

## ¿Qué pasa cuando los patógenos para el humano se comportan como fitopatógenos?

**Alejandro Castillo Ayala.** Texas A&M University. Texas A&M Centro de Inocuidad de Alimentos. <http://cfs.tamu.edu>. [a-castillo@tamu.edu](mailto:a-castillo@tamu.edu)

En los últimos años se ha hecho evidente el riesgo de enfermedad transmitida por alimentos relacionado con el consumo de frutas y hortalizas crudas. Estos, aunque sean considerados por muchos como productos agrícolas crudos, en realidad son alimentos que se encuentran listos para consumirse, y sólo reciben tratamiento mínimo, como un lavado con agua antes de consumirse. Lo anterior significa que si el producto se encuentra contaminado con algún patógeno, este no será expuesto a ningún tratamiento que garantice la reducción de dichos patógenos antes del consumo. Los tratamientos de desinfección que se aplican en la industria durante operaciones post cosecha, o en las cocinas antes del consumo son limitados para garantizar la reducción de los patógenos de manera que se pueda garantizar la inocuidad de esos productos. El mayor desafío cuando se utilizan soluciones acuosas de compuestos antimicrobianos para desinfectar productos hortofrutícolas consiste en la dificultad para garantizar que el desinfectante efectivamente tiene contacto con el microorganismo a reducir. Estructuras cerosas cubriendo las superficies de estos productos, así como la presencia de poros, grietas u órganos de intercambio de gases como los estomas, ayudan a prevenir la cobertura de la superficie del producto con la solución aplicada, o favorecen la internalización de los microorganismos a los tejidos internos del producto o su alojamiento en fisuras creadas por desecación o magulladuras en el producto. Todos estos factores contribuyen a la distribución de los microorganismos en áreas sub-superficiales, o para-superficiales, las cuales son inalcanzables por las soluciones desinfectantes.

Por las razones anteriores, la principal línea de defensa en la inocuidad de productos hortofrutícolas es la prevención de la contaminación del producto, tanto durante operaciones de pre cosecha y cosecha como de post cosecha. Sin embargo, existen reportes de la internalización de bacterias patógenas de humanos en plantas comestibles durante su cultivo, simulando el comportamiento de algunas bacterias fitopatógenas. Existen reportes de la colonización de plantas y subsecuente migración a diferentes áreas de la planta a partir de las raíces, o a los tejidos internos en caso de germinados (Bernstein *et al.*, 2007; Cooley *et al.*, 2003; Guo *et al.*, 2002; Itoh *et al.*, 1998; Wright *et al.*, 2013). En un estudio donde se usó *Arabidopsis thaliana* como modelo para la colonización con bacterias patógenas para el humano, se observó que *Salmonella* pudo colonizar la raíz, y a partir de ahí seguir una dispersión ascendente a través de la raíz, hasta llegar a las flores. Incluso, el patógeno se pudo recuperar de las semillas producidas por esta planta (Cooley *et al.*, 2003).

En varios de los estudios sobre internalización

bacteriana en plantas, los estudios microscópicos parecen indicar la presencia de bacterias en el sistema vascular de las plantas en estudio. Esta vía de transporte de bacterias a los tejidos de las plantas parece ser en principio imposible debido a las estructuras externas al xilema; sin embargo, varios factores podrían influir en la absorción de patógenos entéricos por la raíz, y es importante reconocer que la conducción de ese tipo de estudios en condiciones artificiales de laboratorio podría no siempre representar las condiciones reales de crecimiento de las plantas destinadas a la alimentación. Sin embargo, con base en una extensa revisión de la literatura, Hirneisen *et al.* (2012) identificaron los siguientes factores como importantes que propician la internalización bacteriana a través de la raíz:

El sustrato de crecimiento de la planta

Estrés ambiental

Cepa y serotipo del patógeno

Nivel de inóculo

Tipo de planta, edad y tiempo de exposición al patógeno

Localización de las bacterias en los tejidos de la planta

Mecanismo de internalización (activo o pasivo)

La internalización de bacterias al xilema por el mismo mecanismo por el cual los nutrientes son absorbidos es prácticamente imposible debido al tamaño del cabello radicular y los espacios en el apoplasto. Sin embargo, varios estudios con bacterias fitopatógenas indican que existen varios mecanismos de colonización de las estructuras internas de las plantas, como sistema de secreción tipo III, mediante el cual se inyectan proteínas efectoras en el citoplasma, modificando el comportamiento celular, permitiendo el ingreso de *Xanthomonas* (Büttner y Bonas, 2010), o varios otros exoenzimas que degradan la pared celular, polisacáridos extracelulares, expresión del gen *hrpXc*, genes de avirulencia, y varios otros factores (Dow y Daniels, 1994).

La contaminación de las frutas y hortalizas, principalmente con bacterias enteropatógenas ha resultado en brotes de enfermedades en varios países. Debido a que parte de la economía latinoamericana está basada en las exportaciones de productos agrícolas, un incidente de inocuidad de alimentos que involucre un alimento de importación puede dañar la economía del país exportador al cerrarse ese mercado.

Si las bacterias enteropatógenas pueden comportarse como fitopatógenas, el resultado esperado es que se genere

una contaminación interna del producto, lo que requiere estrategias de prevención diferentes a las estrategias que suponen una contaminación meramente superficial o una internalización favorecida meramente por factores físicos como la temperatura durante el manejo postcosecha o magulladuras en el producto. Estos efectos biológicos necesitan ser estudiados con detalle. Si las bacterias patógenas de humanos poseen algunos de los mecanismos de virulencia identificados en las bacterias fitopatógenas, o nuevos mecanismos de virulencia para las plantas son identificados en estos patógenos de los humanos, se ampliaría considerablemente el entendimiento de la colonización y transmisión de dichos patógenos a las frutas y hortalizas. Este entendimiento se capitalizaría en el desarrollo de intervenciones que prevengan la colonización por patógenos, y posteriormente diseñar estrategias efectivas de gestión de la inocuidad de frutas y hortalizas.

#### REFERENCIAS

- Bernstein, N, S. Sela, R. Pinto and M. Ioffe. 2007. Evidence for internalization of *Escherichia coli* into the aerial parts of maize via the root system. *J. Food Prot.* 70:471-475.
- Büttner, D. and U. Bonas. 2010. Regulation and secretion of *Xanthomonas* virulence factors. *FEMS Microbiol. Rev.* 34:107-133.
- Cooley, M. B., W. G. Miller and R. E. Mandrell. 2003. Colonization of *Arabidopsis thaliana* with *Salmonella enterica* and enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 and competition by *Enterobacter asburiae*. *Appl. Environ. Microbiol.* 69:4915-4926.
- Dow, J. M. and M. J. Daniels. 1994. Pathogenicity Determinants and Global Regulation of Pathogenicity of *Xanthomonas campestris* pv. *Campestris*. En: *Bacterial Pathogenesis of Plants and Animals*. J. L. Dangel (ed.). Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Guo, H., X., M. W. van Iersel, J. Chen, R. E. Brackett and L. R. Beuchat. 2002. Evidence of association of salmonellae with tomato plants grown hydroponically in inoculated nutrient solution. *Appl. Environ. Microbiol.* 68:3639-3643.
- Hirneisen, K. A., M. Sharma and K. E. Kniel. 2012. Human enteric pathogen internalization by root uptake into food crops. *Foodborne Path. Dis.* 9:396-405.
- Itoh, Y., Y. Sugita-Konishi, F. Kasuga, M. Iwaki, Y. Hara-Kudo, N. Saito, Y. Noguchi, H. Konuma and S. Kumagai. 1998. Enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 present in radish sprouts. *Appl. Environ. Microbiol.* 64:1532-1535.
- Wright, K. W., S. Chapman, K. McGeachy, S. Humphris, E. Campbell, I. K. Toth and N. J. Holden. 2013. The endophytic lifestyle of *Escherichia coli* O157:H7: quantification and internal localization in roots. *Phytopath.* 103:333-340.