

¿Qué significa esto para usted?

- Es importante que los cultivadores que compran compostaje para utilizar en los campos conozcan a su proveedor y que este pueda demostrar que el compostaje se produjo según un proceso validado y que además pueda verificar que el/los lote(s) específico(s) comprado(s) se produjeron dentro de los parámetros de ese proceso validado.

- Si un cultivador produce compostaje para uso en su propia granja, debe comprender las variables del proceso de compostaje y verificar que el proceso utilizado haya reducido efectivamente las poblaciones de patógenos humanos.
- Si se utiliza una prueba de patógenos o de indicadores para verificar la eficacia del proceso de compostaje, es importante utilizar suficientes tamaños de muestras y asegurarse de que las pruebas tengan en cuenta los antecedentes orgánicos complejos que pueden afectar la sensibilidad a la PCR y la presencia de especies bacterianas no patogénicas.

6. Cualquier proceso de lavado debe controlarse lo suficiente como para prevenir la contaminación cruzada. Varios productos diferentes se lavan, se enfrían y se transportan utilizando agua. Por lo tanto, es importante que el agua se trate y se mantenga adecuadamente para que no se transforme en una fuente de contaminación cruzada de patógenos humanos, si los hubiera. En otras palabras, es vital que comprenda el proceso de la desinfección del agua y la validación de su eficacia para la inocuidad del producto. Es igualmente importante recordar que el simple lavado de los productos no es un mecanismo efectivo para eliminar la contaminación; por ejemplo, no puede eliminar o matar a los patógenos que han tenido la oportunidad de buscar superficies ocultas naturalmente en los productos y adherirse a ellos. Los proyectos de investigación financiados por CPS han descrito importantes variables en su sistema de lavado con agua que deben controlarse adecuadamente. Estas incluyen: temperatura, pH, turbidez, concentración de desinfectante, carga de producto por volumen de lavado, tiempo de contacto y calidad de la fuente de agua. Cada tipo de sistema de lavado, de enfriado o de transporte de productos puede tener características y diseños físicos diferentes; por lo tanto, los operadores deben caracterizar sus sistemas específicos y validar que su proceso de desinfección o de controles preventivos sea efectivo y verificar que los sistemas estén operando dentro de los límites validados durante los procesos de producción. El control inadecuado de los procesos de lavado, enfriado y de transporte basados en agua pueden hacer daño provocando, posiblemente, contaminaciones cruzadas a gran escala. Un programa financiado por CPS demostró gráficamente esta aseveración utilizando una carga de cilantro inoculada y lavándola junto con perejil no inoculado en un sistema de lavado comercial. El sistema de lavado pobremente controlado permitió la contaminación cruzada del perejil demostrando la posibilidad de contaminación cruzada.

Están apareciendo químicos para lavado con agua más resistentes. Este producto comercial, el T128, es representativo de los sistemas de desinfección química mediante lavado con agua de “próxima generación”. La información generada hasta ahora indica que el T128 puede actuar preservando o “protegiendo” el cloro activo en condiciones en las que las crecientes cargas orgánicas en los sistemas de lavado con agua normalmente agotarían el cloro. En efecto, el T128 puede actuar como una “red de seguridad” brindándoles a los operadores protección contra la contaminación cruzada. Con el tiempo, a medida que la carga orgánica se acumula en el agua de lavado utilizando un tratamiento tradicional de agua de lavado con hipoclorito de sodio, la cantidad de desinfectante de cloro activo disminuye debido a las interacciones con materiales orgánicos. Esta condición puede

permitir que los patógenos, si los hubiera, sobrevivan en el agua de lavado y contaminen frutas y vegetales frescos de manera cruzada a medida que avanzan a través del sistema. El T128 trabaja protegiendo el cloro activo a medida que las cargas orgánicas aumentan, disminuyendo, por lo tanto, los riesgos de contaminación cruzada.

Además, los informes de científicos financiados por CPS revelaron lo siguiente: (1) la carga orgánica en los canales de lavado de tomates es un factor vital que influye en las concentraciones acuosas de dióxido de cloro (ClO_2), (2) los pasos prácticos para reducir los desechos provenientes de los tomates en rama y las hojas en los canales ayudarían a minimizar la rápida tasa de pérdida de oxidantes antimicrobianos, (3) a pesar de que el potencial de oxidación/reducción (POR) se utiliza directamente como una medida indirecta del cloro activo en los sistemas donde el agua entra en contacto con los productos frescos, la colocación de sensores, la temperatura del agua y la carga orgánica pueden influir en las lecturas, y (4) la combinación de dos pasos en algunos sistemas de lavado (p. ej. tomates) donde el cepillado físico viene acompañado de un pulverizador de agua/desinfectante demostró provocar una reducción $>\log\text{-}3$ en los microbios en las superficies.

¿Qué significa esto para usted?

- Incluso los sistemas de lavado debidamente gestionados no desinfectan la superficie de frutas y vegetales, por lo que se necesitan programas de inocuidad alimentaria multibarrera que comiencen antes de la plantación y que se extiendan a lo largo de toda la cadena de suministro. El lavado no es un proceso de eliminación. Si hay patógenos presentes, los sistemas de lavado, de enfriado y de transporte pobremente gestionados que utilizan agua pueden ser una fuente importante de contaminación cruzada.
- Siempre que el agua entra en contacto con la superficie de frutas y vegetales, es importante que la calidad microbiana del agua esté debidamente controlada y supervisada. Se deben desarrollar parámetros operativos para el sistema y se debe validar el desempeño de los controles preventivos y luego verificarse durante su uso.
- Están apareciendo nuevas estrategias para el lavado de frutas y vegetales frescos. La combinación de tratamientos puede ofrecer controles mejores y más eficaces sobre los microorganismos en el agua de lavado. Los operadores deben supervisar y evaluar las tecnologías emergentes y probarlas con sus requisitos procesales únicos.

- 7. ¿Cultivo de variedades de frutas y vegetales resistentes a los patógenos humanos?** La genética y la fisiología de las plantas pueden desempeñar una función en la supervivencia de los patógenos. Dos programas de investigación señalaron la función que la genética de la planta puede tener en la contaminación por patógenos y en la supervivencia de las hojas de la espinaca y de los frutos del tomate. Históricamente, la industria y la comunidad investigadora se han centrado en un mejor entendimiento del entorno de crecimiento, los vectores de patógenos y los atributos genéticos y fisiológicos de los patógenos. La información presentada sobre la supervivencia de la *Salmonella* sobre una amplia recolección de variedades del tomate y las interacciones de la *E. coli* con las hojas de la espinaca de crecimiento rápido y lento puede indicar que el estado genético y fisiológico de la planta también puede influir en la supervivencia de los patógenos sobre las superficies de

las plantas. No está claro si será posible seleccionar una resistencia genética a los patógenos humanos en el futuro, pero un mejor entendimiento de las interacciones entre la planta y los patógenos humanos ayudará a las futuras investigaciones y a las estrategias de gestión de riesgo.

¿Qué significa esto para usted?

- Los interesados en la cadena de suministro de frutas y vegetales frescos deben controlar la investigación sobre la inocuidad alimentaria para obtener una visión de las tendencias y los conceptos emergentes. Esta base de conocimiento en última instancia permitirá comunicaciones más efectivas con las comunidades científicas y de cultivo de semillas para asegurar que se prioricen las líneas de investigación más prometedoras. Sin duda, destrabar el potencial genético de la planta para combatir la supervivencia de patógenos humanos es una línea importante que explorar para mejorar la inocuidad alimentaria.

- 8. Buscar y destruir es una estrategia para manejar las posibles amenazas de la *Listeria monocytogenes*.** El Simposio de CPS 2013 incluyó un taller de trabajo centrado en la biología de la *Listeria* y en las lecciones aprendidas sobre el control de la *L. monocytogenes* en las industrias de la carne y de frutas y vegetales frescos. Hay varias diferencias básicas entre la *L. monocytogenes* y otros patógenos humanos, como la *Salmonella* y la *E. coli* O157:H7. Una de ellas es que la *L. monocytogenes* puede tornarse un problema residente y persistente si se le permite establecerse en una operación de procesamiento de frutas y vegetales frescos o de empaquetado. La industria de los fiambres procesados enfrentó problemas similares con la *L. monocytogenes* hace diez años y adoptó una estrategia de "buscar y destruir", es decir una sólida búsqueda de nichos en los cuales se pudiera establecer la *Listeria*, y la implementación de programas de desinfección agresivos para evitar que la *Listeria* se "instalara" y se volviera residente. Los elementos claves de un programa preventivo son los siguientes: un programa integral de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) a nivel de campo para mantener una baja incidencia en la introducción de la *Listeria* en el entorno del empaquetado o del procesamiento, los patrones de flujo de trabajo dentro de las instalaciones para reducir la posible contaminación cruzada, el diseño de equipos que reduzcan las posibles áreas de refugio de la *Listeria* y que lo facilite a través de la limpieza y la desinfección, y un programa de prueba medioambiental basado en riesgos.

¿Qué significa esto para usted?

- Es fundamental que los operadores desarrollen un plan integral para realizar pruebas medioambientales y que estén comprometidos a realizar un análisis de la causa madre siempre que se obtengan resultados positivos para garantizar que se entiendan las razones de las pruebas positivas y que se tomen medidas correctivas para evitar que vuelva a suceder.
- El diseño de las instalaciones y de los equipos debe reflejar el potencial de contaminación de la *L. monocytogenes* y permitir una limpieza y una desinfección efectivas.

- Los operadores deben tener programas escritos para la desinfección de las instalaciones y de los equipos, y deben contar con medidas de verificación para garantizar un rendimiento consistente.

9. La especie *Salmonella* puede adaptarse a los entornos de producción. Un tema recurrente en varios proyectos de investigación ha sido la resistencia de la *Salmonella* en el suelo, en las enmiendas del suelo y en los tejidos de las plantas. La investigación sobre la supervivencia de la *Salmonella* en las enmiendas del suelo para pellets de pollo demostró que la fabricación y la producción de pellets de pollo acabados tienen que ser concebidas como un proceso de fabricación con medidas críticas, como un nivel de humedad y temperatura meticulosamente controlado para garantizar la eliminación del patógeno ya que de otra manera puede desarrollar una resistencia a tratamientos térmicos. De manera similar, se demostró que la *Salmonella* atenuada sobrevive mucho mejor que la *E. coli* O157:H7 atenuada cuando se la inocula en las hojas de la espinaca o la lechuga romana, picadas y colocadas en el suelo en el Valle Salinas. Otro proyecto demostró que las serovariedades de la *Salmonella* eran mucho más resistentes a los efectos antimicrobianos de los isotiocianatos naturales del brócoli frente a las cepas de la *E. coli* O157:H7. Por último, se ha presentado información indicativa de que si se disecca la *Salmonella*, puede aumentar su capacidad de supervivencia. Si se cultiva la *Salmonella* en un caldo líquido, esta es mucho menos resistente que la *Salmonella* cultivada en placas de agar. Esta observación tiene importantes ramificaciones para los investigadores y para el diseño de experimentos que prueben la supervivencia de la *Salmonella* en los entornos de frutas y vegetales frescos, como las empaquetadoras y los campos. Además, les recuerda a los operadores de la industria de frutas y vegetales frescos que en el entorno en el que se manipulan o se procesan frutas y vegetales frescos (transiciones de húmedo a seco, cambios de temperatura rápidos, concentraciones de los desinfectantes, etc.) pueden afectar la supervivencia de la *Salmonella* y el potencial de los peligros de contaminación cruzada.

¿Qué significa esto para usted?

- Todos los operadores involucrados en la cadena de suministro de frutas y verduras deben considerar la posibilidad de contaminación por *Salmonella* en todos los niveles mediante un análisis integral de las amenazas y deben establecer controles preventivos que efectivamente disminuyan las posibles amenazas.
- Los controles preventivos deben ser validados, se debe verificar su ejecución y se deben implementar completamente para prevenir las posibles contaminaciones por *Salmonella* como resultado del desarrollo de tolerancia a los tratamientos.

10. Agua de riego y entender los riesgos para la salud pública. Actualmente, importantes segmentos de la industria de frutas y vegetales frescos realizan algún tipo de prueba al agua de riego. Generalmente, la *E. coli* genérica se utiliza como indicador de contaminación fecal en las pruebas de agua de riego. La detección de la *E. coli* genérica no necesariamente es un indicador de cepas patogénicas de *E. coli* o *Salmonella spp.* Sin embargo, la información recolectada a lo largo del tiempo puede utilizarse para establecer una línea base del desempeño de una fuente de agua, y cualquier desviación significativa de esa línea base

puede ser un indicador de que la fuente o el sistema de distribución del agua se han visto afectados, y el cultivador entonces debería realizar una inspección del sistema. Un estudio financiado por CPS utilizó más de 60 000 resultados de pruebas realizadas al agua de riego industrial de California para demostrar la muy baja incidencia de concentraciones de *E. coli* genérica por encima del estándar del agua para propósitos recreativos de EPA (256 MPN/100 ml en una única prueba, 126 MPN/100 ml en cinco pruebas). Hubo claras diferencias en los excesos al comparar las fuentes de agua cerrada, como los pozos profundos, y las fuentes de agua abiertas, como los estanques y los canales en las granjas. Cada fuente de agua para riego debe evaluarse para detectar posibles factores de riesgo de contaminación que deben ser analizarse y gestionarse, por ejemplo, el riesgo de intrusión de animales, la posibilidad de aguas escorrentías, los mecanismos de entrega del agua, la estacionalidad, etc. Un estudio comparativo centrado en las metodologías de prueba para la *E. coli* genérica señaló que los cultivadores deben asegurarse de que las pruebas utilizadas para medir la *E. coli* genérica cuenten con la sensibilidad adecuada. A pesar de que existen varias pruebas disponibles, es importante que el nivel de detección del kit se ajuste al estándar. Por ejemplo, si el objetivo es el estándar del agua para propósitos recreativos de la EPA de menos de 126 MPN de *E. coli*/100 ml, entonces la sensibilidad de la prueba de 200 MPN de *E. coli*/100 ml sería inadecuada. La información además ha sido desarrollada para demostrar el valor de utilizar muestras de agua de mayor volumen para mejorar la probabilidad de detectar niveles bajos de contaminación.

En uno de los primeros ejemplos donde se aplicó una Evaluación Cuantitativa del Riesgo Microbiano (ECRM) para obtener inocuidad alimentaria, se calcularon los datos de las pruebas de agua de riego y una serie de suposiciones alrededor de los intervalos de tiempo desde el riego final hasta el consumo del producto, así como los tamaños de las porciones y las prácticas de riego. Por ejemplo, se han presentado datos que muestran que el riego por goteo subsuperficial con agua que contiene 126 MPN de *E. coli* genérica/100 ml puede provocar 9 enfermedades/100 000 000 consumidores en comparación con 1.1 enfermedades/1 000 000 consumidores si se utiliza riego por surcos, y 1.1 enfermedades/1000 consumidores si se utiliza riego por aspersión. La información claramente muestra que el riesgo para la salud pública es una función de la calidad de la fuente de agua y del sistema de riego utilizados. Como sucede con todos los modelos, el modelo solo es tan útil como la calidad de la información y las suposiciones hechas para construirlo. Sin embargo, el modelo ECRM es muy útil para ayudar a los cultivadores a priorizar y a manejar los posibles riesgos de contaminación.

¿Qué significa esto para usted?

- Los cultivadores, los cosechadores y los procesadores deben incluir las fuentes de agua para riego y los sistemas de entrega de agua en cualquier evaluación de amenazas que realicen para sus operaciones. Se deberían identificar las posibles fuentes de contaminación y se deberían desarrollar controles preventivos para manejar las amenazas.
- Las pruebas realizadas al agua de riego pueden ser una herramienta útil para establecer el desempeño de referencia de los sistemas de agua de riego. Una base de datos sobre

pruebas de agua de riego podría permitir a los cultivadores identificar amenazas estacionales y facilitar programas de pruebas basados en riesgo que son más económicos y más efectivos para el manejo de las amenazas de contaminación.

- Los operadores que someten a prueba al agua de riego deberían contar con protocolos escritos para la extracción de muestras y un razonamiento para el método de prueba utilizado, para el tamaño de la muestra y para las medidas que tomar si los resultados exceden los parámetros operativos.
- Es tiempo de poner la información a trabajar. La ECRM representa una herramienta útil para ayudar a la industria a cuantificar el riesgo para la salud pública relacionado con varios métodos o procesos agrícolas. Finalmente, esto le permitirá a la industria priorizar los riesgos y destinar los recursos a aquellas áreas en las que se puede mejorar la seguridad más eficazmente.

11. Realizar pruebas se trata de estrategias de muestreo. Las pruebas sobre productos, el medioambiente y el agua se han convertido en parte del panorama de la inocuidad alimentaria en la industria de frutas y vegetales frescos. Un resultado recurrente entre los programas de investigación financiados por CPS ha sido que los tamaños de muestra más grandes aumentan la posibilidad de encontrar patógenos. Los procedimientos de muestreo típicos para productos comerciales utilizan muestras de 25 gramos de tejidos de plantas y muestras de 100 ml de agua para realizar pruebas para la detección de patógenos o de organismos indicadores. La información proveniente de varios proyectos ha demostrado que aumentar el tamaño de la muestra a 150 gramos para los productos y >200 ml para el agua aumenta la probabilidad de detectar contaminaciones de bajo nivel. Las frecuencias de contaminación esporádica y la baja concentración de los contaminantes hacen que las estrategias de muestreos sean difíciles de desarrollar. Esta realidad ha sido caracterizada como “encontrar una aguja en un pajar”. Un proyecto de investigación brindó un ejemplo claro de esta realidad. Los manipuladores recolectaron almendras crudas durante el transcurso de una década. De las casi 15 000 muestras recolectadas y evaluadas para detectar la presencia de *Salmonella*, la frecuencia de contaminación generalmente era de entre el 1 y el 2 por ciento, y la concentración de *Salmonella* era de <1 MPN/100 gramos. Con el tiempo, se almacenaron las muestras que arrojaron resultados negativos. Al final del estudio, los investigadores volvieron sobre sus pasos y subdividieron las muestras “negativas” y las volvieron a evaluar para detectar la presencia de *Salmonella*. Se descubrió que aproximadamente el 1 por ciento de las muestras arrojaban resultados “positivos” con relación a la *Salmonella*. Estos resultados demostraron las limitaciones de las muestras cuando la frecuencia y la concentración de la contaminación por patógenos son demasiado bajas. Las “positivas” son efectivamente positivas, pero las muestras “negativas” no necesariamente son negativas.

¿Qué significa esto para usted?

- Es importante considerar los beneficios y las deficiencias al determinar la función de las pruebas para verificar los programas de inocuidad alimentaria. Si se utilizan pruebas, debería haber un programa escrito que describa los objetivos del programa, la estrategia de muestreo que utilizar, los microorganismos para evaluar y el protocolo que

seguir al realizar la prueba, la sensibilidad y selectividad del protocolo, y cómo se evaluará y se conservará la información.

- Cuando se realicen pruebas, se deben extremar esfuerzos para que la muestra sea tan amplia como sea posible.
- Toda operación que realice pruebas de productos, agua y del medioambiente debería desarrollar planes para establecer qué acciones deben tomarse cuando los resultados de las pruebas son “negativos” y cuando son “positivos”. Los resultados negativos generalmente significan que es aceptable utilizar esa agua o ese producto, o que el programa de desinfección fue efectivo. Los resultados de prueba positivos pueden generar una cantidad de acciones diferentes y es importante planificar con antelación cómo debería reaccionar la organización.

12. Limpiar y desinfectar las superficies que entran en contacto con los productos. La manipulación de frutas y vegetales frescos genera el contacto del producto con distintas superficies que se contaminan con patógenos. Han habido programas de investigación financiados por CPS que tratan la posibilidad de transferencia de patógenos desde guantes y trapos contaminados utilizados para limpiar las frutas, los productos de cartón y los baldes de plástico para cosechar. El uso de guantes ha sido debatido durante varios años dentro de la industria de frutas y vegetales frescos. La información sugiere que es muy importante lavarse las manos antes de utilizar cualquier tipo de guantes y que estos deben desinfectarse cuando se los utiliza. Los guantes de nitrilo no facilitan la contaminación cruzada tanto como los guantes de látex; sin embargo, ambos tipos transferirán patógenos si no se los limpia y se los desinfecta regularmente con un desinfectante. Otro punto frecuente de contienda en la industria es la posibilidad de transferencia de patógenos como consecuencia del uso de trapos para limpiar las frutas que se empaquetan en el campo. Nuevamente, se han desarrollado datos que demuestran que los patógenos se pueden transferir desde los tomates frescos a los trapos, y de los trapos a los próximos tomates que se manipulen. A pesar de que hay varios factores en juego, los trapos húmedos facilitan la transferencia más rápidamente que los trapos secos, y los trapos sucios aparentemente son menos eficientes en la transferencia que los trapos más limpios, a pesar de que ambos pueden facilitar la transferencia si hay patógenos presentes.

También se ha abordado la cuestión de la transferencia de patógenos desde los cartones y los baldes para cosechar. Específicamente, se ha examinado la reutilización de cartones y se ha demostrado que los cartones que tienen residuos orgánicos y humedad debido al uso inicial efectivamente pueden transferir patógenos a las frutas que se vuelven a empaquetar en esos cartones. Además, se ha estudiado la transferencia de patógenos en los recipientes a los que se les da distintos usos, como los baldes para cosechar tomates. Se consideraron variables, como la edad y la condición de los baldes para cosechar tomates, para determinar su potencial como vehículos para la transferencia de patógenos. Sorpresivamente, los baldes más viejos, rayados y desgastados fueron menos efectivos en la transferencia de *Salmonella* inoculada que los baldes más nuevos. Una vez más, los baldes nuevos y viejos podrían afectar la transferencia si hubiera patógenos presentes, y la presencia de tierra en los baldes disminuyó la desaparición de la *Salmonella*. Esto resalta la importancia de la

limpieza y la desinfección regulares de los recipientes para cosechar para prevenir la transferencia de patógenos a los productos cosechados.

¿Qué significa esto para usted?

- Si se utilizan guantes para manipular productos crudos, los mismos deben cambiarse con frecuencia o limpiarse y desinfectarse mientras se encuentran en uso. Se debe dar preferencia al uso de guantes de nitrilo. El lavado de las manos siempre debe ser un requisito previo al uso de guantes.
- Se debe evitar el uso de trapos para limpiar o eliminar la suciedad de los tomates cosechados. Aunque cabría esperar que la frecuencia de contaminación fuera muy baja en la superficie de los tomates, si hubiera patógenos, el trapo podría diseminar las contaminación entre varias frutas.
- Es importante almacenar los cartones de frutas y vegetales frescos para que estén secos y limpios. Si se vuelven a utilizar los cartones, por ejemplo, en operaciones de reempaque, se los debe inspeccionar minuciosamente y se debe evitar el uso de cartones mojados, sucios o con desperdicios.
- Los recipientes reutilizables, como los baldes para cosechar, se deben limpiar y desinfectar periódicamente. Se deben inspeccionar los recipientes regularmente para garantizar que no se acumule suciedad ni ningún otro tipo de desperdicios.

Este ensayo se desarrolló basado en la información compartida por los científicos en el Simposio del Centro de Investigación para la Inocuidad Alimentaria desde el 2010 hasta el 2013. Las declaraciones aquí realizadas son interpretaciones y recomendaciones basadas en nuestro mejor juicio. Como siempre, los operadores individuales deben evaluar las características de sus operaciones y los posibles riesgos de contaminación cruzada, y desarrollar sus programas de inocuidad alimentaria para manejar esos riesgos de la mejor manera. Si tiene preguntas, siéntase en la libertad de comunicarse con el Dr. Bob Whitaker escribiendo a (bwhitaker@pma.com) o con el Dr. Jim Gorny escribiendo a (jgorny@pma.com). También puede encontrar información adicional en el sitio web de CPS en www.cps@ucdavis.edu.