Este manuscrito ha sido aceptado después de una revisión a doble-ciego por pares y será publicado en una futura edición de esta revista. Su contenido es definitivo y únicamente cambiará en la versión final la información relativa al volumen, número, fecha de publicación y paginado.

DESDE 2013
https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/issue/archive
Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI

ISSN: 2007-6363

Publicación Semestral Pädi Vol. 0 No. 0 (2024) 1-4

Comportamiento de *Salmonella* y *Escherichia coli* patógena en tuna
Behavior of *Salmonella* and pathogenic *Escherichia coli* in prickly pear

L. Valencia-Hernández [a], I.A. Angeles-Zamora [a], E. Rangel-Vargas [a], J. Castro-Rosas [a,*]

[a] *Área Académica de Química, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 42184, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México.*

Resumen

Se determinó el comportamiento de *Salmonella* Typhimurium y *Escherichia coli* productora de toxina *Shiga* (STEC) en tuna. Se obtuvieron tunas de mercados públicos del estado de Hidalgo. Las tunas se transportaron al laboratorio en bolsas estériles y dentro de una hielera con hielo. En el laboratorio, a un lote de tunas se les retiró la cáscara utilizando campana de flujo laminar, guantes y todo el material estéril, mientras que el otro lote permaneció con cáscara. Posteriormente las tunas de ambos lotes fueron inoculadas con *S.* Typhimurium o STEC ($1x10^4$ UFC/tuna). Las tunas se incubaron a temperatura ambiente durante (aprox. 25° C) 1 día (sin cáscara) y 7 días (con cáscara). Periódicamente se tomaron tunas y se determinó la concentración de los patógenos. Tanto *S.* Typhimurium como STEC sobrevivieron sin cambios significativos durante los 7 días. En la tuna sin cáscara, *S.* Typhimurium y STEC se multiplicaron con incrementos de 0.76 log y 1.41 log de UFC/tuna, respectivamente. Es necesario aplicar buenas prácticas de higiene en toda la cadena de producción de la tuna.

Palabras Clave: S. Typhimurium, Escherichia coli productora de toxina Shiga, STEC, tuna.

Abstract

The behavior of *Salmonella* Typhimurium and *Shiga* toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) in prickly pear was determined. Prickly pears were obtained from public markets in the state of Hidalgo. The prickly pears were transported to the laboratory under hygienic conditions. In the laboratory, the shell was removed from one batch of prickly pears under hygienic conditions, while another batch remained with the shell on. Subsequently, the prickly pears were inoculated with *S.* Typhimurium or STEC. The prickly pears were incubated at room temperature for 1 day (without shell) and 7 days (with shell). Prickly pears were taken periodically and the concentration of the pathogens was determined. Both *S.* Typhimurium and STEC survived without significant changes over the 7 days. In shelled prickly pear, *S.* Typhimurium and STEC multiplied with increments of 0.76 log and 1.41 log CFU/prickly pear, respectively. It is necessary to apply good hygiene practices throughout the prickly pear production chain and refrigerate the processed prickly pear during its marketing.

Keywords: S. Typhimurium, Shiga toxin-producing Escherichia coli, STEC, prickly pear.

1. Introducción

La tuna es una fruta de temporada oriunda de México. La producción anual que se reportó en el 2019 superó las 400 mil toneladas, de tal manera que el abasto de tuna está garantizado en mercados, tianguis y centros de abasto del país, como un fruto de temporada que ofrece sabor y propiedades nutrimentales, además de ser asequible a la población. Con base en cifras del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), señaló que desde 2019 el valor de producción del fruto presenta un incremento constante, al pasar de mil 537 millones de pesos a mil 671 millones de pesos, un alza de 8.8 por ciento (SIAP, 2023).

De la cual se conocen cuatro variedades, siendo la más popular la tuna blanca Alfajayucan también conocida como tuna reina, esta variedad es la más consumida y cultivada en México, principalmente en el municipio de Alfajayucan en el estado de Hidalgo, de donde es originaria, así como en los estados de México y Puebla. Otra variedad es la tuna cristalina de Zacatecas, esta se caracteriza por frutos de mayor tamaño y una cáscara gruesa que facilita su limpieza y transporte. Existen variedades de tuna roja, como; la tuna roja de San Martín de las Pirámides, que se cosecha principalmente en el Estado de México, en la región de San Martín de las Pirámides de donde es originaria.

*Autor para la correspondencia: jcastro@uaeh.edu.mx
Correo electrónico:itzelalheli1@gmail.com (Itzel Alheli Ángeles-Zamora), lvh010507@gmail.com (Lorena Valencia-Hernández), esmeralda_rangel10403@uaeh.edu.mx (Esmeralda Rangel-Vargas), jcastro@uaeh.edu.mx (Javier Castro-Rosas).

Historial del manuscrito: recibido el 25/04/2024, última versión-revisada recibida el 25/06/2024, aceptado el 02/07/2024, en línea (postprint) desde el 10/07/204, publicado el DD/MM/AAAA. **DOI:** https://doi.org/10.29057/icbi.v12i24.12843

El DOI puede ser empleado para citar este manuscrito, pero será habilitado hasta la publicación en Pädi.

Aceptado/Accepted

Este manuscrito ha sido aceptado después de una revisión a doble-ciego por pares y será publicado en una futura edición de esta revista. Su contenido es definitivo y únicamente cambiará en la versión final la información relativa al volumen, número, fecha de publicación y paginado.

Finalmente se encuentra, la tuna roja lisa que se cosecha principalmente en el estado de Hidalgo y se caracteriza por su escasez de espinas, lo cual facilita su manejo.

Su consumo se ha declarado importante debido a que además de tener propiedades sensoriales ampliamente aceptadas por la población, algunas personas consideran que esta posee propiedades medicinales como antioxidante, antiviral, anti cancerígeno y como anticolesterolémico, además que permite controlar la diabetes y ayuda a potenciar el sistema inmunológico (Boucher *et al.,* 2017), (Amaya, 2009).

La venta de la tuna se realiza sin ningún tratamiento para su conservación, con cáscara sin espinas dentro de bolsas de plástico o cajas de madera; se comercializa en mercados, establecimientos públicos e incluso en la vía pública, también se comercializa sin cáscara dentro de bolsas de plástico o charolas de unicel cubiertas con plástico. Sin embargo, durante la manipulación que se realiza pre- y post- cosecha, se puede ver afectada la inocuidad del alimento debido a las malas prácticas de higiene. Por ello, su consumo podría ocasionar enfermedades provocadas por patógenos como *Salmonella* y grupos patógenos de *E. coli*.

El monitoreo del comportamiento de microorganismos patógenos en la tuna bajo las condiciones de pre- y post cosecha, así como durante la comercialización, es necesario para la estimación de riesgo de enfermedad por este alimento por causas microbianas. Actualmente no existen reportes sobre el comportamiento de *Salmonella* Typhimurium y *Escherichia coli* productora de toxina *Shiga* (STEC) en tuna. Por lo cual en este trabajo se determinó el comportamiento de *S.* Typhimurium Y STEC en tuna con y sin cáscara.

2. Materiales y métodos

2.1. Obtención de cepas

Se utilizó *S.* Typhimurium aislada del cilantro (Rangel-Vargas *et al.,* 2017) y la cepa de STEC C4 aislado de nopalitos crudos (Gómez-Aldapa *et al.,* 2016) ambas resistentes a la rifampicina.

2.2. Preparación del inóculo

Las cepas se activaron mediante tres transferencias en caldo soya tripticaseína (CST) incubando a 35ºC / 24 h. Se realizaron diluciones decimales a partir de los cultivos para tener una suspensión con una concentración aproximada de 1 x 10^6 Unidades Formadoras de Colonias (UFC)/tuna.

2.3. Obtención y preparación de las tunas

Se compraron tunas con cáscara en un mercado de Pachuca de Soto, en el estado de Hidalgo. Las tunas se transportaron al laboratorio en bolsas estériles y dentro de una hielera con hielo. En el laboratorio, las tunas fueron limpiadas con un paño seco para remover el polvo y otras partículas de suciedad. Se utilizaron tunas que no presentaron ningún daño físico visible, a algunas se les retiró la cáscara bajo condiciones higiénicas y fueron empleadas en los estudios inmediatamente.

2.4. Inoculación de las tunas

Tanto para las tunas con cáscara como las tunas sin cáscara, en la superficie central de cada tuna se dibujó un círculo de aproximadamente 0.5 cm de diámetro con un plumón de tinta indeleble, posteriormente, en la parte central del círculo se inoculó una gota de 10 µL de la suspensión de *S.* Typhimurium o STEC para tener una concentración aproximada de 1x10^4 UFC/tuna. Las tunas inoculadas fueron almacenadas a temperatura ambiente.

2.5. Monitoreo del comportamiento de Salmonella Typhimurium y STEC en las tunas

En las tunas con cáscara cada 24 horas durante 7 días, se realizó el recuento de los patógenos mediante la técnica de vertido en placa (Maturin & Peeler, 2001). Para las tunas sin cáscara el recuento se realizó cada 2 horas durante 8 horas y posteriormente hasta las 24 horas. En cada muestreo, se retiró el área inoculada con ayuda de un vernier y se colocó en una bolsa de plástico conteniendo 30 mL de diluyente de peptona (DP) el trozo de tuna fue masajeado manualmente desde fuera de la bolsa durante 3 minutos. El recuento de las bacterias patógenas en cada bolsa se efectuó mediante la técnica de vertido en placa mediante diluciones decimales en DP y utilizando agar para métodos estándar adicionado con Rifampicina (Rif; Sigma-Aldrich St. Louis, MO, USA), y una temperatura de incubación de las cajas inoculadas se realizó de 35° C durante 24 - 48 h (Maturin & Peeler, 2001).

Todos los estudios se realizaron por triplicado. Los resultados son expresados como la media y la desviación estándar del log10 de UFC obtenido en cada tiempo de muestreo.

3. Resultados y discusión

En las Figuras 1 y 2 se muestran los resultados obtenidos para las muestras de tuna con y sin cáscara respectivamente. En general, ambos microorganismos sobreviven bien sobre las tunas con cáscara al menos durante 7 días (Figura 1).

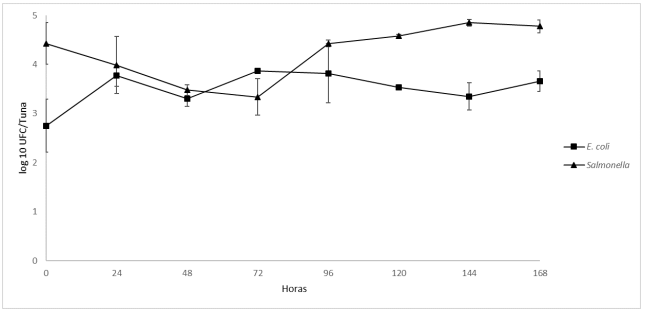

Figura 1: Comportamiento de *S. Typhimurium* y *E. coli* productora de toxina *Shiga* (STEC) en tuna con cáscara.

Por otro lado, en las tunas sin cáscara, ambos patógenos se desarrollaron e incrementaron significativamente su concentración a las 24 h de almacenamiento (Figura 2). A pesar de que existen nutrientes en la cáscara de la tuna, estos no están disponibles para las bacterias patógenas al humano como *S.* Typhimurium o STEC. En consecuencia, estos

Aceptado / Accepted

Este manuscrito ha sido aceptado después de una revisión a doble-ciego por pares y será publicado en una futura edición de esta revista. Su contenido es definitivo y únicamente cambiará en la versión final la información relativa al volumen, número, fecha de publicación y paginado.

patógenos no pueden multiplicarse sobre la cáscara de la tuna, pero si sobrevivir por lo menos 7 días sobre la cáscara, sin cambios en su concentración. Es posible que el nivel de humedad (El Kossori *et al.,* 1998) y la rugosidad de la cáscara de la tuna, favorezcan la sobrevivencia de *S.* Typhimurium y STEC en el fruto entero tal como lo observamos en el presente estudio (Figura 1).

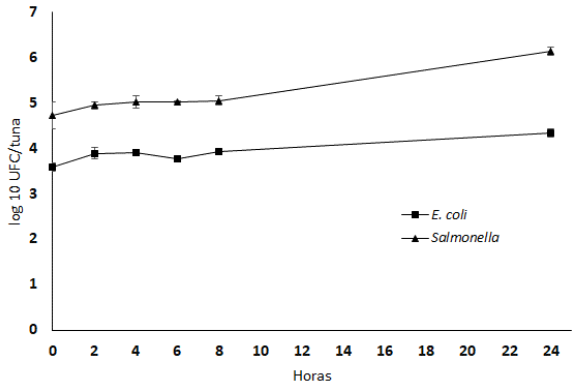

Figura 2: Comportamiento de *S. Typhimurium* y *E. coli* productora de toxina *Shiga* (STEC) en tuna sin cáscara.

La sobrevivencia de los patógenos de estudio sobre la tuna con cáscara implica un potencial riesgo para los consumidores si las tunas no son lavadas y desinfectadas previo a su consumo; al retirar la cáscara de las tunas contaminadas, existe la probabilidad de transferir las bacterias patógenas a la pulpa comestible de la fruta.

Esto puede ocurrir debido al contacto directo con las manos, los cuchillos u otros utensilios contaminados durante el pelado y la preparación de la fruta para el consumo convirtiéndose en un riesgo de enfermedad para los consumidores. Además, el fruto contaminado por sí solo representa una fuente de contaminación, por lo que podría participar en lo que se conoce como contaminación cruzada a otros alimentos o superficies durante el almacenamiento, manipulación o el transporte (Fernández, 2000).

Por ejemplo, si las tunas contaminadas se almacenan junto con otros productos frescos en el mismo recipiente o en contacto directo, las bacterias patógenas pueden transferirse a esos productos, aumentando así el riesgo que los consumidores adquieran una enfermedad por otro alimento originalmente no contaminado (Fernández, 2000).

En el caso de la tuna sin cáscara, los resultados sugieren que tanto *S.* Typhimurium como STEC aprovecharon los nutrientes disponibles en el fruto (El Kossori *et al.,* 1998). Por lo que ambos patógenos se multiplicaron en el fruto sin cáscara. (Plevri *et al.,* 2017), relacionan el comportamiento de patógenos con el estado de maduración del fruto y pH; un pH ácido en ocasiones evita el desarrollo bacteriano o produce disminución de la velocidad de crecimiento bacteriano.

No obstante, de acuerdo con lo reportado por Ochoa-Velasco & Guerrero-Beltrán, (2010), la tuna puede presentar valores de pH de entre 5.3 y 7.1, valores de pH en los que ambas bacterias patógenas pueden multiplicarse (Fernández, 2000).

La multiplicación de bacterias como *S.* Typhimurium y STEC en alimentos listos para el consumo humano, como las tunas sin cáscara, representa una amenaza para la salud pública. Estas bacterias son patógenas y pueden causar enfermedades graves en los consumidores. Además, su resistencia a múltiples antibióticos aumenta la dificultad en el tratamiento de las infecciones asociadas (Fernández, 2000).

Cuando estas bacterias se multiplican en alimentos como las tunas sin cáscara, el riesgo de infección para los consumidores se incrementa significativamente. Esto se debe a que, con la multiplicación bacteriana, aumenta la carga microbiana en el alimento, lo que significa que hay más bacterias presentes.

Además, al alcanzar o acercarse a la dosis mínima infectante, es más probable que una persona contraiga la enfermedad si consume el alimento contaminado (Fernández, 2000). En otras palabras, la multiplicación de *S.* Typhimuriu*m* y STEC en las tunas sin cáscara, es un problema grave que puede poner en peligro la salud de los consumidores. El incremento en la carga microbiana aumenta el riesgo de infección, especialmente cuando se alcanza o se acerca a la dosis mínima infectante, lo que subraya la importancia de medidas preventivas rigurosas para garantizar la inocuidad de las tunas.

4. Conclusión

Los resultados obtenidos en este estudio revelan que tanto *S.* Typhimurium como *Escherichia coli* productora de toxina *Shiga* pueden sobrevivir durante al menos 7 días en las tunas con cáscara, sin cambios significativos en su concentración. Esto sugiere un potencial riesgo para los consumidores si las tunas no son lavadas y desinfectadas antes del consumo, ya que existe la posibilidad de transferir estas bacterias patógenas a la pulpa comestible durante el retiro de la cascara y la preparación de la fruta.

Por otro lado, en las tunas sin cáscara, ambos patógenos se multiplicaron significativamente, lo que aumenta el riesgo de infección para los consumidores si consumen el fruto contaminado. Estos hallazgos resaltan la importancia de implementar medidas higiénicas rigurosas para garantizar la inocuidad de las tunas y prevenir la transmisión de enfermedades transmitidas por alimentos.

Referencias

Amaya, R. J. E. (2009). El cultivo de tuna (Opuntia ficus índica). Perú: Gerencia Regional Agraria La Libertad.

Boucher, F., Ocampo-Ochoa, F., Antonio, R., Roldán-Cruz, E. I., Godínez, G. M. M., Zavala, B. & Jiménez, A. (2017). Caracterización del SIAL nopal verdura y fruta en el estado de Hidalgo. México: Colegio del estado de Hidalgo.

El Kossori, R. L., Villaume, C., El Boustani, E., Sauvaire, Y., & Méjean, L. (1998). Composition of pulp, skin and seeds of prickly pears fruit (Opuntia ficus indica sp.). Plant Foods for Human Nutrition, 52, 263-270.

Fernández Escartín, E. (2000). Microbiología e inocuidad de los alimentos. Universidad Autónoma de Querétaro, 43-48.

Gómez-Aldapa, C. A., Cerna-Cortes, J. F., Rangel-Vargas, E., Torres-Vitela, M. R., et al. (2016). Presence of multidrug-resistant Shiga toxin-producing Escherichia coli, enteropathogenic E. coli and enterotoxigenic E. coli, on raw nopalitos (Opuntia ficus-indica L.) and in nopalitos salads from local retail markets in Mexico. Foodborne Pathogens and Disease, 13(5), 269-274.

Maturin, L., & Peeler, J. T. (2001). BAM: Aerobic plate count. US Food and Drug Administration: Silver Spring, MD, USA.

Méndez C, R., Vergaray, G., Morante, H. Y., Flores P, R., & Gamboa R, A. (2013). Aislamiento y caracterización de Escherichia coli O157: H7 a partir de carne molida de bovino en Lima-Perú. Revista Peruana de Biología, 2(20), 159-164.

Aceptado/Accepted

Este manuscrito ha sido aceptado después de una revisión a doble-ciego por pares y será publicado en una futura edición de esta revista. Su contenido es definitivo y únicamente cambiará en la versión final la información relativa al volumen, número, fecha de publicación y paginado.

Ochoa-Velasco, C. E., & Guerrero-Beltrán, J. A. (2010). La tuna: una perspectiva de su producción, propiedades y métodos de conservación. Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos, I, 49-63. Obtenido de https://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No4-Vol-1/TSIA-4(1)-Ochoa-Velasco-et-al2010.pdf

Plevri, N., Demertzis, P. G., & Akrida – Demertzi, K. (2017). Microbiological Evaluation of Fruits of the Prickly Pear (Opuntia Ficus Indica L. Miller) Collected In Greece. IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science, 10(4), 31-38. Doi:10.9790/2380-1010043138

Rangel-Vargas, E., Gutiérrez-Alcántara, E. J., Gómez-Aldapa, C. A., Falfán-Cortés, R. N., Segovia-Cruz, J. A., Salas-Rangel, L. P., & Castro-Rosas, Jet al. (2017). Antibacterial activity of roselle calyx extracts, sodium hypochlorite, colloidal silver and acetic acid against multidrug-resistant Salmonella serotypes isolated from coriander. Journal of Food Safety, 2017;37(2). https://doi.org/: 10.1111/jfs.1

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2023). Arranca temporada de tuna con abasto garantizado y crecimiento en valor de producción. Gobierno de México. https://www.gob.mx/agricultura/prensa/arranca-temporada-de-tuna-con-abasto-garantizado-y-crecimiento-en-valor-de-produccion?idiom=es

Aceptado/Accepted