

Calidad microbiológica y riesgo de infección por el consumo de emparedados elaborados en servicios de alimentación universitarios de Culiacán, Sinaloa, México

Microbiological quality and risk of infection for the consumption of sandwiches made in university food services in Culiacan, Sinaloa, Mexico

Castañeda-Ruelas, G.M.¹, González-Morales, D.², Fierros-Pérez, C.E.², Jiménez-Edeza, M.^{1*}

¹Laboratorio de Investigación y Diagnóstico Microbiológico, CAEF Gestión de la Calidad e Inocuidad Alimentaria UAS-CA-323, Programa de Posgrado Integral en Biotecnología, Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa, Av. Las Américas S/N, Ciudad Universitaria, Culiacán, Sinaloa, México, CP. 80013

²Facultad de Biología, Universidad Autónoma de Sinaloa, Av. Las Américas S/N, Ciudad Universitaria, Culiacán, Sinaloa, México, CP. 80013.

RESUMEN

El emparedado es un alimento popular en las universidades debido a la facilidad de consumo. Por ende, la pérdida de la inocuidad es una amenaza para el desarrollo de enfermedades. Este estudio examinó la calidad microbiológica y riesgo de infección por consumo de emparedados preparados en servicios de alimentación universitarios de Culiacán, Sinaloa, México. Se recolectaron 40 muestras de emparedados provenientes de cinco ($n = 8$) distintos servicios. La calidad microbiológica se determinó mediante la detección y/o cuantificación de *Listeria monocytogenes* (LM), *Salmonella* (SE), *Staphylococcus aureus* (SA), *Escherichia coli* (EC), coliformes totales (CT), mesófilos aerobios (MA), hongos y levaduras (HL). El riesgo de infección por consumo de emparedado (165 g por porción) fue realizado con las concentraciones de EC o SA determinadas. Adicionalmente, una encuesta descriptiva sobre las prácticas de venta fue realizada. La encuesta identificó la pérdida de la cadena de frío de los insumos perecederos y la exhibición del emparedado a la intemperie como factores de riesgo. MA (98 %), SA (98 %), EC (95 %), CT (88 %) y HL (95 %) fueron detectados en las muestras de emparedados, cuyas concentraciones variaron entre los servicios ($P < 0.05$). La presencia de LM y SE fueron descartadas en las muestras. El riesgo promedio por consumo de emparedado contaminado con SA y EC fue de 13.6/1,000 y 48.4/1,000 casos de infección, respectivamente. Se recomienda a los preparadores de alimentos reforzar las buenas prácticas higiénicas para garantizar la inocuidad y calidad del alimento, y minimizar el riesgo de infecciones en la población.

Palabras clave: Infección, Inocuidad, Microorganismos, Riesgo

ABSTRACT

Sandwiches are a popular food on university campuses due to their convenience. Therefore, safety concerns pose a potential risk for disease transmission. This study assessed the microbiological quality and infection risk of sandwiches prepared in university dining halls in Culiacan, Sinaloa, Mexico. Forty sandwich samples were collected from five food services ($n = 8$ each). Microbiological quality was assessed by detecting and/or quantifying *Listeria monocytogenes* (LM), *Salmonella* (SE), *Staphylococcus aureus* (SA), *Escherichia coli* (EC), total coliforms (TC), aerobic mesophiles (AM), fungi and yeasts (FY). The infection risk from eating sandwiches (165 g per serving) was estimated based on the concentrations of EC or SA. Additionally, a descriptive survey on sales practices was conducted. The survey identified cold chain interruptions for perishable ingredients and the outdoor display of sandwiches as risk factors. AM (98 %), SA (98 %), EC (95 %), TC (88 %), and FY (95 %) were detected in the samples, with levels varying across food services ($P < 0.05$). The presence of LM and SE was ruled out. The average risk from consuming a sandwich contaminated with SA and EC was 13.6/1,000 and 48.4/1,000 infection cases, respectively. Food handlers are advised to strengthen hygiene practices to ensure food safety and quality and to reduce the risk of infection in the population.

Keywords: Infection, Safety, Microorganisms, Risk

*Autor de correspondencia: Maribel Jiménez Edeza

Email: mjimenez@uas.edu.mx

ORCID ID: [0000-0002-9835-9665](https://orcid.org/0000-0002-9835-9665)

Registro ORCID Autores: GM: [0000-0001-8970-0035](https://orcid.org/0000-0001-8970-0035)

Revista online: <https://revistas.uas.edu.mx/index.php/QBU/index>

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA) son un problema de salud pública. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima la ocurrencia anual de 600 millones de casos de ETA, lo cual representa 420,000 casos de muerte. La mayoría de las ETAs se deben a infecciones por bacterias (*Salmonella*, *Campylobacter*, *Escherichia coli*, *Listeria* y *Vibrio cholerae*), virus (norovirus y hepatitis A), parásitos (*Taenia solium*, *Acaris*, *Cryptosporidium*, *Entamoeba histolytica*, *Giardia*) o sustancias químicas tóxicas que pueden provocar desde enfermedades diarreicas hasta enfermedades severas. Los productos lácteos no pasteurizados, diversos alimentos listos para el consumo, frutas y hortalizas frescas se han identificado como los principales vehículos de ETA (OMS, 2025).

Particularmente en México, la Dirección General de Epidemiología (DGE) reporta 3,878,561 casos de infecciones intestinales y 25,929 casos de intoxicaciones alimentarias, así como la incidencia de infecciones relacionadas con ETA incluyendo ascariasis, brucelosis, enterobiasis, giardiasis, hepatitis A, salmonelosis, shigelosis y otras. La población joven resulta ser un segmento afectado con estos padecimientos (DGE, 2025). Cabe señalar que la relación epidemiológica y los alimentos involucrados en estos casos no están definidos en el sistema.

Actualmente, la población escolar opta por realizar su almuerzo en su centro de enseñanza (Sánchez, 2015). Por lo tanto, la garantía de la inocuidad de los alimentos preparados en los comedores o puntos de venta en los centros escolares es tema importante para la salud pública (Castañeda & Jiménez, 2024) debido a que esta población es un colectivo vulnerable (DGE, 2025). En México, se ha advertido sobre la calidad microbiológica de los alimentos preparados en los comedores de primarias, siendo *Salmonella*, *S. aureus* y *E. coli* los principales peligros identificados (Castañeda & Jiménez, 2020). Adicionalmente, el reporte de brotes de ETA e intoxicaciones en planteles escolares también ha sido expuesto en el país (Castañeda & Jiménez, 2024). La pérdida de la inocuidad se ha atribuido a la seguridad de las materias primas, la higiene del personal y la falta de protocolos de buenas prácticas higiénicas (Castañeda & Jiménez, 2017; Castañeda & Jiménez, 2020).

El monitoreo microbiológico es una herramienta fundamental para garantizar la inocuidad de los alimentos e identificar los peligros existentes (Mainardi & Bidoia, 2024). Esto requiere complementarse con modelos de análisis cuantitativo del riesgo microbiológico que permiten de forma integral describir la importancia de un peligro y alertar sobre el riesgo para la salud pública. El análisis cuantitativo del riesgo

microbiológico es modelos matemáticos probabilísticos que permiten inferir sobre la proporción de personas que enfermarían o morirían por exposición a un peligro particular basado en la identificación del peligro, la evaluación de la exposición, el modelo dosis-reacción y la caracterización del riesgo (Giaccone & Ferri, 2005). El análisis cuantitativo del riesgo microbiológico ha sido ampliamente utilizado, logrando mejorar la seguridad alimentaria, desarrollar políticas útiles en materia de inocuidad y establecer medidas de mitigación (Koutsoumanis *et al.*, 2021).

En México, los alimentos principales de los cuales está conformado el almuerzo o refrigerio en los comedores escolares son comidas corridas y listas para el consumo (Sánchez, 2015), los cuales han sido previamente vinculados a ETAs (Castañeda & Jiménez, 2020; Castañeda & Jiménez, 2024). En este sentido, el consumo de emparedados provenientes de servicios de alimentación universitarios puede advertir el riesgo de infecciones entre los consumidores. Por lo tanto, el objetivo del estudio fue explorar las condiciones higiénicas y el análisis de la calidad microbiológica y el riesgo de infección por consumo de emparedados preparados en servicios de alimentación universitarios en Culiacán, Sinaloa, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

DISEÑO DEL ESTUDIO

Se realizó un estudio transversal en cinco servicios de alimentación ubicados en la ciudad universitaria de Culiacán, Sinaloa, México, de mayo a junio de 2024. Para la realización del estudio, los servicios de alimentación fueron identificados con una letra mayúscula (A, D, O, P y Q) con la finalidad de resguardar el nombre y la ubicación. Los servicios de alimentación se caracterizaban por tener infraestructura y operación similar, incluyendo instalaciones semiabiertas con cocinas adaptadas en los espacios de los planteles escolares, preparación de los emparedados y exposición del alimento durante su venta. Los emparedados estaban compuestos de insumos perecederos incluyendo pan, jamón, queso, mayonesa y diversas verduras (lechuga, tomate, cebolla y aguacate). El diseño del estudio incluyó tres evaluaciones: (1) descripción de las prácticas de venta de los emparedados en los servicios de alimentación, (2) evaluación de la calidad microbiológica de los emparedados, y (3) estimación del riesgo de infección por consumo de emparedados contaminados.

Tabla 1. Descripción de las condiciones de venta de los emparedados en los servicios de alimentación universitarios evaluados en Culiacán, Sinaloa, México

Reactivo	%Si	%No	P	D	Q	A	O
Adecuación de instalaciones para una cocina fija.	100	0	■	■	■	■	■
Posee estaciones de lavado de manos.	100	0	■	■	■	■	■
Mantenimiento de limpieza visual aparente.	100	0	■	■	■	■	■
Posee contenedores de basura.	100	0	■	■	■	■	■
Presenta personal con uniformes e higiene aparente.	60	40	■	■	■	■	■
Refrigeración de las materias primas perecederas.	0	100	□	□	□	□	□
Preparación del emparedado en el momento.	60	40	■	■	■	■	■
Presencia de empaque en el emparedado.	60	40	■	■	■	■	■
Exhibición del emparedado en refrigeración.	0	100	□	□	□	□	□

La leyenda de color indica el cumplimiento (■) o no cumplimiento (□) del reactivo por parte del servicio de alimentación. Las letras mayúsculas (P, D, Q, A, O) identifican a los servicios de alimentación.

DESCRIPCIÓN DE LA VENTA DE EMPAREDADOS ESCOLARES

Se realizaron evaluaciones in situ por personal capacitado para registrar las condiciones y prácticas de venta de los emparedados en los servicios de alimentación de los planteles escolares seleccionados en la ciudad universitaria de Culiacán, Sinaloa, México. En la Tabla 1 se describen los principales elementos evaluados. Cada elemento se evaluó por observación directa y se registró su cumplimiento (“sí” o “no”) con base en la evidencia. La inspección del lugar y la recolección de las muestras se realizaron sin informar al personal del servicio de alimentación para evitar sesgos en los resultados.

RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS DE EMPAREDADOS

Se recolectaron un total de 40 muestras de emparedados obtenidas de cinco servicios de alimentación seleccionados (n = 8) pertenecientes a cinco diferentes planteles escolares de la ciudad universitaria de Culiacán, Sinaloa, México. La recolección de las muestras se realizó de manera aleatoria y en condiciones asépticas. Los emparedados completos se adquirieron después de su preparación y durante su exhibición de la misma manera que un consumidor los compraría, y se colocaron en bolsas de plástico estériles previamente identificadas. Todas las muestras se transportaron en neveras portátiles inmediatamente al laboratorio para su análisis microbiano dentro de las 2 h posteriores a la recolección.

CUANTIFICACIÓN DE INDICADORES

Para la cuantificación de *S. aureus* (SA), *E. coli* (EC), coliformes totales (CT), mesófilos aerobios (MA), hongos y levaduras (HL) se utilizó el método de recuento en placa con agar selectivo. Brevemente, se homogeneizaron manualmente 10 g de cada muestra con 90 mL de agua peptona (AP) al 0.1 % durante 2 min. Posteriormente, se realizaron diluciones decimales en serie en AP 0.1 %, y se sembraron por triplicado mediante goteo (SA, EC y CT) y duplicado por extensión (MA y HL) en placa según el microorganismo. Para la cuantificación de SA, EC, CT, MA y HL se utilizaron agar Baird Parker suplementado con emulsión de telurito de yema de huevo, agar Eosina Azul Metileno de Levin, agar Rojo Violeta Bilis Lactosa, agar Cuenta Total y agar Papa Dextrosa Acidificado, respectivamente. Según el microorganismo, las placas se incubaron a 37 °C por 24 h para SA, o 48 h para EC, CT y MA, y 25 °C por 5 días para HL. Después de la incubación, las colonias se contaron de acuerdo con la morfología colonial típica y la concentración se expresó como Log UFC/g.

DETECCIÓN DE SALMONELLA Y L. MONOCYTOGENES

Para el aislamiento de *Salmonella enterica* (SE), las muestras se enriquecieron con AP 1.0 % en una proporción de 1:10 y se incubaron durante 24 h a 37 °C. Se tomaron alícuotas de 0.1 mL y 1.0 mL y se homogeneizaron con 10 mL de caldo Rappaport-Vassiliadis y 9.0 mL de

caldo de selenito cistina, y se incubaron a 42 °C y 37 °C durante 24 h, respectivamente. Los cultivos se sembraron en agar Hektoen y agar XLD y se incubaron durante 24 h a 37 °C (Andrews *et al.*, 2018). Para *L. monocytogenes* (LM) se siguió el protocolo descrito por el USDA-FSIS (2017). Las muestras se enriquecieron con caldo UVM (Universidad de Vermont) en una proporción de 1:10 y se incubaron durante 24 h a 30 °C. De este cultivo se homogeneizaron 0.1 mL con 10 mL de caldo Fraser y se incubaron a 37 °C durante 48 h. Los cultivos positivos (coloración negra) se sembraron por duplicado en agar Oxford modificado y se incubaron durante 48 h a 37 °C. Las colonias presuntivas de SE y LM fueron confirmadas por pruebas bioquímicas.

ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL RIESGO MICROBIOLÓGICO

El estudio asume la exposición a SA o EC por el consumo de emparedados preparados en servicios de alimentación universitarios en Culiacán, Sinaloa, México. Para abordar la exposición, la concentración (UFC/g) de EC y SA fueron determinadas mediante el método de cuantificación descrito previamente. El tamaño de la porción de consumo por evento de emparedado se definió de 165 g, asumiendo pesos del pan (80 g/ 2 rebanadas), jamón (30 g), queso (25 g) y verduras diversas (30 g). La dosis (D) infectiva de EC y SA ingerida se estimó considerando las concentraciones (UFC/mL) de las bacterias en las muestras de emparedados (C), la cantidad (g) de emparedado consumida (E), y la tasa de hospitalización de EC (0.8 %) y SA (6.4 %) (Scallan *et al.*, 2011) como indicador de la capacidad infectiva (F). Por lo tanto, la D se calculó siguiendo la siguiente fórmula (1):

$$D = C \times E \times F \tag{1}$$

La probabilidad de infección (P_i) por consumo de una dosis (D) de emparedado contaminado con EC y SA se ajustó en un modelo de dosis-respuesta Beta-Poisson (Ecuación 2) (Pepper *et al.*, 2014) y exponencial (Ecuación 3) (Rose & Haas, 1999), respectivamente.

$$P_i = 1 - (1 + D/\beta)^{-\alpha} \tag{2}$$

$$P_i = 1 - e^{(-k \times D)} \tag{3}$$

Los valores de los coeficientes para los modelos son: $\alpha = 0.1705$ y $\beta = 1.613106$ (Pepper *et al.*, 2014) y $k = 7.64 \times 10^{-8}$ (Rose & Haas, 1999).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente utilizando el programa estadístico Minitab versión 17.0 y Excel versión 16.75.2. Para la calidad microbiológica de los emparedados se realizó una ANOVA de

una vía (servicios de alimentación universitario) seguida de la prueba de Tukey para determinar las diferencias entre las medias con un nivel de significación de $P < 0.05$. Un análisis multivariado de conglomerado de observaciones se empleó para determinar la similitud de las tasas de detección de los microorganismos en los servicios de alimentación universitarios evaluados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DE VENTA DE EMPAREDADOS EN LOS SERVICIOS DE ALIMENTACIÓN UNIVERSITARIOS

En la Tabla 1 se describen las condiciones de venta de los emparedados en los servicios de alimentación universitarios en Culiacán, Sinaloa, México. Los factores de riesgo para la inocuidad principalmente identificados fueron la pérdida de la cadena de frío durante el almacenamiento de los insumos perecederos y la exhibición del emparedado a la intemperie con presencia o ausencia de algún empaque (plástico, aluminio, y/o papel).

Los hallazgos de esta investigación pretenden describir las condiciones de los servicios de alimentación universitarios y señalar las oportunidades de mejora en términos de inocuidad alimentaria. Los servicios de alimentación evaluados se caracterizaron por instalar establecimientos de preparación y venta de alimentos, y han incorporado a personal diverso para realizar las funciones pertinentes (Tabla 1). Desde esta perspectiva, es crucial garantizar que las instalaciones sean un entorno adecuado y el personal tenga la competencia para ejercer prácticas higiénicas para la preparación de los alimentos.

La capacitación continua y la adherencia a las buenas prácticas higiénicas son la base para asegurar la salubridad de los alimentos y la prevención de enfermedades asociadas (Todd *et al.*, 2008; Bucher *et al.*, 2010). Así mismo, el uso de las temperaturas seguras para el manejo de las materias primas y los alimentos preparados es una disposición sanitaria (DOF, 2009), y un factor que ejerce un control sobre los microorganismos deteriorantes y patógenos alimentarios (Mainardi & Bidoia, 2024), lo cual debe implementarse en los servicios de alimentación evaluados.

El uso de empaques es una estrategia recomendada para la garantía de la inocuidad de los alimentos (DOF, 2009; Mainardi & Bidoia, 2024), lo cual se observa como una práctica en la mayoría de los servicios de alimentación. El uso de empaques inocuos permite actuar como una barrera protectora contra peligros contaminantes y mantiene la calidad de los alimentos (Salgado *et al.*, 2021). Dado que los servicios de

alimentos están expuestos a la intemperie, la calidad del entorno en las instalaciones debe vigilarse e implementar programas de limpieza y desinfección oportunos para prevenir y minimizar el riesgo de infecciones (Agüeria *et al.*, 2021). Así mismo, el mantenimiento de los alimentos en temperaturas idóneas es una práctica higiénica recomendada para reducir el riesgo microbiológico y mejorar la calidad (DOF, 2009; Mainardi & Bidoia, 2024).

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Todas las muestras de emparedados fueron positivas para al menos un microorganismo evaluado, y las incidencias en las 40 muestras recolectadas fueron 98 % MA, 98 % SA, 95 % EC, 88 % CT y 95 % HL. La

presencia de SE y LM se descartó en el total de las muestras. En la Figura 1 se muestra la tasa de detección de cada microorganismo según el servicio de alimentación, exhibiendo tasas de detección similares para los microorganismos descomponedores (MA y HL) y tasas variables para los indicadores de la manipulación higiénica (SA), contaminación fecal (EC) y saneamiento deficiente (CT). Las prácticas higiénicas de los servicios de alimentación universitarios determinan los límites microbianos presentes en las muestras de emparedados ($P < 0.05$) (Tabla 2). Los niveles de contaminación microbiana se registraron mayores a 3.0 Log UFC/g ($> 1,000$ UFC/g) en las muestras de emparedados (Tabla 2).

Tabla 2. Niveles de contaminación de los emparedados comercializados en los servicios de alimentación universitarios evaluados en Culiacán, Sinaloa, México.

Servicio	Concentración microbiana (Log UFC/g)				
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	Coliformes totales	Mesófilos aerobios	Hongos & Levaduras
P	4.2 ± 0.4 ^a	6.2 ± 0.4 ^a	6.1 ± 0.6 ^a	6.3 ± 0.4 ^a	6.2 ± 0.6 ^a
D	4.1 ± 0.7 ^{ab}	5.1 ± 0.9 ^b	4.7 ± 2.2 ^b	5.7 ± 0.9 ^{ab}	5.8 ± 0.7 ^b
Q	3.4 ± 1.5 ^{bc}	3.3 ± 2.1 ^c	3.5 ± 1.6 ^b	5.9 ± 1.0 ^{ab}	6.7 ± 1.4 ^a
A	3.2 ± 0.5 ^c	3.2 ± 0.9 ^c	3.5 ± 1.7 ^b	5.5 ± 0.8 ^{ab}	5.3 ± 1.3 ^b
O	3.4 ± 0.4 ^c	4.6 ± 0.4 ^b	4.1 ± 1.7 ^b	5.1 ± 2.0 ^b	4.5 ± 2.8 ^c
Promedio	3.6 ± 0.9	4.5 ± 1.6	4.3 ± 1.9	5.7 ± 1.2	5.7 ± 1.7

Las letras mayúsculas (P, D, Q, A, O) identifican a los servicios de alimentación.

Las concentraciones microbianas (Log UFC/g) de los emparedados se expresaron como el promedio ± desviación estándar de tres (*S. aureus*, *E. coli* y Coliformes totales) o dos (Mesófilos aerobios y Hongos y levaduras) observaciones determinadas.

Los valores promedios dentro de cada columna que no comparten letra son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

Actualmente en México, la Norma Oficial Mexicana “NOM-251-SSA1-2009” establece los requisitos mínimos de buenas prácticas de higiene que deben observarse en el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios y sus materias primas a fin de evitar su contaminación a lo largo de su proceso y garantizar la inocuidad. Esta norma es de observancia obligatoria para personas físicas y morales dedicadas a la preparación de los alimentos en el territorio nacional (DOF, 2009). Cabe señalar, la ausencia de normas o disposiciones específicas que dicten los límites microbianos que deben cumplir los alimentos preparados en establecimientos, como son los emparedados.

La calidad microbiológica de los emparedados ha sido exhibida previamente, siendo *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *E. coli*, coliformes totales, *Listeria spp.*, *Bacillus cereus*, mesófilos, hongos y

levaduras los principales peligros identificados en este alimento (Büyükyörük *et al.*, 2014; Kokkinakis *et al.*, 2020; Al-Busaidi *et al.*, 2023). Estos estudios reportan altos niveles de los indicadores microbiológicos, y la nula o baja detección de *Salmonella* y *L. monocytogenes* (< 1.0 %). Particularmente, Büyükyörük *et al.* (2014) exhibe la deficiente calidad microbiológica de emparedados en puestos callejeros debidos a los niveles de *S. aureus* (2.0 – 5.7 Log UFC/g), *E. coli* (1.0 – < 3.0 Log UFC/g), coliformes totales (1.0 – < 3.0 Log UFC/g), mesófilos (3.0 – 7.0 Log UFC/g), hongos (2.0 – 3.7 Log UFC/g) y levaduras (2.0 – 3.8 Log UFC/g) cuantificados. Estos valores son similares a los observados en las muestras (Tabla 2).

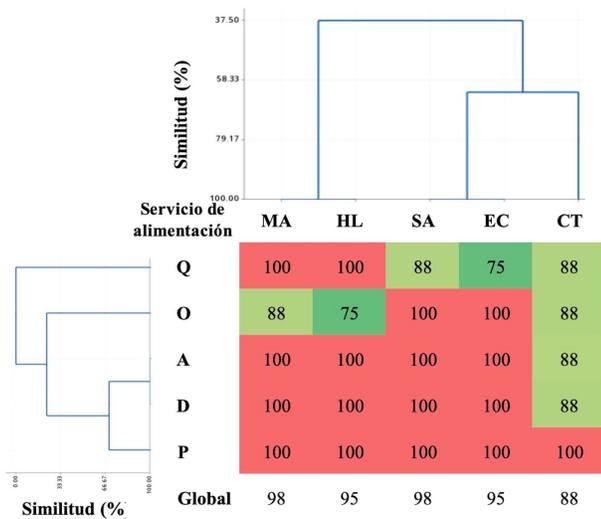


Figura 1. Perfiles microbiológicos de los servicios de alimentación universitarios en Culiacán, Sinaloa, México. Las columnas indican la tasa (%) de detección microbiana de los emparedados para cada comedor. La escala de colores está representada por gamas de colores que van del rojo (100 %) al verde (0 %). Los árboles de la figura muestran una agrupación jerárquica de enlace completo de los perfiles en función de la distancia euclidiana.

La materia prima, el personal, las superficies, el agua y el aire se han identificado como fuentes de microorganismos de descomposición y

patógenos que contribuyen al reto de garantizar la inocuidad del alimento (Castañeda & Jiménez, 2017; Castañeda & Jiménez, 2020; Mainardi & Bidoia, 2024). Las altas tasas de detección y los niveles de contaminación microbiológica sugieren cuestiones relacionadas con la higiene, los procesos de producción o condiciones de almacenamiento (Kokkinakis *et al.*, 2020), como se observa en el estudio (Tabla 1). Se ha descrito que, los altos niveles de MA contribuyen al deterioro organoléptico del alimento (textura y sabor). Así mismo, los niveles de HL se asocian con la calidad del entorno de preparación del alimento, y con la producción potencial de micotoxinas que puede ser perjudicial si se ingieren (Ali *et al.*, 2023). Por su parte, la presencia de SA, EC y CT indica las prácticas inadecuadas de manipulación de los alimentos (Kadariya *et al.*, 2014), la contaminación fecal o la deficiencia de saneamiento (Büyükyörük *et al.*, 2014; Castañeda & Jiménez, 2017), respectivamente.

Este panorama advierte que existen diversas fuentes de contaminación que amenazan la calidad microbiológica de los emparedados preparados en las condiciones de los servicios de alimentación universitarios, y señala un riesgo latente para el desarrollo de ETA. Previamente en México, se han reportado brotes por el consumo de alimentos preparados en los comedores escolares (Castañeda & Jiménez, 2024).

Tabla 3. Probabilidad de infección por exposición a *E. coli* (modelo β -Poisson) y *S. aureus* (modelo exponencial) mediante el consumo de emparedados comercializados en los servicios de alimentación universitarios en Culiacán, Sinaloa, México.

Variable	<i>S. aureus</i>		<i>E. coli</i>	
	Probabilidad	Casos	Probabilidad	Casos
Media	1.36×10^{-2}	13.60	4.84×10^{-2}	48.40
Mínimo	8.00×10^{-5}	0.08	1.40×10^{-5}	0.014
Q1	8.10×10^{-4}	0.81	1.39×10^{-3}	1.39
Mediana	4.02×10^{-3}	4.02	6.81×10^{-3}	6.81
Q3	1.32×10^{-2}	13.20	8.98×10^{-2}	89.80
Máximo	2.28×10^{-1}	228	3.50×10^{-1}	350
IC95	$8.57 \times 10^{-3} - 1.86 \times 10^{-2}$	8.6 - 18.6	$3.42 \times 10^{-2} - 6.25 \times 10^{-2}$	34.2 - 62.5

*Casos de infección estimados por 1,000 consumidores.

Q1 (primer cuartil o percentil 25); Q3 (tercer cuartil o percentil 75); IC95 (intervalo de confianza del 95 %).

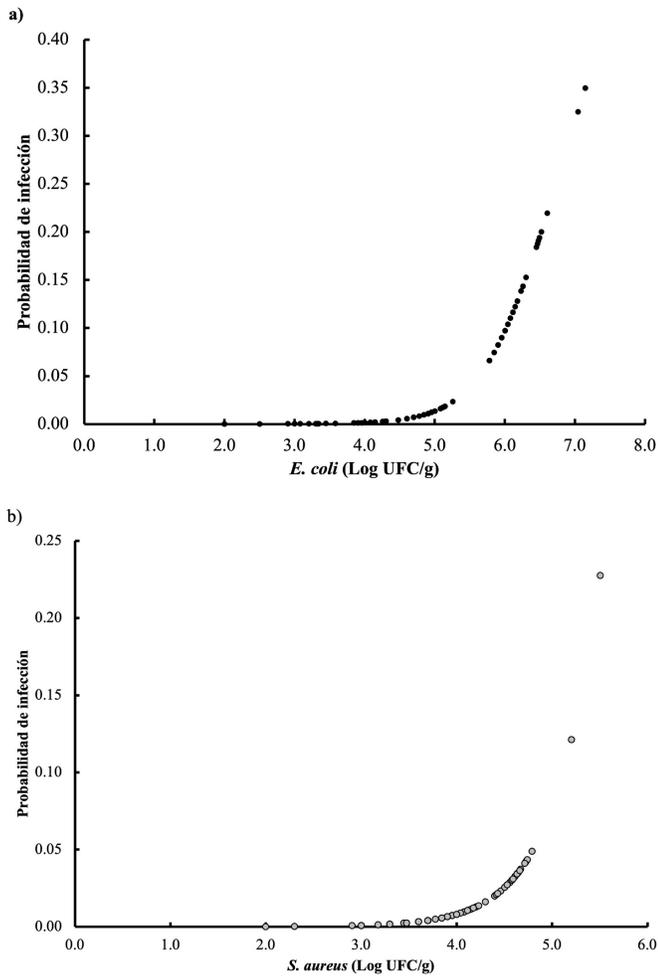


Figura 2. Relación de la dosis de *E. coli* (a) y *S. aureus* (b) cuantificadas (Log UFC/g) en las muestras de emparedado y la probabilidad de infección.

ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL RIESGO MICROBIOLÓGICO

El modelo dosis-respuesta estimó que la probabilidad de infección por el consumo de una porción de emparedado contaminado con EC o SA osciló de 1.40×10^{-5} a 3.50×10^{-1} y de 8.00×10^{-5} a 2.28×10^{-1} , respectivamente. La probabilidad de infección promedio para SA (1.36×10^{-2}) y EC (4.84×10^{-2}) estiman potencialmente la ocurrencia de 13.6 o 48.4 casos de ETA por 1,000 consumidores en el plantel escolar, respectivamente (Tabla 3). El intervalo de confianza de la probabilidad de infección por la exposición a las diferentes concentraciones de EC y SA cuantificadas en los emparedados preparados en servicios de alimentación universitarios se muestra en la Figura 2, cuyo riesgo de infección aumenta en congruencia con los niveles de contaminación.

El escenario del consumo de emparedados (165 g por porción) contaminados con EC y SA que son elaborados en los servicios de

alimentación (Figura 2), señalan un potencial vehículo de peligros biológicos en la población y un riesgo de infección de bajo a moderado según el nivel de contaminación de EC (0.0014 - 35.0 %) y SA (0.008 - 22.8 %) (Tabla 3). En la literatura se refiere a un estudio previo sobre el riesgo de infección por consumo de emparedados contaminados con *L. monocytogenes* que oscila de 0.002 hasta 52 casos según la susceptibilidad del hospedero y modelo utilizado (Tirioni *et al.*, 2018). Nuestro estudio ofrece una primera aproximación del riesgo de enfermedades infecciosas asociadas a EC y SA por consumo de emparedados en servicios de alimentación escolares.

La DGE declara a las infecciones intestinales como la tercera causa de morbilidad en Sinaloa, las cuales representaron 85,922 casos anuales en la entidad en 2023 (DGE, 2025). En este sentido, los resultados obtenidos justifican el consumo pertinente de estos alimentos y proponen la implementación de campañas educativas para la manipulación, preparación y venta higiénica de los alimentos en estos servicios de alimentación con base en las guías existentes (DOF, 2009), con el fin de mejorar la salubridad de los alimentos y disminuir los riesgos de ETA.

CONCLUSIONES

Estos resultados proporcionan un panorama inicial de la calidad microbiológica de los emparedados preparados y comercializados en los servicios de alimentación universitarios de la localidad, lo que expone un riesgo latente del desarrollo de enfermedades infecciosas. El nivel de adherencia en la aplicación de las buenas prácticas higiénicas en los servicios de alimentación universitarios es el reflejo de la contaminación microbiana del alimento, la cual se ve influenciada por la pérdida de control de temperatura. Los hallazgos observados permiten identificar una oportunidad para mejorar la preparación segura de los emparedados y la implementación de estrategias educativas con respecto a las pautas de buenas prácticas higiénicas para minimizar el riesgo de infecciones.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo técnico del personal del Laboratorio de Investigación y Diagnóstico Microbiológico (LiDIM) de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

APROBACIÓN DE COMITÉ DE INVESTIGACIÓN Y DE ÉTICA

No aplica.

REFERENCIAS

Agüeria, D. A., Libonatti, C., & Civit, D. (2021). Cleaning and disinfection programmes in food establishments: a literature review on verification procedures. *Journal of Applied Microbiology*, 131, 23–35. <https://doi.org/10.1111/jam.14962>

Al-Busaidi, A. K., Al-Bulushi, I. M., & Al-Subhi, L. K. (2023). Evaluation the safety and quality of ready-to-eat sandwiches: short communication. *Advances in Clinical Toxicology*, 8(2), 1-4. <https://doi.10.23880/act-16000263>

Ali, A. H., Kilima, B. M., & Wenaty, A. (2023). Assessment of food safety knowledge, hygienic practices and microbiological quality of halwa produced in urban west region, Zanzibar". *European Journal of Nutrition & Food Safety*, 15,117-29. <https://doi.org/10.9734/ejnfs/2023/v15i121372>

Andrews, W., Jacobs, A., & Hammack, T. (2018). *Salmonella*. Disponible en: <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm070149.html>. Fecha de consulta: junio 25, 2025.

Bucheri, C., Mammina, C., Giammanco, S., Giammanco, M., La Guardia, M., & Casucci, A. (2010). Knowledge, attitudes and self-reported practices of food service staff in nursing homes and long-term care facilities. *Food Control*, 21, 1367–1373. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.04.010>

Büyükyörük, S., Beyaz, D., Göksoy, E.O., Kök, F., & Koçak, P. (2014). Microbiological evaluation of ready-to-eat sandwiches served near hospitals and schools. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 61, 193-198. https://doi.org/10.1501/Vetfak_0000002628

Campos, J., Rodríguez, C., Sierra, A., & Arias, A. (2003). Estudio microbiológico de las comidas servidas en los comedores escolares de la isla de Tenerife. *Revista Española de Salud Pública*, 77, 749-760.

Castañeda-Ruelas, G., & Jiménez-Edeza, M. (2024). Impacto de la inocuidad alimentaria en comedores escolares de México. In: *tópicos en biomedicina y biotecnología*, (J. Milán, N. García & O. Argüelles, eds.), pp. 33-41. Universidad Autónoma de Sinaloa, México.

Castañeda-Ruelas, G. M., & Jiménez-Edeza, M. (2017). Participación del personal de cocina en la diseminación de microorganismos en comedores de escuelas de tiempo completo. *Salud Publica de México*, 59, 212-213. <https://doi.org/10.21149/8388>

Castañeda-Ruelas, G. M., & Jiménez-Edeza, M. (2020). Exploring food safety risk factors in selected school's foodservice establishments in Mexico. *Journal of Consumer Protection and Food Safety*, 15, 73-82. <https://doi.org/10.1007/s00003-019-01241-5>

Diario Oficial de la Federación (DOF). (2009). NOM-251-SSA1-2009-Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimentarios. Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5133449&fecha=01/03/2010. Fecha de consulta 19 Sept 2018.

Dirección General de Epidemiología. (DGE). (2025). Anuario de morbilidad 1984-2023 Disponible en: https://epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/morbilidad_nacional.html. Fecha de consulta: junio 25, 2025.

Giaccone, V., & Ferri, M. (2005). Microbiological quantitative risk assessment and food safety: an update. *Veterinary Research Communication*, 29, 101–106. <https://doi.org/10.1007/s11259-005-0020-6>

Kadariya, J., Smith T. C., & Thapaliya, D. (2014). *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcal* food-borne disease: An ongoing challenge in public health. *BioMed Research International*, 2014, 1-9. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/827965>

Kokkinakis, M. N., Fragkiadakis, G. A., Lapidakis, N. E., & Kokkinaki, A. N. (2020). Assessing microbiological quality of ready-to-eat prepacked sandwiches, in Crete, Greece. *Journal of Food Science Technology*, 57, 4220-4227. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04460-z>

Koutsoumanis, K., Tsaloumi, S., Aspidrou, Z., Tassou, C., & Gougouli, M. (2021). Application of quantitative microbiological risk assessment (qmra) to food spoilage: principles and methodology. *Trends in Food Science & Technology*, 114, 189-197. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.05.011>

Mainardi, P. H., & Bidoia, E. D. (2024). Food safety management: preventive strategies and control of pathogenic microorganisms in food. *European Journal of Biological Research*, 14, 13-32. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10724672>

- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2025). Inocuidad de los alimentos. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>. Fecha de consulta: junio 25, 2025.
- Pepper, I. L., Gerba, C. P., Gentry, T. J. (2014). Environmental microbiology. Publisher, Academic Press. Estados Unidos de América.
- Rose, J. B, & Haas, C. N. (1999). A risk assessment framework for the evaluation of skin infections and the potential antibacterial soap washing. *American Journal of Infection Control*, 27, S26-S33. [http://dx.doi.org/10.1016/s0196-6553\(99\)70039-8](http://dx.doi.org/10.1016/s0196-6553(99)70039-8)
- Salgado, P.R., Di Giorgio, L., Musso, Y.S., Mauri, A.N. (2021). Recent developments in smart food packaging focused on biobased and biodegradable polymers. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5:630393. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.630393>
- Sánchez, A. (2015). Preferencias de consumo en el comedor del CUALTOS de la Universidad de Guadalajara. *Revista Iberoamericana de Contaduría, Economía y Administración*, 5, 1-16.
- Scallan, E., Hoekstra, R. M., Angulo, F. J., Tauxe, R. V., Widdowson, M. A., Roy, S. L., Jones, J. L., & Griffin, P. M. (2011). Foodborne illness acquired in the United States—major pathogens. *Emerging Infection Disease*, 17, 7–22. <https://doi.org/10.3201/eid1701.P21101>
- Tirloni, E., Stella, S., de Knegt, L., Gandolfi, G., Bernardi, C., & Nauta, M. (2018). A quantitative microbial risk assessment model for *Listeria monocytogenes* in RTE sandwiches. *Microbial Risk Analysis*, 9, 11-21. <https://doi.org/10.1016/j.mran.2018.04.003>
- Todd, E. C. D., Greig, J. D., Bartleson, C. A., & Michaels, B. S. (2008). Outbreaks where food workers have been implicated in the spread of foodborne disease. Part 5. Sources of contamination and pathogen excretion from infected persons. *Journal of Food Protection*, 71, 2582–2595. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-71.11.2339>
- United States Department of Agriculture-Food Safety and Inspection Services. (2017). MLG8:9 Isolation and identification of *Listeria monocytogenes* from red meat, poultry, egg, and environmental samples. Disponible en: <http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/1710bee8-76b9->

[4e6c-92fc-fdc290dbfa92/MLG-8.pdf?MOD=AJPERES](https://doi.org/10.4315/0362-028x-71.11.2339). Fecha de consulta: junio 25, 202