



## REVIEW

### Food as a transmitter of viruses: A review

#### Los alimentos como transmisores de virus: Una revisión

Teófilo Espinoza-Tellez<sup>1\*</sup> ; Roberto Quevedo-León<sup>1</sup> ; Yennifer Ávila-Pizarro<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Departamento de Acuicultura y Recursos Agroalimentarios, Programa Fitogen, Universidad de Los Lagos, Av Alberto Fuchslocher 1305, Región de los Lagos, Osorno. Chile.

<sup>2</sup> Departamento de Salud, Universidad de Los Lagos, Av Alberto Fuchslocher 1305, Región de los Lagos, Osorno. Chile.

\* Corresponding author: [teofilo.espinoza@ulagos.cl](mailto:teofilo.espinoza@ulagos.cl) (T. Espinoza-Tellez).

Received: 30 July 2021. Accepted: 26 January 2022. Published: 14 February 2022.

#### Abstract

Viruses have been present throughout human history, causing diseases due to infections and food poisoning; they have caused frequent public health problems worldwide. These illnesses are usually mild, moderate, or severe in nature. The personal hygiene of food handlers and processing processes should be checked periodically. Virus detection protocols and safety measures should be continually reviewed as viruses change their mode of infection. The objective of this review was to discuss the possible routes of virus transmission to humans through food. Important topics have been reviewed such as: definition of food viruses, presence, and types of viruses in food, enteric viruses, zoonotic viruses, water as a means of transmission, risks of infection, other non-conventional foods as potential transmitters of viruses and food safety, in addition to current and future challenges, research work on viruses more resistant to heat treatments in food should be sought. Also, future work on survival time of active viruses on food surfaces. In addition, studies that determine the mechanisms of virus mutation in relation to the conditions of food handling and processing.

**Keywords:** virus; transmission; food; disease; COVID-19.

#### Resumen

Los virus han estado presentes a lo largo de la historia humana, provocando enfermedades por infecciones e intoxicaciones alimentarias; estos han causado frecuentes problemas de salud pública en todo el mundo. Estas enfermedades suelen ser de carácter leves, moderadas o graves para la salud. La higiene personal de los manipuladores de alimentos y de los procesos de elaboración deben ser controlados periódicamente. Los protocolos y las medidas de seguridad en la detección de virus deben ser revisada continuamente a medida que los virus cambien su forma de infección. El objetivo de esta revisión fue discutir las posibles rutas de transmisión de virus a humanos a través de los alimentos. Se han revisado temas importantes como: definición de virus alimentarios, presencia y tipos de virus en alimentos, virus entéricos, virus zoonótico, el agua como un medio de transmisión, riesgos de infección, otros alimentos no convencionales como potenciales transmisores de virus e inocuidad de alimentos, además en desafíos actuales y futuros, se deben buscar trabajos de investigación sobre virus más resistentes a los tratamientos térmicos en alimentos. También trabajos futuros en tiempo de sobrevivencia de virus activos en las superficies de los alimentos. Además, estudios que determinen los mecanismos de mutación de virus en relación con las condiciones del manejo y procesamientos de alimentos.

**Palabras clave:** virus; transmisión; alimentos; enfermedad; COVID-19.

DOI: <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.003>

#### Cite this article:

Espinoza-Tellez, T., Quevedo-León, R., & Ávila-Pizarro, Y. (2022). Los alimentos como transmisores de virus: Una revisión. *Scientia Agropecuaria*, 13(1), 25-42.

## 1. Introducción

La transmisión de virus patológicos a través de los alimentos es un problema permanente en la seguridad alimentaria y salud pública. La globalización de las cadenas de fabricación y suministro ha empeorado la situación (Huang, Hsu, & Lai, 2021). La mitad de las

enfermedades transmitidas por alimentos son de origen viral y han despertado interés en estudios anteriores (Hirneisen et al., 2010). Estas enfermedades contribuyen de manera significativa a la morbilidad mundial, sino que además contribuyen a los costos asociados a las medidas adoptadas para mitigar sus efectos en las poblaciones. Por ejemplo, el ébola causó la fragilidad de los múltiples

sistemas interconectados que componen la cadena de valor de los alimentos para una nutrición óptima en Sierra Leona (Kodish et al., 2019). En general las posibilidades de que las enfermedades transmitidas por los alimentos se propaguen a través de las barreras nacionales y continentales son inmensas (Bosch et al., 2018).

Existe una pandemia mundial que ha causado un gran impacto a la humanidad, en múltiples aspectos sociales (Roman-Alcala, 2020), económicos (Sands, El Turabi, Saynisch, & Dzau, 2016), en la agricultura (Nayak et al., 2021), en la seguridad alimentaria (Ma et al., 2021), en el manejo integrado de plagas, en la productividad animal (Nicola et al., 2020; Seleiman, Selim, Alhammad, Alharbi, & Juliatti, 2020; Siddiquei & Khan, 2020), así como en aspectos psicológicos (Davulis, Gasparyeniene, & Raistenski, 2021). Sin embargo, el más relevante es el que afecta a la salud de las personas, por ejemplo, en la actual pandemia se ha reportado una tasa de letalidad de 5,3 a 8,4% para COVID-19 (Kitajima et al., 2020). Antes de la declaración de la pandemia ya se había informado que los virus son una de las principales causas de enfermedades transmitidas por los alimentos. Así, en los Estados Unidos, los virus son responsables del 66,6% de las enfermedades relacionadas con los alimentos, de los cuales el 9,7% causado por Salmonella y el 14,2% causado por Campylobacter (Alhadrami et al., 2020).

Generalmente, la fuente principal de transmisión viral entre humanos es el hacinamiento y el contacto directo (Van Doremalen et al., 2018); pero, existen otras fuentes posibles de contaminación indirecta, tales como el contacto con superficies que contengan al virus (Quevedo-león et al., 2020). Por ejemplo, estudios científicos recientes han revelado que el virus COVID-19 puede estar activo entre 6 horas a 9 días en las superficies, dependiendo del material de la superficie (Fathizadeh et al., 2020); y mantiene una alta tasa de infección secundaria y una rápida propagación y transmisión (Kowalski, Walsh, & Petraitis, 2020). Es posible que los productos contaminados listos para el consumo puedan ser un vehículo potencial para la transmisión zoonótica de coronavirus a los humanos (Mullis et al., 2012).

La gran demanda creciente por el consumo de alimentos preparados ha promovido la oferta de alimentos informales (Cortese, Veiros, Feldman, & Cavalli, 2016), los cuales, a la falta de fiscalización y control de parte de los organismos de salud, pueden llegar a ser más riesgoso

para la salud de las personas por no haber un control de la cadena de frío, higiene y manipulación de alimentos (Tittone et al., 2021). En los últimos años, el aumento de alternativas de acceso a alimentos preparados fuera de casa se puede apreciar en páginas web, aplicaciones para alimentos de entrega a domicilio, etc.; y debido al brote de coronavirus más personas usan estas aplicaciones de entrega de alimentos y otros servicios de entrega (Bezerra, 2020), como alternativa a la compra directa de alimentos y aumento de la posibilidad de contagio. Así, la presencia de nuevos virus en la cadena agroalimentaria generará impactos en los mercados de insumos, mano de obra y cambios estructurales en la industria de los alimentos (Richards & Rickard, 2020).

El objetivo de esta revisión fue discutir las posibles rutas de transmisión de virus a humanos a través de los alimentos, temas como la presencia y tipos de virus en alimentos, virus entéricos, virus zoonótico, el agua como un medio de transmisión, riesgos de infección, otros alimentos no convencionales como potenciales transmisores de virus e inocuidad de alimentos, además de desafíos actuales y futuros. La Figura 1 muestra una recopilación de publicaciones desde el año 2017 a 2021 por transmisión de virus asociados a productos alimenticios.

## 2. Definición de virus

Los virus son microorganismos infecciosos intracelulares, incapaces de reproducirse fuera de las células de otro organismo. Los virus son partículas coloidales cargadas que tienen la capacidad de adsorberse en superficies dependiendo del pH (Lahrich et al., 2021). Se componen de un genoma de ADN o ARN envuelto por una cubierta proteica, es decir que necesitan una célula huésped para reproducirse y multiplicarse dentro de células vivas de otros organismos (Bosch et al., 2018; Miranda & Schaffner, 2019). En su ciclo de vida, un virus infecta una célula, permitiendo que la información genética viral dirija la síntesis de nuevas partículas virales fuera de la célula. Existen diferentes tipos de virus que infectan a los seres humanos: la poliomielitis (Esteve-Jaramillo & Lopez-Collada, 2012), influenza (Sharma, Chatterjee, Kumar, Lal, & Kondabagil, 2020), herpes (Oyaizu et al., 2012), viruela (Lozano et al., 2020), varicela (George, 2020) y el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) que causa el SIDA que ha afectado a 39 millones de personas (Muñoz, 2019), los coronavirus; entre otros virus.

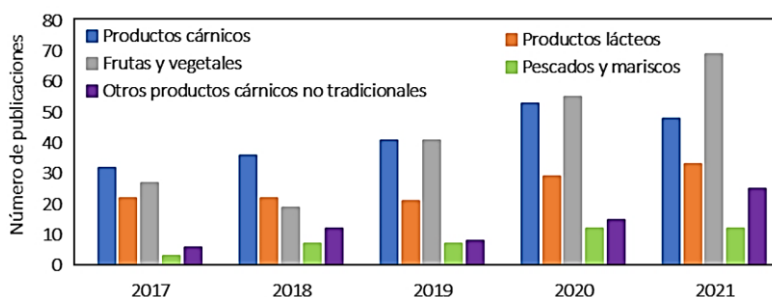


Figura 1. Número de publicaciones por transmisión de virus asociados a productos alimenticios, utilizando una ecuación de búsqueda en la Web of Science con las palabras claves: productos cárnicos, frutas y vegetales, otros productos cárnicos no tradicionales, productos lácteos, pescado y mariscos, reportados en la literatura científica los últimos 5 años. (<https://apps.webofknowledge.com/>).

Los virus han existido a través de la historia, pero debido al incremento de la población humana su transmisión ha aumentado por todo el mundo; permitiendo la aparición de nuevas enfermedades infecciosas. Reportes indican, que ya desde hace 10000 mil años, los primeros asentamientos agrarios permitieron que los microbios enzoóticos selváticos puedan hacer contacto con el Homo sapiens (McMichael, 2004). Los virus pueden persistir por un tiempo en todo tipo de superficies biológicas y no biológicas; esto incluye a los alimentos, los cuales pueden portar virus en su superficie. Por ejemplo, pueden contaminar cebollas y lechugas antes de la cosecha (Hirneisen, Markland, & Kniel, 2011), así mismo se ha determinado que los virus pueden estar presentes en frutas y hortalizas expuestas a ambientes no sanitarios (Kowalski et al., 2020). El tamaño y la forma de los virus son muy variables (Samandougou, Fliss, & Jean, 2015). Existen dos grupos básicos, los isométricos que tienen forma de varilla o alargados; y los complejos, con cabeza y cola como los bacteriófagos. Estos se separan en diferentes grupos según su ciclo de vida. Hay algunos virus con forma icosaédrica como polígonos de 20 lados, entre 18 y 20 nanómetros de ancho. Los de mayor tamaño son los alargados, y de varios micrómetros de longitud; aunque, no suelen medir más de 100 nanómetros de ancho. Más del 96% de los fagos tienen cola y contienen dsDNA (Prabhurajeshwar, Desai, Waghmare, & Rashmi, 2020). Los Coronavirus (CoVs) se definen como virus envueltos de 120 -160 nm de diámetro con una especie de corona como apariencia; su nombre "coronavirus" es derivado del griego "κορώνα", que significa corona y que contiene los genomas entre 26,4 a 31,7 kb. Sus ARN son conocidos por contener enlaces G + C que varían entre 32% a 43% (Henwood, 2020).

Los virus en los alimentos no se multiplican ni producen toxinas, solo producen diversas epidemias de origen alimentario. Ello debido a su capacidad de persistir en alimentos mantenidos a distintas temperaturas de refrigeración y en el medio ambiente marino; debido a estas características los virus son causas importantes de enfermedades transmitidas por los alimentos en todo el

mundo, por tal motivo se exigen alimentos más seguros para su consumo (Bai et al., 2020; Melotto et al., 2020; Park et al., 2019). El desarrollo urbano mundial ejerce importantes impactos en el aumento de contacto con poblaciones de vida silvestre y, por lo tanto, es probablemente otro factor importante que da forma a la transmisión de patógenos en la vida silvestre hacia los humanos (Kozakiewicz et al., 2020).

## 2.1 Tipos de virus según forma de transmisión

De acuerdo con su forma de transmisión los virus se pueden clasificar en entéricos o zoonóticos. Los virus entéricos se transmiten directamente de los alimentos a los humanos, o por contacto entre humanos. Los zoonóticos se transmiten a través de los animales hacia los humanos.

### 2.1.1 Transmisión de virus entéricos

Los virus entéricos son conocidos como causantes de enfermedades transmitidas por alimentos contaminados en los seres humanos (Hirneisen et al., 2010; Miranda & Schaffner, 2019). En Estados Unidos, el año 2011 se reportaron que 1 de cada 6 personas se enferma por virus transmitidos por los alimentos. Por ejemplo, la manipulación de carnes sin la utilización de guantes por algunos carniceros puede ser algunos de los causantes en la transmisión de virus a humanos (Soon & Wahab, 2021; Tasiame et al., 2021). Los alimentos frescos o mínimamente procesados no ofrecen garantías efectivas contra la transmisión de virus transmitidos por alimentos (Aboubakr et al., 2015). Con la aparición del COVID-19, China comenzó a regular el uso de fauna silvestre como fuente de alimentos para prevenir la exposición humana al nuevo virus, incluida una mayor conciencia social de los peligros al comer animales salvajes. Asimismo se fortaleció la legislación sobre la alimentación y el comercio de animales, mejorando los estándares de seguridad alimentaria y estableciendo un mecanismo de supervisión del mercado de estos alimentos (Yuan, Lu, Cao, & Cui, 2020; Yuan et al., 2020).

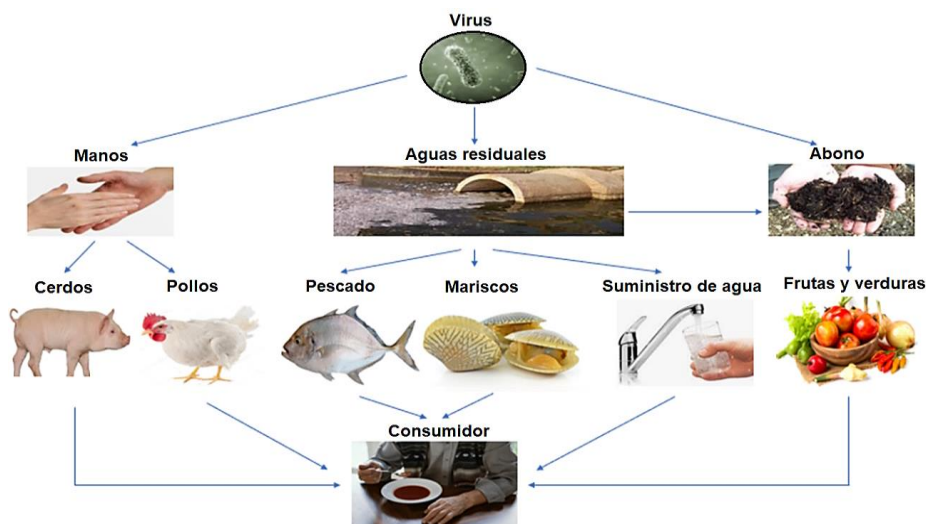


Figura 2. Esquema de transmisión de virus entéricos en heces humanas a través de diferentes rutas alimentarias.

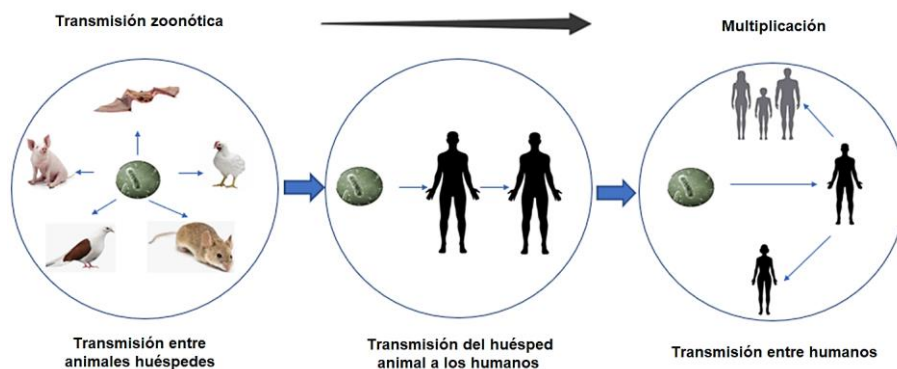


Figura 3. Transmisión zoonótica de virus (adaptado de reporte del Ministerio de Salud de Nicaragua 2020; [https://confidencial.com.ni/wp-content/uploads/2020/03/Protocolo\\_Coronavirus.pdf](https://confidencial.com.ni/wp-content/uploads/2020/03/Protocolo_Coronavirus.pdf))

Los virus entéricos causan la mayoría de las enfermedades transmitidas por los alimentos, y los síntomas comunes de muchas enfermedades incluyen vómitos, diarrea, dolor abdominal y fiebre. La exposición humana a agua contaminada para beber, cocinar o recreación es otra vía de transmisión (Upfold, Luke, & Knox, 2021). También la elaboración de mezclas con tierra y la aplicación de estiércol como abono, es un conocido factor de riesgo para la propagación del virus de la gripe aviar (Malladi et al., 2021). Entre los virus entéricos, el Norovirus humano (NoV) (Duret et al., 2017) y el virus de la hepatitis (HAV y HEV) son los principales virus sospechosos de causar brotes transmitidos por alimentos y representan una salud pública grave (Hennechart-Collette, Martin-Latil, Fraisse, Niveau, & Perelle, 2020; Hennechart-Collette, Martin-Latil, Guillier, & Perelle, 2015). Tuladhar et al. (2013) reportaron estudios en la transferencia de norovirus entre dedos y fómites y productos alimenticios.

Los virus al infectar una célula liberan cientos o miles de partículas virales que pasan al medio en donde se incuban (Ong et al., 2020). Las aguas contaminadas con virus, utilizadas en el sector alimentario tales como en los sectores de la pesca, carnes, vegetales, lácteos, entre otros; pueden ser fuentes contaminantes y de infección hacia personas sanas (Shin et al., 2019). De hecho, los virus entéricos que contaminan a los alimentos a través del uso de aguas residuales (Carvalho et al., 2020; Parada-Fabian, Juarez-Garcia, Natividad-Bonifacio, Vazquez-Salinas, & Quinones-Ramirez, 2016), son una preocupación en materia de seguridad alimentaria ya que infectan a las personas por vía oral o vía fecal directa o indirectamente (Okitsu et al., 2020; Sciandra et al., 2020). Generalmente la contaminación de virus en los alimentos puede darse a lo largo de la cadena de elaboración; se sabe que los brotes de enfermedades virales de origen alimentaria son asociados generalmente con alimentos crudos o mínimamente preparados, tales como los mariscos, frutas y verduras. Ejemplos son los norovirus y el virus de la hepatitis A, los cuales han sido implicados en la mayoría de los brotes, otros virus alimentarios como el virus de la hepatitis E, el sapovirus y el rotavirus, pueden ser también un riesgo para los humanos (Miranda & Schaffner, 2019). En la Figura 2 se observa que la transmisión puede realizarse a través de las manos, aguas residuales y abonos; relacionados al contacto con los alimentos.

### 2.1.2 Transmisión de virus zoonóticas

Las enfermedades zoonóticas pueden ser provocadas por virus, bacterias, parásitos y hongos, que se transmiten entre animales y pueden ser transferidos de animales a humanos a través de la cadena alimentaria o por contacto con heridas (Wang et al., 2020). La mayoría de los patógenos zoonóticos se originan en la vida silvestre, se pueden transmitir ya sea por la picadura de insectos u otros animales como los murciélagos, por acariciar o manipular animales enfermos o al consumir carnes sin procesar (Lahrich et al., 2021; Wielinga & Schlundt, 2013); así como el consumo de leche no pasteurizada o de aguas contaminadas. Algunas enfermedades zoonóticas son relativamente benignas, pero otras como la enfermedad de Lyme, son bastante dañinas. Algunos patógenos, como los del tipo coronavirus; que está relacionado genéticamente con el virus del SARS-CoV-2 y que causa el COVID-19, pueden llegar a ser mortales (Mackenzie & Smith, 2020).

Como agente zoonótico el virus de la hepatitis E (HEV) puede ser responsable de una hepatitis aguda en humanos, que generalmente es auto limitada. La progresión hacia una etapa crónica es posible, especialmente en pacientes inmunocomprometidos (Dzierzon, Oswaldi, Merle, Langkabel, & Meemken, 2020). En los últimos años, en Alemania, el número de casos de hepatitis E en humanos aumentó a 3491 casos en 2018. En el caso de Japón, se evaluaron tres casos de pacientes que habían consumido carne de cerdo a la parrilla y vísceras en el mismo restaurante, para investigar el brote se realizó un estudio para aclarar la ruta de transmisión de un brote de hepatitis E por transmisión zoonótica (Miyashita et al., 2012). Ver Figura 3 esquema transmisión zoonótica de virus.

### 3. El agua, como un medio de transmisión de virus

Las personas infectadas con virus pueden eventualmente contagiar al resto de la población de distintas formas. Por ejemplo, eliminando una gran cantidad de partículas virales con sus heces. De ahí, que las aguas al contacto con las heces puedan convertirse en un primer vehículo de diseminación, pudiendo contaminar por vía fecal-oral o por medio de alimentos y aguas contaminadas y convertirse en un reservorio humano de hepatitis A (Villena et al., 2017); estos virus llegan al medio ambiente principalmente a través del vertido o la filtración de aguas

residuales sin tratar o mal tratadas en fuentes de agua como manantiales, ríos, represas o estuarios marinos (Upfold et al., 2021) y usada para el consumo humano, o empleadas en los cultivos vegetales, abonos, cultivos de moluscos o en la elaboración de los alimentos. El agua contaminada llega al mar, los moluscos y peces tomarán contacto con estos microorganismos, diluidos en el agua y en la materia orgánica (Loh, Fujioka, & Lau, 1979).

También los vegetales pueden ser diseminadores, mientras que los moluscos pueden estar contaminados de forma natural. Recientemente, se identificaron las infecciones por *Piscichlamydia salmonis* y el virus de la viruela branquial del salmón del atlántico transmitida por el agua de peces enfermos como fuente de infección (Wiik-Nielsen et al., 2017).

Tabla 1

Transmisión de virus por consumo de carne y productos cárnicos y por contactos estrechos con animales contaminados

| Virus/<br>Enfermedad                       | Familia / Genero  | Vía de transmisión   | Síntomas  | Referencias  |
|--|---|--|---|--|
| Gripal A(H1N)<br>porcina                   | <i>Orthomyxoviridae</i> /<br><i>Influenzavirus</i>      | Transmisión zoonótica a través de gotitas. Contacto estrecho de granjeros con cerdos.  | Fiebre, tos, estornudos, secreción nasal, dificultad respiratoria y disminución del apetito. Incubación 2 a 10 días.  | (Mon et al., 2020)   |
| Ébola (EVD)                                | <i>Filoviridae</i> /<br><i>ebolavirus</i>               | Transmisión zoonótica. contacto directo con fluidos corporales (sangre, heces, vómito) consumo de carne cruda, mal cocida, de animales silvestres de países africano). Cerdos. | Fiebre, dolor de cabeza, diarrea, vómitos, dolor de estómago, erupción rojiza en la piel, ojos rojos, alteración de la función renal y hepática, etc. Incubación 2 a 21 días.     | (Barrette et al., 2009; Efsa, 2015; Maguifa Vargas, 2015)  |
| Hepatitis E                                | <i>Hepeviridae</i> /<br><i>Orthohepevirus</i>           | Transmisión zoonótica por consumo de productos porcinos crudos: hígado, jamón y músculo de los cerdos, conejo, jabalí  | Cansancio, náuseas y vómitos. pérdida de apetito, dolor abdomen, orina de color más oscuro, heces de color más claro, ojos y piel amarillentos. Incubación entre 2 y 10 semanas.  | (Bigoraj, Kozyra, Kwit, & Rzeżutka, 2020; Dzierzon et al., 2020; Müller, Collineau, Stephan, Müller, & D.C. Stärk, 2017; Sarno et al., 2017) |
| Nipah (NiV)                                | <i>Paramyxoviridae</i> /<br><i>Henipavirus</i>          | Transmisión zoonótica por contacto estrecho con cerdos   | Fiebre, tos, respiratorio, dolor de cabeza, confusión, coma. Incubación 4 días a 2 meses  | (Aditi & Shariff, 2019; Ang et al., 2018; Nazneen et al., 2019; Pallivalappil et al., 2020)  |
| Fiebre hemorrágica de Crimea Congo (CCHFV) | <i>Bunyaviridae</i> /<br><i>Nairovirus</i>              | Transmisión enzoótica por exposición o manipulación de carne, sangre o tejidos de animales infectados como camellos dromedarios (bovino, ovino, caprino)                       | Fiebre inicial, dolor de cabeza y malestar, síntomas gastrointestinales, sangrado, shock y fallo multiorgánico. Incubación 2 a 7 días   | (Camp et al., 2020)  |
| Batai (BATV)                               | <i>Bunyaviridae</i> /<br><i>Orthobunyavirus</i>         | Transmisión zoonótica y enzoótica de foca portuaria, cerdos domésticos y aves silvestres   | Síntomas leves de fiebre, dolor en las articulaciones y erupción cutánea. Incubación 3 a 12 días.   | (Dutuze, Nzayirambaho, Mores, & Christofferson, 2018; Jo et al., 2018)   |
| Gripe Aviar                                | <i>Orthomyxoviridae</i> /<br><i>Alphainfluenzavirus</i> | Transmisión zoonótica por contacto directo con aves domésticas y silvestres.   | Fiebre, tos, neumonía, choque séptico, síndrome respiratorio, conjuntivitis, gastrointestinales, encefalitis, encefalopatía. Incubación de 2 a 5 días.                            | (Sánchez et al., 2020)   |
| Fiebre del Valle del Rift (VFRV)           | <i>Bunyaviridae</i> /<br><i>Phlebovirus</i>             | Transmisión zoonótica por consumo de productos o contacto con la sangre y tejidos del ganado infectado   | Estado gripal con cefalea y dolores musculares y articulares. Incubación 2 a 6 días.  | (Anyangu et al., 2010; Clark, Warimwe, Di Nardo, Lyons, & Gubbins, 2018; Kroeker et al., 2020)   |
| Adenovirus                                 | <i>Adenoviridae</i> /<br><i>Mastadenovirus</i>          | Transmisión entérica por embutidos procesados de origen porcino como salami salchichas y patés de carne o hígado de cerdo  | Faringitis, congestión nasal, tos, infección de oído. conjuntivitis, fiebre. Incubación 2 a 14 días.  | (de Souza et al., 2020)  |
| SARS-CoV-2                                 | <i>Coronaviridae</i> /<br><i>Betacoronavirus</i>        | Transmisión entérica por carne de cerdo y conejo.  | Fiebre, tos seca, cansancio, dolor de garganta, diarrea, conjuntivitis, dolor de cabeza, pérdida del sentido del olfato o del gusto, erupciones cutáneas. Incubación 11 a 14 días | (Yekta, Vahid-Dastjerdi, Norouzbeigi, & Mortazavian, 2021)   |

**Tabla 2**

Transmisión de virus por consumo de leche y productos lácteos y por contactos estrechos con animales contaminados

| Virus                      | Familia/Genero                         | Vía de transmisión   | Síntomas  | Referencias   |
|----------------------------|--|--|---|---|
| Vaccinia (VACV)            | <i>Poxviridae / Orthopoxvirus</i>      | Transmisión zoonótica en manos de ordeñadores en contacto con leche de vaca contaminada y consumo de leche, suero y queso. | Erupción cutánea, fiebre, dolor de cabeza, y dolores en el cuerpo. Incubación 12 a 13 días.   | (de Oliveira et al., 2018; Rehfeld et al., 2017)  |
| Hepatitis E                | <i>Hepeviridae / Orthohepevirus</i>    | Transmisión entérica por consumo de leche de pequeños rumiantes.   | Gripe, seguidos fiebre, dolor, vómitos y signos de hepatitis aguda. Incubación 2 a 10 semanas   | (Dziedzinska et al., 2020)  |
| Hepatitis A                | <i>Picornaviridae / Hepatovirus</i>    | Transmisión entérica por leche, yogur y el helado contaminado artificialmente con frutas blandas.                          | Fatiga, Náuseas y vómitos repentinos, dolor abdominal lado costillas inferiores (en la zona del hígado). Pérdida de apetito, poca fiebre, orina de color oscuro, dolor articular. Incubación de 14 a 28 días. | (Battistini et al., 2020)   |
| Bacteriófago MS2           | <i>Enterobacteriaceae / Levivirus</i>  | Transmisión entérica por consumo de leche cruda, mantequilla, helados.   | Fatiga, tos y falta de aire. Incubación hasta 3 días.   | (Fatemizadeh et al., 2017; Ghadirzad et al., 2018)  |
| Poliovirus                 | <i>Picornaviridae / Enterovirus C</i>  | Transmisión entérica por contagio vía fecal-oral. Consumo de leche cruda, mantequilla, helados.                            | Fiebre, cansancio, cefalea, vómitos, rigidez del cuello y dolores en los miembros. Incubación (promedio de 7 a 14 días)   | (Hamisu et al., 2018; Lickness et al., 2020; World Health Organization = Organisation mondiale de la, 2020) |
| Flavivirus (TBFV) y (TBEV) | <i>Flaviviridae / Flavivirus</i>       | Transmisión entérica por leche de cabra y materna.   | Fiebre, dolor de cabeza, malestar general y vómitos. Incubación 5 a 7 días.   | (Mann et al., 2018; Offerdahl, Clancy, & Bloom, 2016)   |
| Powassan (POWV)            | <i>Flaviviridae / Flavivirus</i>       | Transmisión entérica por leche cruda de cabra  | Fiebre, dolor de cabeza. convulsiones, vómitos, debilidad y confusión, pérdida de la memoria, meningitis. Incubación 8 a 34 días.   | (Woodall & Roz, 1977)   |
| MERS-CoV                   | <i>Coronaviridae / Betacoronavirus</i> | Transmisión Zoonótica por consumo de leche de dromedarios  | Fiebre, tos seca, cansancio, molestias y dolores de garganta diarrea, conjuntivitis, dolor de cabeza, pérdida del sentido del olfato o del gusto, erupciones cutáneas. Incubación 5 a 6 días.                 | (Reina & Reina, 2015; van Doremalen, Bushmaker, Karesh, & Munster, 2014)                                    |
| Norovirus humano (Nov)     | <i>Caliciviridae/ Norovirus</i>        | Transmisión entérica por mezcla de leche con jugos. Quesos y mezcla de queso cuajado con bayas.                            | Diarrea, vómitos, náuseas y dolor de estómago. La diarrea suele ser acuosa y sin sangre. La diarrea es más común en los adultos y el vómito es más común en los niños.  | (Fumian, Leite, Marin, & Miagostovich, 2009; Horm & D'Souza, 2011; Maunula et al., 2009)                    |
| SARS-CoV-2                 | <i>Coronaviridae / Betacoronavirus</i> | Transmisión vertical. Leche humana   | Fiebre, tos seca, cansancio, molestias y dolores de garganta diarrea, conjuntivitis, dolor de cabeza, pérdida del sentido del olfato o del gusto, erupciones cutáneas. Incubación 5 a 6 días.                 | (Walker et al., 2020)   |

#### 4. Riesgos de infección de virus, asociados a los alimentos

Los alimentos pueden transmitir virus al hombre y el agua puede ser otra fuente de contaminación. Los virus son incapaces de reproducirse fuera de la célula, pero sí pueden trasladarse a través de los alimentos biológicos (Rzezutka & Cook, 2004). Dentro de los riesgos de infección viral por consumo de alimentos, es la ingestión de alimentos contaminados y no procesados, lo que representa un mayor esfuerzo para la industria de los alimentos en los protocolos inocuidad (Schirone, Visciano,

Tofalo, & Suzzi, 2017). Los riesgos biológicos de origen alimentario incluyen organismos como bacterias, virus y parásitos. Estos organismos están frecuentemente asociados a fallas en la inocuidad alimentaria; como por ejemplo en empresas minoristas de alimentos (Franklin, Hope, Glasgow, & Glass, 2020), en el consumo de productos crudos y en la contaminación cruzada durante el procesamiento (Bidawid, Malik, Adegbunrin, Sattar, & Farber, 2004). Varios de estos microorganismos están naturalmente presentes en el ambiente donde los alimentos se producen y son manipulados por personas



(Kurup, Manickam, & Gurav, 2020) y pueden ser inactivados por la aplicación de temperaturas, usando prácticas adecuadas de manipulación, de almacenaje, de higiene, entre otras prácticas (Ambrozic, Bozic, Jevsnik, Cook, & Raspor, 2011; Lee, Si, Yun, & Ko, 2015; Serafim et al., 2015).

## 5. Tipos de alimentos asociados con enfermedades virales

Entre los principales alimentos asociados con enfermedades virales de origen alimentario, se incluyen los mariscos, como las ostras, mejillones, crustáceos y sus productos que se recolectan y/o se crían en aguas cercanas a salidas de aguas residuales humanas; Las plantas regadas con aguas servidas, frutas u hortalizas que han crecido en tierras fertilizadas con abono animal o regadas con agua contaminada; carnes crudas, como el cerdo (Miranda & Schaffner, 2019; Wielinga & Schlundt, 2013).

### 5.1 Carnes y productos cárnicos

Carnes y productos cárnicos, son alimentos biológicos que pueden transmitir virus a humanos; ya sea por consumo de carne cruda o debido al inadecuado procesamiento de sus derivados. Por ejemplo, en el consumo de productos elaborados con carne de cerdo crudo y/o poco cocidos (frescos, embutidos, interiores), han sido relacionado con la infección por hepatitis E transmitida por alimentos a humanos (Dzierzon et al., 2020). El virus Nipah el cual es un virus zoonótico, se transmite a los seres humanos a través de animales como los murciélagos o los cerdos; pero también, puede transmitirse a través de alimentos contaminados o directamente de persona a persona mediante un contacto estrecho con fluidos y excrementos corporales que contienen virus (Ang, Lim, & Wang, 2018). Ver **Tabla 1** Transmisión de virus por consumo de carne y productos cárnicos y por contactos estrechos con animales contaminados. La enfermedad de Newcastle, causada por el virus paramixovirus aviar tipo 1, es otra de las enfermedades más importantes responsables de los brotes devastadores en las aves de corral en Etiopía. Sin embargo, la enfermedad de Newcastle (EN), causada por el paramixovirus aviar virulento de tipo 1, es una de las enfermedades responsables de brotes devastadores en las manadas de aves de corral en Etiopía (Damena et al., 2016). China ha encontrado restos de coronavirus SARS-CoV-2 en productos envasados de cerdo congelado, en importaciones desde Francia.

### 5.2 Leche y productos lácteos

Leche y productos lácteos pueden ser transmisores de virus; así, se ha asociado el consumo de leche fresca y de quesos mal procesados con infecciones relacionadas a la enfermedad vaccinia bobina causado por el virus vaccinia (de Oliveira et al., 2018; Rehfeld et al., 2017). Así mismo, Dziedzinska, Krzyzankova, Bena, and Vasickova (2020) concluyeron que la leche de pequeños rumiantes podría representar una fuente de infección por el virus de la hepatitis E para los consumidores. Se ha detectado la presencia de virus TBEV que produce la encefalitis humana, tanto en leche como en queso de cabra (Ronai

& Egyed, 2020). Fatemizadeh, Yavarmanesh, and Habibi Najafi (2017) Determinaron la presencia de virus entéricos en mantequilla tradicional iraní. Ghadirzad, Yavarmanesh, and Najafi (2018) reportaron la presencia de virus entéricos en leche pasteurizada, yogurt, queso y en helados de crema. Como se puede observar, la reciente evidencia científica expuesta indica que infectarse con un virus, a través de diferentes productos lácteos (y causar una enfermedad), es un riesgo y una gran posibilidad. Por ello, en la industria láctea se deben reforzar los procedimientos y normas para una inocuidad viral de productos lácteos elaborados. Algunas normas de alimentos como las ISO / TS-15216-1: 2017 e ISO / TS-15216-2: 2019 describen métodos estándar para la investigación del virus de la hepatitis A en productos lácteos. Los productos a base de leche que contienen uno o más tipos de fruta no están cubiertos por los procedimientos ISO, aunque pueden estar contaminados por la fruta agregada a estos productos o por los manipuladores de alimentos (Battistini et al., 2020). Ver **Tabla 2** Transmisión de virus por consumo de leche y productos lácteos y por contactos estrechos con animales contaminados.

### 5.3 Frutas y vegetales

La contaminación de vegetales frescos y bayas con virus entéricos humanos es una de las principales causas de intoxicación alimentaria (Shin et al., 2019). El consumo de productos vegetales frescos en los países desarrollados ha aumentado debido al deseo de estilos de vida más saludables (Mir et al., 2018), y estos productos pueden contaminarse con virus tanto en la etapa previa como en la posterior a la cosecha; sea con el agua de riego, el contacto con suelo, usos de fertilizantes orgánicos de mala calidad y/o por el manejo humano, tal como han sido reportados por la literatura (Brassard, Gagne, Genereux, & Cote, 2012; Cook, Bertrand, Gantzer, Pinto, & Bosch, 2018). El virus de la hepatitis A (VHA) es uno de los agentes más comunes de las enfermedades transmitidas por los alimentos y se ha asociado con muchos brotes relacionados con las bayas frescas o congeladas en todo el mundo (Nasheri, Vester, & Petronella, 2019). Por ejemplo, se han encontrado virus entéricos en arándanos congelados (Butot, Galbusera, Putallaz, & Zuber, 2021) y también se ha demostrado que ellos pueden sobrevivir a 4 °C en fresas, cerezas y melocotones (Konowalchuk & Speirs, 1975). Por otra parte, para el caso de hortalizas, estudios en verduras y aderezo para ensaladas (lechuga, zanahorias ralladas y una mezcla de verduras crudas ralladas (zanahorias, apio y repollo) han reportado infecciones virales transmitidas por alimentos causadas principalmente por norovirus (NoV) y el virus de la hepatitis A (HAV), que causan respectivamente gastroenteritis y hepatitis. Esta es principalmente por vía fecal-oral, ya sea por contacto de persona a persona o por ingestión de agua o alimentos contaminados (Hennechart-Collette et al., 2015; Hennechart-Collette, Niveau, Martin-Latit, Fraisse, & Perelle, 2019; Prez et al., 2018; Purpari et al., 2018). Ver **Tabla 3** Transmisión de virus por consumo de frutas y vegetales y por contactos estrechos con animales contaminados.

Tabla 3

Transmisión de virus por consumo de frutas y vegetales y por contactos estrechos con animales contaminados

| Virus                            | Familia / Genero                       | Vía de transmisión   | Síntomas  | Referencias  |
|----------------------------------|--|--|---|--|
| Norovirus                        | <i>Caliciviridae / Sapovirus</i>       | Transmisión entérica por contacto con frutas contaminadas frambuesas congeladas, pure. Ensaladas de lechugas.  | Diarrea, vómitos, náuseas, dolor de estómago. Incubación 24-48 h.   | (Barker, Amoah, & Drechsel, 2014; Bouwknegt et al., 2015; Jaxsens et al., 2017; Kokkinos, Karayannis, & Moustakas, 2020) |
| Ébola (EVD)                      | <i>Filoviridae / ebolavirus</i>        | Transmisión entérica por contacto con cacao en grano Aceite de palma Anacardos                                 | Fiebre, dolor de cabeza, diarrea, vómitos, dolor de estómago, erupción rojiza en la piel, ojos rojos, alteración de la función renal y hepática, etc. Incubación 2 a 21 días.                 | (Bergeron et al., 2016)  |
| Norwalk                          | <i>Caliciviridae / ARN</i>             | Transmisión entérica por ensaladas crudas (lechuga) y frutas (manzana, frutilla)                               | Gastroenteritis. Incubación 1 a 3 días.   | (Capece & Gignac, 2020)  |
| Nipah (NiV)                      | <i>Paramyxoviridae / Henipavirus</i>   | Transmisión zoonótica por ingesta de savia de palmera datilera contaminada                                     | Fiebre, tos, respiratorio, dolor de cabeza, confusión, coma. Incubación 4 días a 2 meses  | (Ang et al., 2018)   |
| Hepatitis A                      | <i>Picornaviridae / Hepatovirus</i>    | Transmisión entérica por cadenas de suministro de frutos rojos y lechugas.                                     | Gastroenteritis   | (Bouwknegt et al., 2015; Kokkinos et al., 2020)  |
| Rotavirus                        | <i>Reoviridae / Rotavirus</i>          | Transmisión entérica por ensaladas crudas callejeras (lechuga, repollo y cebolleta).                           | Boca y garganta secas, sentirse mareado al estar de pie, llorar sin lágrimas o con pocas lágrimas, somnolencia o irritación inhabitual, orinar poco, gastroenteritis. Incubación 24 a 48 h.   | (Barker et al., 2014)  |
| Coronavirus bovino (BCoV)        | <i>Coronaviridae / Coronavirus</i>     | Transmisión entérica por lechugas  | Fiebre, tos seca, cansancio. Incubación de 2 a 8 días.  | (Mullis et al., 2012)  |
| SARS-CoV-2                       | <i>Coronaviridae / Betacoronavirus</i> | Transmisión entérica por manzanas, tomates y chiles jalapeños  | Fiebre, tos seca, cansancio, molestias y dolores de garganta diarrea, conjuntivitis, dolor de cabeza, pérdida del sentido del olfato o del gusto, erupciones cutáneas. Incubación 5 a 6 días. | (Haddow et al., 2020)  |
| Adenovirus humano (HAoV)         | <i>Adenoviridae / Mastadenovirus</i>   | Transmisión entérica-zoonótica por frambuesas frescas y congeladas. También lechugas, fresas y cebollas verdes | Infecciones respiratorias leves, queratoconjuntivitis, gastroenteritis, cistitis y neumonía primaria. Incubación 5 a 12 días.   | (Marti & Barardi, 2016; Maunula et al., 2013; Shin et al., 2019)   |
| (MuNoV), norovirus murine tipo 1 | <i>Caliciviridae / Norovirus</i>       | Transmisión entérica por bayas frescas   | Diarrea, vómitos, náuseas, dolor de estómago. Incubación 24 a 48 h  | (Pimenta, Margaca, & Verde, 2019)  |

#### 5.4 Pescados y mariscos

Los productos del mar normalmente están en contacto con diferentes virus que afectan a la población humana. Así, las norovirus (NoV) y el virus de la hepatitis A (HAV), se relacionan comúnmente con brotes de enfermedades transmitidas por alimentos relacionados con los mariscos; para estos casos, la seguridad de los mariscos se maneja generalmente mediante el uso de indicadores de contaminación fecal (Torok et al., 2018). Por ejemplo, una revisión de brotes alimentarios de origen viral relacionados a mariscos a nivel mundial entre 1980 y 2012 informó que el NoV (83,7%) y el VHA (12,8%) son los patógenos virales y las ostras (58,4%) como la combinación más frecuentemente asociada con brotes (Bellou, Kokkinos, & Vantarakis, 2013). Esto es debido a

que los productos del mar generalmente se desarrollan en ambientes que pueden estar muy contaminados. La presencia de virus en los mariscos puede afectar la salud pública (Roldan, Rodríguez, Garcia, & Navajas, 2013), y generalmente se encuentran en moluscos bivalvos, productos frescos y/o alimentos preparados, que suelen ser consumidos en celebraciones. Ver **Tabla 4** Transmisión de virus por consumo de pescados y mariscos y por contactos estrechos con animales contaminados. Recientes estudios han reportado la presencia de la hepatitis B (VHB), en pescado crudo de cabeza de serpiente y de haberse pinchado con las aletas del pescado en la pierna izquierda (Huang et al., 2020). También en otros estudios se ha determinado la presencia de un virus similar a la hepatitis B en trucha (*Oncorhynchus*



*clarkii*) adulta en desove (Bochud, Schafer, Roth, & Ros, 2019; von Nordheim, Boinay, Leisi, Kempf, & Ros, 2016). Datos obtenidos en otros estudios muestran que el pescado Atlántico caballa (*Scomber scombrus*) vendido para el consumo puede albergar una gran diversidad de virus (Filipa-Silva et al., 2020).

En ocasiones, las fallas de inocuidad en diversos puntos de la cadena de producción de estos productos derivan en daños para la salud. Como medida preventiva para la eliminación de parásitos o bacterias y virus, se deben tratar térmicamente los mariscos y/o pescados frescos a temperaturas adecuadas (Powell, 2015).

### 5.5 Otros alimentos no tradicionales como potenciales transmisores de virus

Debido al aumento de la población mundial (INE, 2019) y un cambio en los hábitos alimentarios en todo el mundo (Vega & Manzanera, 2020), la producción industrial de insectos se está expandiendo, por su contenido de proteínas, particularmente en regiones o países donde los insectos no se consumen tradicionalmente (Vandeweyer, Lievens, & Van Campenhout, 2020) en comparación con

la carne de cerdo, res, cordero y aves de corral; este tipo de alimentos no convencionales no produce daños ambientales por el uso de menor tecnología; además, producen beneficios nutricionales y económicos. El uso de insectos como alimento para el consumo humano y/o como alimentos para los animales es una alternativa para la creciente y elevada demanda de proteínas (Maciel-Vergara & Ros, 2017), y tiene varias ventajas ambientales y sociales sobre la producción intensiva tradicional de ganado (D'Antonio, Serafini, & Battista, 2021; Ordóñez-Araque & Egas-Montenegro, 2021; Van Huis et al., 2013). Entre los ejemplos en la producción de insectos para la alimentación y piensos se encuentran: el grillo doméstico europeo (*Acheta domestica*), el grillo de campo (*Gryllus bimaculatus*), la mosca doméstica (*Musca domestica*), la mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) y tres tipos diferentes de gusanos de la harina: el super gusano (*Zophobas morio*), el gusano de la harina amarillo (*Tenebrio molitor*) y el gusano de la harina menor (*Alphitobius diaperinus*) (van Broekhoven, Oonincx, van Huis, & van Loon, 2015; van Huis, 2013).

Tabla 4

Transmisión de virus por consumo de pescados y mariscos y por contactos estrechos con animales contaminados

| Virus                           | Familia/Genero                                | Vía de transmisión   | Síntomas   | Referencias  |
|---------------------------------|---|--|--|--|
| Hepatitis A<br>HAV o MNV-1      | <i>Picornaviridae</i> /<br><i>Hepatovirus</i> | Transmisión entérica por almejas de manila, mejillones mediterráneos. Ostras crudas, mariscos            | Fatiga, náuseas y vómitos, dolor abdominal lado costillas inferiores (en la zona del hígado). Pérdida de apetito, poca fiebre, orina de color oscuro, dolor articular. Incubación de 14 a 28 días. | (Pinto, Costafreda, & Bosch, 2009; Polo, Feal, & Romalde, 2015; Thebault, Teunis, Le Pendu, Le Guyader, & Denis, 2013; Torok et al., 2018) |
| Norovirus<br>NoV, GI and<br>GII | <i>Caliciviridae</i> /<br>norovirus           | Transmisión entérica por Ostras y pescados.  | Gastroenteritis epidémica aguda, náuseas, vómitos y diarrea. Incubación 12 a 48 hrs.   | (Capece & Gignac, 2020; Lowther, Gustar, Powell, Hartnell, & Lees, 2012; Thebault et al., 2013)  |
| Astrovirus<br>humano<br>(HAtVs) | <i>Astroviridae</i> /<br><i>Mamastrovirus</i> | Transmisión entérica por mariscos de cultivo. Pescados.  | Diarrea leve, vómitos, fiebre, anorexia y dolor abdominal. Incubación 3 a 4 días.  | (Geoghegan et al., 2018; Riou et al., 2007)  |
| Bocavirus<br>humano HBoV        | <i>Parvoviridae</i> /<br><i>Bocavirus</i>     | Transmisión entérica por mejillones  | Infección aguda del tracto respiratorio, gastroenteritis. Incubación 3 a 5 días.   | (La Rosa et al., 2018; Onosi, Upfold, Jukes, Luke, & Knox, 2020)   |
| Sapovirus                       | <i>Caliciviridae</i> /<br>Sapovirus           | Ostras, almejas  | Náuseas, calambres estomacales / abdominales, escalofríos, dolor de cabeza, mialgia o malestar, gastroenteritis. Incubación 12 a 48 h.   | (Oka, Wang, Katayama, & Saif, 2015)  |
| Adenovirus<br>humano<br>(HAdV)  | <i>Adenoviridae</i> /<br>Mastadenovirus       | Transmisión entérica por consumo de peces, moluscos bivalvos, crustáceos y cefalópodos de supermercados. | Fiebre, tos, faringitis y adenitis cervical. Incubación 2 a 14 días.   | (Ghosh, Lekshmi, Das, Kumar, & Nayak, 2019)  |
| Norwalk<br>(NV)                 | <i>Caliciviridae</i> /<br>ARN                 | Transmisión entérica por consumo de mariscos.  | Náuseas, vómitos y retorcijones estomacales, diarrea. Incubación de 10 a 60 h.   | (O'Ryan et al., 1998)  |
| Hepatitis E<br>(VHE)            | <i>Hepeviridae</i> /<br><i>Orthohepevirus</i> | Transmisión zoonótica por mejillones, ostras vendidas al por menor                                       | Gripe, seguidos fiebre, dolor, vómitos y signos de hepatitis aguda. Incubación 2 a 10 semanas  | (La Bella et al., 2021)  |
| Aichi virus<br>AiV-1            | <i>Picornaviridae</i> /<br><i>Kobuvirus</i>   | Transmisión entérica por consumo de ostras y mejillones crudas   | Gastroenteritis, diarrea. Incubación de 1 a 8 h.   | (Terio et al., 2018; Yamashita, Sakae, Ishihara, Isomura, & Utogawa, 1993)   |
| Enterovirus<br>EV               | <i>Picornaviridae</i> /<br><i>enterovirus</i> | Transmisión entérica por pescado, camarones, ostras, mejillones y almejas                                | Fiebre, dolor de cabeza, enfermedad respiratoria, dolor de garganta. Incubación 2 y 30-40 días.  | (Lekshmi, Das, Kumar, & Nayak, 2018)   |

La cría masiva de insectos, en condiciones de cultivo de insectos o incluso en entornos industriales, puede ser la clave para un cambio en la forma en que se utilizan los recursos naturales para producir carne, proteína animal y una lista de otros productos animales valiosos. Sin embargo, el conocimiento es crucial para el éxito del desarrollo de productos basados en insectos. Pero también existe un problema que puede comprometer el éxito de la cría y producción de insectos, es el brote de enfermedades virales que portan por ejemplo la patogénesis del virus de la poliedrosis citoplásmica CPV en gusano de seda tras la infección cruzada (Noguchi & Yamaguchi, 1984). En particular, las enfermedades virales pueden ser devastadoras para la productividad y la

calidad de los sistemas de cría en masa y para la salud de la población. La prevención y el manejo de los virus y de sus enfermedades, implican la comprensión de los diferentes factores que interactúan en la cría masiva de insectos (Maciel-Vergara & Ros, 2017). Otros alimentos no convencionales que son susceptibles en la transmisión de virus entéricos o zoonóticos a humanos son, murciélagos, palomas, aves silvestres, dromedarios, caracoles, mono, gorila, chimpancé, grillos e insectos, cerdos, jabalíes, ciervos, mangostas, conejos, lirones africanos, etc. Ver **Tabla 5** Transmisión de virus por consumo de alimentos no convencionales y por contactos estrechos con animales contaminados.

**Tabla 5**

Transmisión de virus por consumo de otros alimentos cárnicos no tradicionales y contactos estrechos con animales contaminados

| Virus  | Familia / Genero                       | Vía de transmisión   | Síntomas   | Referencias  |
|--|--|--|--|--|
| Rabia (RABV)   | Rhabdoviridae                          | Transmisión zoonótica y entérica por consumo o contacto con carne de perro   | Fiebre, dolor de cabeza, exceso de salivación, espasmos musculares, parálisis y confusión mental. Incubación de 2 a 3 meses.                           | (Tasiame et al., 2021)   |
| Newcastle (EN)                                       | <i>Paramyxovirus / Avulavirus</i>      | Transmisión zoonótica por contacto con heces infectadas de palomas, aves silvestres.                                   | Gripe leve, conjuntivitis, infección de los ojos, laringitis, irritación e inflamación de la laringe y la zona que la rodea. Incubación: 2 a 15 días.  | (Damena et al., 2016)  |
| Coronavirus respiratorio de oriente medio (MERS-CoV) | <i>Coronaviridae / Betacoronavirus</i> | Transmisión zoonótica por sangre de dromedarios (camellos). Ordeño, alimentación, abrevadero, sacrificio o pastoreo    | Fiebre, tos y dificultad para respirar. Otros síntomas son las náuseas, los vómitos y la diarrea. Incubación: 14 días.                                 | (Corman et al., 2014; Deem et al., 2017; Hughes & Anderson, 2020; Liljander et al., 2016; Munyua et al., 2017) |
| Adenovirus humano (HADV)                             | <i>Adenoviridae / Mastadenovirus</i>   | Transmisión entérica por consumo de carne cruda de caracoles   | Fiebre, tos, faringitis y adenitis cervical.   | (Paszkiwicz, Kozyra, Bigoraj, Ziomek, & Rzezutka, 2016)  |
| Ébola (EVE)  | <i>Filoviridae / ebolavirus</i>        | Transmisión zoonótica por consumo de carne animal silvestre (Mono, Gorila, Chimpancé).                                 | Fiebre, dolor muscular, de cabeza y garganta, vómitos, diarrea, disfunción renal y hepática, hemorragias internas y externas. Incubación: 2 a 21 días. | (Duonamou et al., 2020)  |
| Iflavirus (IFLA)                                     | <i>Iflaviridae / Iflavirus</i>         | Transmisión zoonótica por contacto con grillos e insectos comerciales.   | Diarrea.   | (de Miranda, Granberg, Onorati, Jansson, & Berggren, 2021)   |
| Nipah (NIV)  | <i>Paramyxoviridae / Henipavirus</i>   | Transmisión zoonótica por murciélagos.   | Fiebre, tos, respiratorio, dolor de cabeza, confusión, coma. Incubación: 4 días a 2 meses  | (Ang et al., 2018)   |
| Virus Hepatitis E (VHE)                              | <i>Hepeviridae / Orthohepevirus</i>    | Transmisión entérica por cerdos, jabalíes, ciervos, mangostas y conejos.   | Fiebre leve, disminución del apetito, náuseas y vómitos. Incubación: 2 a 10 semanas  | (Geng & Wang, 2016)  |
| Virus Dugbe (DUG)                                    | <i>Bunyaviridae / Nairovirus</i>       | Transmisión zoonótica por cabras y camellos.   | Fiebre, leucopenia, respiración rápida, anorexia y depresión profunda, seguido por diarrea fétida, cólicos, etc. Incubación: 1 a 15 días.              | (Lutomiah et al., 2014)  |
| Virus Camelpox (CMLV)                                | <i>Poxviridae / Orthopoxvirus</i>      | Transmisión enzoótica y zoonótica, la infección puede extenderse a las manos de quienes trabajan en ordeña de camello. | Fiebre y lesiones en las manos. Incubación: 1 a 15 días  | (Dahiya et al., 2016; Duraffour, Meyer, Andrei, & Snoeck, 2011)  |
| Viruela del mono Monkeypox                           | <i>Orthopoxvirus / Poxviridae</i>      | Transmisión zoonótica en criaderos de Lirón Africano   | Fiebre temprana, dolor de cabeza de espalda, hinchazones, músculos adoloridos. Incubación: 7 a 14 días   | (Dell, Souza, & Willcox, 2020; Kastenmayer, Moak, Jeffress, & Elkins, 2010)                                    |

## 6. Inocuidad de los alimentos para la prevención de virus

Las fallas en la inocuidad en la cadena agroalimentaria es uno de los principales factores para originar ETAs; un buen plan de inocuidad es una principal herramienta en la prevención de las enfermedades transmitidas por los alimentos a los humanos (Yuan et al., 2020). Las ETAs son causadas mayormente por la ingesta de alimentos o agua contaminados con entes biológicos tales como *Escherichia Coli*, *Campylobacter*, *Salmonella*, *Shigella* y *Listeria Monocytogenes*, *Norovirus*, virus de la hepatitis A, *astrovirus*, *rotavirus* y *virus coxsackie* (Bosch et al., 2018; Bosch et al., 2011; Cook et al., 2018; Hennechart-Collette et al., 2020; Hennechart-Collette et al., 2015). Cuando las ETAs son producidas por la ingesta de toxinas estas pueden provenir de hongos o microflora marina; lo que acompañado de la presencia de contaminantes orgánicos persistentes también pueden causar serios problemas de salud (Martinovic, Andjelkovic, Gajdosik, Resetar, & Josic, 2016; Melotto et al., 2020; Tewari & Abdullah, 2015). La seguridad alimentaria se ha convertido en un tema importante debido a un consumidor más exigente e informado y al comercio exterior de alimentos (De Borba, Rodrigues, & Badiale-Furlong, 2020; Vilne, Meistere, Grantina-levina, & Kibilds, 2019). Las medidas que conducen a garantizar una mejor seguridad alimentaria nos permitirán prevenir diversas enfermedades transmitidas por los alimentos; principalmente en el sistema digestivo, causado por diferentes agentes etiológicos. Esto se puede lograr mediante la implementación de las diferentes medidas propuestas por la comisión internacional llamada Codex Alimentarius (Moreno & Alarcón, 2010).

Las instituciones de salud a nivel mundial están actuando para frenar la transmisión del virus y están en busca de posibles estrategias de mitigación en caso de un nuevo brote de COVID-19; por ejemplo, la capacitación del personal médico, el apoyo psicológico, de seguridad, logístico, etc. (Weng, 2020; Zeneli et al., 2020). Se deben abordar algunas actividades prioritarias para lograr estos objetivos, como los esfuerzos mundiales para aumentar la inocuidad y la seguridad alimentaria, que se beneficiarían de la mejora de la agricultura, la alimentación de los pequeños agricultores, apoyo a los productores, servicios ecosistémicos y mantenimiento de la biodiversidad local (Galimberti et al., 2020). Se necesita un monitoreo masivo de datos del campo y las cadenas alimentarias de los productos frescos para desarrollar estrategias efectivas de prevención de brotes transmitidos por los alimentos; por ejemplo, el simple lavado no es suficiente para eliminar la contaminación del virus entérico en los productos (Kozak, MacDonald, Landry, & Farber, 2013; Seymour & Appleton, 2001). La contaminación por virus de productos frescos se ha investigado en muchos países, incluidos los Estados Unidos, Europa, Bélgica, Canadá y Francia (Baert et al., 2011; Baert et al., 2009; Callejon et al., 2015).

## 7. Desafíos actuales y futuros

La pandemia ha puesto en evidencia el riesgo de la industria alimentaria en la producción de alimentos, pese

a las restricciones de movilidad producto del COVID 19 (Gonzalez-Alejo, Ajuria, Manzano-Fischer, Flores, & Monachon, 2020; Hepp, Marquart, Jauck, & Gefeller, 2021), la industria alimentaria ha tenido que mantenerse activa para garantizar el abastecimiento suficiente, para ello la industria se ha tenido que adecuar y adoptar medidas para mitigar la propagación del virus (Acheson, 2021; Nakat & Bou-Mitri, 2021; Pedreira, Taskin, & Garcia, 2021). Esto ha significado que millones de personas en el mundo se queden confinadas en sus casas y otra gran cantidad realizando teletrabajo. Muchas empresas han rebajado su producción a la mitad, otras empresas medianas han dejado de producir y otras prácticamente quebraron. En este contexto, los países hacen grandes esfuerzos para mantener las cadenas de valor de productos alimenticios y sus servicios relacionados en operación; sin embargo, la disponibilidad, el acceso y la utilización biológica de los alimentos como componentes de la seguridad alimentaria se ven afectados, por tanto, asegurar el abastecimiento permanente para las familias se convierte en un verdadero desafío. En ese sentido, la seguridad alimentaria y su impacto sobre el estado nutricional como la desnutrición, el sobrepeso y la obesidad, afectan a los países menos desarrollados y grupos vulnerables, entre ellos niños, mujeres y adultos mayores. Algunos elementos protectores, pueden mitigar el escenario actual, por ejemplo, el desplazamiento en la cadena de suministro, acceso físico y económico seguros a centros de expendio de alimentos frescos (como algunos productos básicos), pero que pueden incrementar el precio por limitaciones logísticas o la especulación. Bajo estas consideraciones, la seguridad alimentaria nutricional es seguramente uno de los retos más relevantes, una tarea prioritaria para el mediano y largo plazo. Las medidas de salvaguarda sanitaria han generado una interrupción en las formas en que los individuos han encarado la cobertura de sus necesidades básicas, entre ellas salud, alimentación y nutrición. Actualmente la pandemia ha modificado los patrones de vida y de consumo de la población, afectando las operaciones del mercado, generando cambios en los modelos de producción y todos sus servicios relacionados (Beckman & Countryman, 2021; Zhou et al., 2021).

Los desafíos futuros son, establecer regulaciones sanitarias, de inocuidad y bioseguridad para el funcionamiento gradual de las operaciones en la cadena de suministro personal y procesos como el distanciamiento físico de los trabajadores, el uso de mascarillas y de otros elementos de protección, además de incentivar el frecuente lavado de manos durante los procesos. Fortalecer el sistema de monitoreo de los mercados de alimentos y otros productos básicos, con la intención de evitar malas prácticas comerciales como el acaparamiento de mercaderías, la especulación y el mercado negro. Fortalecer los mecanismos y programas de protección social que garanticen el acceso a alimentos nutritivos, basados en recomendaciones nutricionales de cada país, con vitaminas, minerales y nutrientes fundamentales para el desarrollo del sistema inmunológico de las personas. Definir nuevas políticas para el sector agroalimentario cuidando la disponibilidad

de materia prima, insumos y recursos financieros y asegurar el abastecimiento. Modernización los modelos de producción y comercialización mediante la incorporación de mejores prácticas y de tecnologías digitales que permitan escalar la productividad, mejorar las operaciones en la cadena de suministro y simplificar las transacciones en la cadena de pagos. Robustecer los sistemas alimentarios locales, especialmente en las ciudades, vinculándolos con las principales cadenas de suministro de alimentos y otros productos básicos. Incorporar políticas sobre medidas de bioseguridad para todos los actores que participan en la cadena alimentaria, como productores, transportistas, distribuidores, comercializadores, clientes, etc., por ejemplo, incluir inteligencia artificial en la industria alimentaria como una herramienta que le permitirá al hombre interactuar lo menos posible en el procesamiento de alimentos.

## 8. Conclusiones

La mayoría de los alimentos tales como, carnes, productos cárnicos, leche, productos lácteos, frutas, vegetales, pescados, mariscos, así como el agua y otros alimentos no convencionales son susceptibles de portar y transmitir virus a los humanos; como, por ejemplo, los virus entéricos y zoonóticos.

La complejidad composicional de los alimentos, la manera de ser procesados y los procedimientos de control de inocuidad son de vital importancia para reducir la transmisión de virus a las personas por el consumo de alimentos.

La rápida transmisión de virus por los alimentos y su comportamiento en la última década ha permitido la aplicación de instrumentos de evaluación de riesgos y la evaluación de la eficacia en la elaboración de alimentos, con tecnologías para controlar los virus. Los alimentos antes de llegar a los consumidores finales atraviesan distintos procesos de elaboración donde intervienen distintos tipos de personas. El aumento significativo de enfermedades transmitidas por alimentos en mal estado o la existencia de cualquier punto débil en la cadena que pueda dar lugar a un alimento inseguro, ocasiona un riesgo grave para los consumidores y un costo económico considerable para las empresas. Las empresas deben tener un sistema de gestión que asegure la inocuidad de los alimentos a lo largo de toda la cadena alimentaria hasta el punto de venta.

La mayoría de los procedimientos de inocuidad de alimentos se basan en procedimientos de inocuidad aplicados a elementos microbiológicos como bacterias y mohos, pero poco procedimiento se ha basado en la eliminación de virus. Deben buscarse instrumentos y tecnologías eficaces para garantizar el control de los virus en los procesos de la cadena alimentaria puede reducir significativamente las infecciones de origen alimenticio causadas por los virus. Por este motivo se recomienda realizar trabajos futuros en procedimientos de inocuidad para evitar la transmisión de virus a humanos, realizar estudios donde se involucre la inteligencia artificial en la industria alimentaria, la relación de los recursos naturales con los alimentos, el agua y la biodiversidad en tiempos de pandemia. Se recomienda realizar estudios futuros en

investigación sobre virus más resistentes a los tratamientos térmicos en alimentos. Además, estudios que determinen los mecanismos de mutación de virus en relación a las condiciones del manejo y procesamientos de alimentos.

## ORCID

T. Espinoza-Tellez  <https://orcid.org/0000-0003-1491-1051>

Y. Ávila-Pizarro  <https://orcid.org/0000-0003-2085-2166>

R. Quevedo-León  <https://orcid.org/0000-0001-8132-838X>

## Referencias bibliográficas

- Aboubakr, H. A., Williams, P., Gangal, U., Youssef, M. M., El-Sohaimy, S. A. A., et al. (2015). Virucidal Effect of Cold Atmospheric Gaseous Plasma on Feline Calicivirus, a Surrogate for Human Norovirus. *Applied and Environmental Microbiology*, 81(11), 3612-3622.
- Acheson, D. (2021). Covid-19: Lasting impacts on the food industry, post the pandemic. *Cereal Chemistry*, 98, S11-S11.
- Adivi, & Shariff, M. (2019). Nipah virus infection: A review. *Epidemiology and Infection*, 147, e95.
- Alhadrami, H. A., Al-Amer, S., Alorajj, Y., Alhamlan, F., Chinnappan, R., Abu-Salah, K. M., et al. (2020). Development of a Simple, Fast, and Cost-Effective Nanobased Immunoassay Method for Detecting Norovirus in Food Samples. *ACS Omega*, 5(21), 12162-12165.
- Ambrozic, M., Bozic, T., Jevnik, M., Cook, N., & Raspor, P. (2011). Compliance of proposed codex alimentarius guidelines for virus management with principles of good practice. *Acta Alimentaria*, 40(3), 364-375.
- Ang, B., Lim, T., & Wang, L. (2018). Nipah virus infection. *J Clin Microbiol*, 56(6), e01875-01817.
- Anyangu, A. S., Gould, L. H., Sharif, S. K., Nguku, P. M., Omolo, J. O., Mutonga, D., et al. (2010). Risk Factors for Severe Rift Valley Fever Infection in Kenya, 2007. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 83(2), 14-21.
- Baert, L., Mattison, K., Loisy-Hamon, F., Harlow, J., Martyres, A., Lebeau, B., et al. (2011). Review: Norovirus prevalence in Belgian, Canadian and French fresh produce: A threat to human health? *International Journal of Food Microbiology*, 151(3), 261-269.
- Baert, L., Uyttendaele, M., Stals, A., Coillie, E., Dierick, K., Debevere, J., & Botteldoorn, N. (2009). Brotes de transmisión alimentaria debidos a norovirus en Bélgica: el vínculo entre las investigaciones sobre alimentos y pacientes en un contexto internacional. *Epidemiol Infect.*, 137(3), 316-325.
- Bai, X., Campagnoli, M., Butot, S., Putallaz, T., Michot, L., & Zuber, S. (2020). Inactivation by osmotic dehydration and air drying of Salmonella, Shiga toxin-producing Escherichia coli, Listeria monocytogenes, hepatitis A virus and selected surrogates on blueberries. *International Journal of Food Microbiology*, 320, 8.
- Barker, S. F., Amoah, P., & Drechsel, P. (2014). A probabilistic model of gastroenteritis risks associated with consumption of street food salads in Kumasi, Ghana: Evaluation of methods to estimate pathogen dose from water, produce or food quality. *Science of the Total Environment*, 487, 130-142.
- Barrette, R. W., Metwally, S. A., Rowland, J. M., Xu, L. Z., Zaki, S. R., Nichol, S. T., et al. (2009). Discovery of Swine as a Host for the Reston ebolavirus. *Science*, 325(5937), 204-206.
- Battistini, R., Rossini, I., Listorti, V., Ercolini, C., Maurella, C., & Serracca, L. (2020). HAV detection from milk-based products containing soft fruits: Comparison between four different extraction methods. *International Journal of Food Microbiology*, 328, 5.
- Beckman, J., & Countryman, A. M. (2021). The Importance of Agriculture in the Economy: Impacts from COVID-19/JEL

- codes. *American Journal of Agricultural Economics*, 103(5), 1595-1611.
- Bellou, M., Kokkinos, P., & Vantarakis, A. (2013). Shellfish-Borne Viral Outbreaks: A Systematic Review. *Food Environ Virol*, 5, 13-23.
- Bergeron, J. G., Mann, E. M., Farnham, M. W., Kennedy, S., Everstine, K., Prasarnphanich, O. O., et al. (2016). Rapid-response risk evaluation of Ebola spread via the food system. *IBM Journal of Research and Development*, 60(5-6), 1-12.
- Bezerra, I. N. (2020). Away-from-home food during coronavirus pandemic. *Public Health Nutrition*, 23(10), 1855-1855.
- Bidawid, S., Malik, N., Adegbunrin, O., Sattar, S. A., & Farber, J. M. (2004). Norovirus cross-contamination during food handling and interruption of virus transfer by hand antisepsis: Experiments with feline calicivirus as a surrogate. *Journal of Food Protection*, 67(1), 103-109.
- Bigoraj, E., Kozyra, I., Kwit, E., & Rzeżutka, A. (2020). Detection of hepatitis E virus (rabbit genotype) in farmed rabbits entering the food chain. *International Journal of Food Microbiology*, 319, 1-30.
- Bochud, M., Schafer, W., Roth, N. J., & Ros, C. (2019). Characterization of a quasi-enveloped, fast replicating hepevirus from fish and its use as hepatitis E virus surrogate. *Journal of Virological Methods*, 263, 111-119.
- Bosch, A., Gkogka, E., Le Guyader, F. S., Loisy-Hamon, F., Lee, A., van Lieshout, L., et al. (2018). Foodborne viruses: Detection, risk assessment, and control options in food processing. *International Journal of Food Microbiology*, 285, 110-128.
- Bosch, A., Sanchez, G., Abbaszadegan, M., Carducci, A., Guix, S., Le Guyader, F. S., et al. (2011). Analytical Methods for Virus Detection in Water and Food. *Food Analytical Methods*, 4(1), 4-12.
- Bouwknegt, M., Verhaelen, K., Rzeżutka, A., Kozyra, I., Maunula, L., Bonsdorff, C. H., et al. (2015). Modelo cuantitativo de evaluación de riesgos de la granja a la mesa para el norovirus y el virus de la hepatitis A en las cadenas de suministro de hortalizas de hoja verde y bayas en Europa. *International Journal of Food Microbiology*, 198, 50-58.
- Brassard, J., Gagne, M. J., Genereux, M., & Cote, C. (2012). Detection of Human Food-Borne and Zoonotic Viruses on Irrigated, Field-Grown Strawberries. *Applied and Environmental Microbiology*, 78(10), 3763-3766.
- Butot, S., Galbusera, L., Putallaz, T., & Zuber, S. (2021). Electron beam susceptibility of enteric viruses and surrogate organisms on fruit, seed and spice matrices. *Food and Environmental Virology*, 13(2), 218-228.
- Callejon, R. M., Rodriguez-Naranjo, M. I., Ubeda, C., Hornedo-Ortega, R., Garcia-Parrilla, M. C., & Troncoso, A. M. (2015). Reported Foodborne Outbreaks Due to Fresh Produce in the United States and European Union: Trends and Causes. *Foodborne Pathogens and Disease*, 12(1), 32-38.
- Camp, J., Kannan, D., Osman, B., Shah, M., Howarth, B., Khafaga, T., et al. (2020). Crimean-Congo Hemorrhagic Fever Virus Endemicity in United Arab Emirates, 2019. *Emerg Infect Dis*, 26(5), 1019-1021.
- Capece, G., & Gignac, E. (2020). *Norovirus* (Vol. 4.0 de Creative Commons). StatPearls Publishing, Treasure Island (FL).
- Carvalho, S. V. D., Rogovski, P., Cadamuro, R. D., Viancelli, A., Michelon, W., dos Reis, D. A., et al. (2020). Co-contamination of food products from family farms in an environmental disaster area in Southeast Brazil with pathogenic bacteria and enteric viruses. *Archives of Virology*, 165(3), 715-718.
- Clark, M., Warimwe, G., Di Nardo, A., Lyons, N., & Gubbins, S. (2018). Revisión sistemática de la literatura sobre la seroprevalencia del virus de la fiebre del Valle del Rift en el ganado, la vida silvestre y los seres humanos en África de 1968 a 2016. *Plos Neglected Tropical Diseases*, 12(7), e0006627.
- Cook, N., Bertrand, I., Gantzer, C., Pinto, R. M., & Bosch, A. (2018). Persistence of Hepatitis A Virus in Fresh Produce and Production Environments, and the Effect of Disinfection Procedures: A Review. *Food and Environmental Virology*, 10(3), 253-262.
- Corman, V. M., Jores, J., Meyer, B., Younan, M., Lijander, A., Said, M. Y., et al. (2014). Antibodies against MERS Coronavirus in Dromedary Camels, Kenya, 1992-2013. *Emerging Infectious Diseases*, 20(8), 1319-1322.
- Cortese, R. D., Veiros, M. B., Feldman, C., & Cavalli, S. B. (2016). Food safety and hygiene practices of vendors during the chain of street food production in Florianópolis, Brazil: A cross-sectional study. *Food Control*, 62, 178-186.
- D'Antonio, V., Serafini, M., & Battista, N. (2021). Dietary modulation of oxidative stress from edible insects: A mini-review. *Frontiers in Nutrition*, 8, 642551.
- Dahiya, S. S., Kumar, S., Mehta, S. C., Narnaware, S. D., Singh, R., & Tuteja, F. C. (2016). Camel pox: A brief review on its epidemiology, current status and challenges. *Acta Trop*, 158, 32-38.
- Damena, D., Fusaro, A., Sombo, M., Belaineh, R., Heidari, A., Kebede, A., et al. (2016). Characterization of Newcastle disease virus isolates obtained from outbreak cases in commercial chickens and wild pigeons in Ethiopia. *Springerplus*, 5, 8.
- Davulis, T., Gaspareniene, L., & Raistenskis, E. (2021). Assessment of the situation concerning psychological support to the public and business in the extreme conditions: case of covid-19. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 8(3), 308-321.
- De Borja, V. S., Rodrigues, M. H. P., & Badiale-Furlong, E. (2020). Impact of Biological Contamination of Rice on Food Safety. *Food Reviews International*, 36(8), 745-760.
- de Miranda, J. R., Granberg, F., Onorati, P., Jansson, A., & Berggren, A. (2021). Virus prospecting in crickets-discovery and strain divergence of a novel iflavivirus in wild and cultivated *Acheta domesticus*. *Viruses*, 13(3), 364.
- de Oliveira, T. M. L., Guedes, M., Rehfeld, I. S., Matos, A. C. D., Rivetti, A. V., da Cunha, A. F., et al. (2018). Vaccinia virus detection in dairy products made with milk from experimentally infected cows. *Transboundary and Emerging Diseases*, 65(1), e40-e47.
- de Souza, F. G., Lima, A. F., Girardi, V., Machado, T. G., Brandalise, V., Filippi, M., et al. (2020). Emerging Porcine adenovirus PAdV-SVN1 and other enteric viruses in samples of industrialized meat by-products. *Ciencia Rural*, 50(12), e20180931.
- Deem, S. L., Fevre, E. M., Kinnaird, M., Browne, A. S., Muloi, D., & Godeke, G. J. (2017). Serological Evidence of MERS-CoV Antibodies in Dromedary Camels (*Camelus dromedaries*) in Laikipia County, Kenya. *PLoS One*, 10(10), e0140125.
- Dell, B. M., Souza, M. J., & Willcox, A. S. (2020). Attitudes, practices, and zoonoses awareness of community members involved in the bushmeat trade near Murchison Falls National Park, northern Uganda. *PLoS One*, 15(9), e0239599.
- Duonamou, L., Konate, A., Djossou, S. D., Mensah, G. A., Xu, J. L., & Humle, T. (2020). Consumer perceptions and reported wild and domestic meat and fish consumption behavior during the Ebola epidemic in Guinea, West Africa. *PeerJ*, 8.
- Duraffour, S., Meyer, H., Andrei, G., & Snoeck, R. (2011). Camel pox virus. *Antiviral Res*, 92(2), 167-186.
- Duret, S., Pouillot, R., Fanaselle, W., Papafraqkou, E., Liggins, G., Williams, L., & Van Doren, J. M. (2017). Quantitative Risk Assessment of Norovirus Transmission in Food Establishments: Evaluating the Impact of Intervention Strategies and Food Employee Behavior on the Risk Associated with Norovirus in Foods. *Risk Analysis*, 37(11), 2080-2106.
- Dutuze, M., Nzayirambaho, M., Mores, C., & Christofferson, R. (2018). Una revisión de los virus Bunyamwera, Batai y Ngari: Orthobunyavirus poco estudiados con posibles implicaciones para la salud. *Front Vet Sci*, 5(69), 1-9.
- Dziedzinska, R., Krzyżankova, M., Bena, M., & Vasiczkova, P. (2020). Evidence of Hepatitis E Virus in Goat and Sheep Milk. *Viruses-Basel*, 12(12), 6.



- Dzierzon, J., Oswaldi, V., Merle, R., Langkabel, N., & Meemken, D. (2020). High Predictive Power of Meat Juice Serology on the Presence of Hepatitis E Virus in Slaughter Pigs. *Foodborne Pathogens and Disease*, 17(11), 687-692.
- Efsa. (2015). An update on the risk of transmission of Ebola virus via the food chain - Part 2 European Food Safety Authority (EFSA). *Efsa Journal*, 13(3), 4042.
- Esteve-Jaramillo, A., & Lopez-Collada, V. L. R. (2012). Towards the eradication of poliomyelitis: achievements and challenges in Mexico. *Salud Pública de México*, 54(5), 537-543.
- Fatemizadeh, S. S., Yavarmanesh, M., & Habibi Najafi, M. B. (2017). Survival and partitioning of male-specific coliphage (MS2) as a surrogate for enteric viruses in the production process of traditional butter. *Journal of Food Safety*, 37(4), e12344.
- Fathizadeh, H., Maroufi, P., Momen-Heravi, M., Dao, S., Köse, Ş., Ganbarov, K., et al. (2020). Protection and disinfection policies against SARS-CoV-2 (COVID-19). *Infez Med*, 28(2), 185-191.
- Filipa-Silva, A., Parreira, R., Martinez-Puchol, S., Bofill-Mas, S., Crespo, M. T. B., & Nunes, M. (2020). The Unexplored Virome of Two Atlantic Coast Fish: Contribution of Next-Generation Sequencing to Fish Virology. *Foods*, 9(11), 1634.
- Franklin, N., Hope, K., Glasgow, K., & Glass, K. (2020). Describing the Epidemiology of Foodborne Outbreaks in New South Wales from 2000 to 2017. *Foodborne Pathogens and Disease*, 17(11), 701-711.
- Fumian, T. M., Leite, J. P. G., Marin, V. A., & Miagostovich, M. P. (2009). A rapid procedure for detecting noroviruses from cheese and fresh lettuce. *Journal of Virological Methods*, 155(1), 39-43.
- Galimberti, A., Cena, H., Campone, L., Ferri, E., Dell'Agli, M., Sangiovanni, E., et al. (2020). Rethinking Urban and Food Policies to Improve Citizens Safety After COVID-19 Pandemic. *Frontiers in Nutrition*, 7, 9.
- Geng, Y. S., & Wang, Y. C. (2016). Transmission of Hepatitis E Virus. In Y. Wang (Ed.), *Hepatitis E Virus* (Vol. 948, pp. 89-112).
- Geoghegan, J. L., Di Giallonardo, F., Cousins, K., Shi, M., Williamson, J. E., & Holmes, E. C. (2018). Hidden diversity and evolution of viruses in market fish. *Virus Evolution*, 4(2), 11.
- George, C. (2020). A case of recurrent chickenpox. *British Journal of Dermatology*, 182(4), E128-E128.
- Ghadirzad, S., Yavarmanesh, M., & Najafi, M. B. H. (2018). Survival of male-specific coliphage (MS2) as a surrogate for enteric viruses in the production process of traditional ice cream. *Journal of Food Safety*, 38(3), e12450.
- Ghosh, S. K., Lekshmi, M., Das, O., Kumar, S., & Nayak, B. B. (2019). Occurrence of Human Enteric Adenoviruses in Fresh Tropical Seafood from Retail Markets and Landing Centers. *Journal of Food Science*, 84(8), 2256-2260.
- Gonzalez-Alejo, A. L., Ajuria, B., Manzano-Fischer, P., Flores, J. S., & Monachon, D. (2020). Alternative food networks and the reconfiguration of food environments in the time of covid-19 in Mexico. *Finisterra-Revista Portuguesa De Geografia*, 55(115), 197-203.
- Haddow, A. D., Watt, T. R., Bloomfield, H. A., Shamblyn, J. D., Dyer, D. N., & Harbourt, D. E. (2020). Stability of SARS-CoV-2 on Produce following a Low-Dose Aerosol Exposure. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 103(5), 2024-2025.
- Hamisu, A. W., Shuaib, F., Johnson, T. M., Craig, K., Fiona, B., Banda, R., et al. (2018). Profile of polio-compatible cases in Nigeria, 2006-2016. *Bmc Public Health*, 18.
- Hennechart-Collette, C., Martin-Latil, S., Fraisse, A., Niveau, F., & Perelle, S. (2020). Virological analyses in collective catering outbreaks in France between 2012 and 2017. *Food microbiology*, 91, 103546.
- Hennechart-Collette, C., Martin-Latil, S., Guillier, L., & Perelle, S. (2015). Determination of which virus to use as a process control when testing for the presence of hepatitis A virus and norovirus in food and water. *International Journal of Food Microbiology*, 202, 57-65.
- Hennechart-Collette, C., Niveau, F., Martin-Latil, S., Fraisse, A., & Perelle, S. (2019). Development of an extraction method to detect enteric viruses in dressed vegetables. *International Journal of Food Microbiology*, 311, 108349.
- Henwood, A. F. (2020). Coronavirus disinfection in histopathology. *Journal of Histotechnology*, 43(2), 102-104.
- Hepp, T., Marquart, P., Jauck, C., & Gefeller, O. (2021). Effects of the Covid-19 Restrictions on Supermarket Visits in Germany. *Gesundheitswesen*, 83(03), 166-172.
- Hirneisen, K. A., Black, E. P., Cascarino, J. L., Fino, V. R., Hoover, D. G., & Kniel, K. E. (2010). Viral Inactivation in Foods: A Review of Traditional and Novel Food-Processing Technologies. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(1), 3-20.
- Hirneisen, K. A., Markland, S. M., & Kniel, K. E. (2011). Ozone Inactivation of Norovirus Surrogates on Fresh Produce. *Journal of Food Protection*, 74(5), 836-839.
- Horm, K. M., & D'Souza, D. H. (2011). Survival of human norovirus surrogates in milk, orange, and pomegranate juice, and juice blends at refrigeration (4 degrees C). *Food microbiology*, 28(5), 1054-1061.
- Huang, Hsu, Z., & Lai, Y. (2021). Raman spectroscopy for virus detection and the implementation of unorthodox food safety. *Trends in Food Science & Technology*, 116, 525-532.
- Huang, M. X., Chen, H. T., Li, C. N., Liu, Y., Gan, C. J., Ahmed, M. A. E., et al. (2020). Rapid fulminant progression and mortality secondary to *Aeromonas dhakensis* septicemia with Hepatitis B virus infection following the ingestion of snakehead fish in Mainland China: A Case Report. *Foodborne Pathogens and Disease*, 17(12), 743-749.
- Hughes, E. C., & Anderson, N. E. (2020). Zoonotic Pathogens of Dromedary Camels in Kenya: A Systematized Review. *Veterinary Sciences*, 7(3).
- INE. (2019). *Estimaciones y proyecciones de la población de Chile 2002-2035 totales regionales, población urbana y rural*. En: [https://www.sica.int/download?PRES\\_120260\\_1\\_23082019.pdf](https://www.sica.int/download?PRES_120260_1_23082019.pdf)
- Jacxsens, L., Stals, A., De Keuckelaere, A., Deliens, B., Rajkovic, A., & Uyttendaele, M. (2017). Quantitative farm-to-fork human norovirus exposure assessment of individually quick frozen raspberries and raspberry puree. *International Journal of Food Microbiology*, 242, 87-97.
- Jo, W. K., Pfankuche, V. M., Lehmbecker, A., Martina, B., Rubio-Garcia, A., Becker, S., et al. (2018). Association of batavir virus infection and encephalitis in harbor seals, Germany, 2016. *Emerging Infectious Diseases*, 24(9), 1691-1695.
- Kastenmayer, R. J., Moak, H. B., Jeffress, E. J., & Elkins, W. R. (2010). Management and Care of African Dormice (*Graphiurus kelleni*). *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, 49(2), 173-176.
- Kitajima, M., Ahmed, W., Bibby, K., Carducci, A., Gerba, C. P., Hamilton, K. A., et al. (2020). SARS-CoV-2 in wastewater: State of the knowledge and research needs. *Science of The Total Environment*, 739, 139076.
- Kodish, S. R., Bio, F., Oemcke, R., Conteh, J., Beauliere, J. M., Pyne-Bailey, S., et al. (2019). A qualitative study to understand how Ebola Virus Disease affected nutrition in Sierra Leone-A food value-chain framework for improving future response strategies. *Plos Neglected Tropical Diseases*, 13(9), e0007645.
- Kokkinos, K., Karayannis, V., & Moustakas, K. (2020). Circular bio-economy via energy transition supported by Fuzzy Cognitive Map modeling towards sustainable low-carbon environment. *Science of the Total Environment*, 721, 137754.
- Konowalchuk, J., & Speirs, J. I. (1975). Survival of enteric viruses on fresh fruit. *Journal of Milk and Food Technology*, 38(10), 598-600.
- Kowalski, W., Walsh, T., & Petraitis, V. (2020). 2020 COVID-19 Coronavirus Ultraviolet Susceptibility. [https://rblh.fiocruz.br/sites/rblh.fiocruz.br/files/usuario/80/85\\_2020\\_covid-19\\_coronavirus\\_ultraviolet\\_susceptibility.pdf](https://rblh.fiocruz.br/sites/rblh.fiocruz.br/files/usuario/80/85_2020_covid-19_coronavirus_ultraviolet_susceptibility.pdf)



- Kozak, G. K., MacDonald, D., Landry, L., & Farber, J. M. (2013). Foodborne Outbreaks in Canada Linked to Produce: 2001 through 2009. *Journal of Food Protection*, 76(1), 173-183.
- Kozakiewicz, C. P., Burrigge, C. P., Funk, W. C., Craft, M. E., Crooks, K. R., Fisher, R. N., et al. (2020). Does the virus cross the road? Viral phylogeographic patterns among bobcat populations reflect a history of urban development. *Evolutionary Applications*, 13(8), 1806-1817.
- Kroeker, A. L., Smid, V., Embury-Hyatt, C., Collignon, B., Pinette, M., Babiuk, S., & Pickering, B. (2020). Increased Susceptibility of Cattle to Intranasal RVFV Infection. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 137.
- Kurup, K. K., Manickam, P., & Gurav, Y. (2020). Infected food handlers led to an outbreak of hepatitis A in Ernakulam district, Kerala, Southern India, 2016. *Clinical Epidemiology and Global Health*, 8(1), 308-312.
- La Bella, G., Basanisi, M. G., Nobili, G., Terio, V., Suffredini, E., & La Salandra, G. (2021). First Report of Hepatitis E Virus in Shellfish in Southeast Italy. *Applied Sciences*, 11(1), 43.
- La Rosa, G., Purpari, G., Guercio, A., Di Bella, S., Gucciardi, F., Proroga, Y. T. R., et al. (2018). Detection of Human Bocavirus Species 2 and 3 in Bivalve Shellfish in Italy. *Applied and Environmental Microbiology*, 84(7), e02754-17.
- Lahrich, S., Laghrib, F., Farahi, A., Bakasse, M., Saqrane, S., & ElMhammedi, M. A. (2021). Review on the contamination of wastewater by COVID-19 virus: Impact and treatment. *Science of the Total Environment*, 751, 9.
- Lee, S. J., Si, J., Yun, H. S., & Ko, G. (2015). Effect of Temperature and Relative Humidity on the Survival of Foodborne Viruses during Food Storage. *Applied and Environmental Microbiology*, 81(6), 2075-2081.
- Lekshmi, M., Das, O., Kumar, S., & Nayak, B. B. (2018). Occurrence of human enterovirus in tropical fish and shellfish and their relationship with fecal indicator bacteria. *Veterinary World*, 17(9), 1285-1290.
- Lickness, J., Gardner, R., Diop, O., Chavan, S., Jorba, J., Ahmed, J., et al. (2020). Surveillance to track progress towards polio eradication worldwide, 2018–2019. *Weekly epidemiological record*, 21, 1-12.
- Liljander, A., Meyer, B., Jores, J., Muller, M. A., Lattwein, E., Njeru, I., et al. (2016). MERS-CoV Antibodies in Humans, Africa, 2013-2014. *Emerging Infectious Diseases*, 22(6), 1086-1089.
- Loh, P. C., Fujioka, R. S., & Lau, L. S. (1979). Recovery, survival and dissemination of human enteric viruses in ocean waters receiving sewage in hawaii. *Water Air and Soil Pollution*, 12(2), 197-217.
- Lowther, J. A., Gustar, N. E., Powell, A. L., Hartnell, R. E., & Lees, D. N. (2012). Two-year systematic study to assess norovirus contamination in oysters from commercial harvesting areas in the United Kingdom. *Applied and Environmental Microbiology*, 78(16), 5812-5817.
- Lozano, A., Martinez, J. C., Uribe, J., Gomez, A., Figueredo, S. A., & Briceno, I. (2020). De curandis hominum morbis: An 18th century medical prescription in the Kingdom of New Granada for Measles and Smallpox. *Biomedica*, 40(3), 427-437.
- Lutomiah, J., Musila, L., Makio, A., Ochieng, C., Koka, H., Chepkorir, E., et al. (2014). Ticks and tick-borne viruses from livestock hosts in arid and semiarid regions of the Eastern and Northeastern parts of Kenya. *Journal of Medical Entomology*, 51(1), 269-277.
- Ma, N. L., Peng, W. X., Soon, C. F., Hassim, M. F. N., Misbah, S., Rahmat, Z., et al. (2021). Covid-19 pandemic in the lens of food safety and security. *Environmental Research*, 193, 110405.
- Maciel-Vergara, G., & Ros, V. I. D. (2017). Viruses of insects reared for food and feed. *Journal of Invertebrate Pathology*, 147, 60-75.
- Mackenzie, J. S., & Smith, D. W. (2020). COVID-19-A Novel Zoonotic Disease: A Review of the Disease, the Virus, and Public Health Measures. *Asia-Pacific Journal of Public Health*, 32(4), 145-153.
- Maguiña Vargas, C. (2015). Enfermedad por el virus del Ébola. *Revista Médica Herediana*, 26(3), 195-201.
- Malladi, S., Weaver, J. T., Lopez, K. M., Erickson, J. L., Lonsdale, P. S., Nezworski, J., et al. (2021). Surveillance and Sequestration Strategies to Reduce the Likelihood of Transporting Highly Pathogenic Avian Influenza Virus Contaminated Layer Manure. *Avian Diseases*, 65(2), 219-226.
- Mann, T. Z., Haddad, L. B., Williams, T. R., Hills, S. L., Read, J. S., Dee, D. L., et al. (2018). Breast milk transmission of flaviviruses in the context of Zika virus: A systematic review. *Paediatric and Perinatal Epidemiology*, 32(4), 358-368.
- Marti, E., & Barardi, C. R. M. (2016). Detection of human adenoviruses in organic fresh produce using molecular and cell culture-based methods. *International Journal of Food Microbiology*, 230, 40-44.
- Martinovic, T., Andjelkovic, U., Gajdosik, M. S., Resetar, D., & Josic, D. (2016). Foodborne pathogens and their toxins. *Journal of Proteomics*, 147, 226-235.
- Maunula, L., Kaupke, A., Vasicckova, P., Soderberg, K., Kozyra, I., Lazic, S., et al. (2013). Tracing enteric viruses in the European berry fruit supply chain. *International Journal of Food Microbiology*, 167(2), 177-185.
- Maunula, L., Roivainen, M., Keranen, M., Makela, S., Soderberg, K., Summa, M., et al. (2009). Detection of human norovirus from frozen raspberries in a cluster of gastroenteritis outbreaks. *Eurosurveillance*, 14(49), 16-18.
- McMichael, A. J. (2004). Influencias ambientales y sociales en las enfermedades infecciosas emergentes: pasado, presente y futuro. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 359(1447), 1049-1058.
- Melotto, M., Brandl, M. T., Jacob, C., Jay-Russell, M. T., Micallef, S. A., Warburton, M. L., & Van Deynze, A. (2020). Breeding Crops for Enhanced Food Safety. *Frontiers in Plant Science*, 11, 14.
- Mir, S. A., Shah, M. A., Mir, M. M., Dar, B. N., Greiner, R., & Roohinejad, S. (2018). Microbiological contamination of ready-to-eat vegetable salads in developing countries and potential solutions in the supply chain to control microbial pathogens. *Food Control*, 85, 235-244.
- Miranda, R. C., & Schaffner, D. W. (2019). Virus risk in the food supply chain. *Current Opinion in Food Science*, 30, 43-48.
- Miyashita, K., Kang, J. H., Saga, A., Takahashi, K., Shimamura, T., Yasumoto, A., et al. (2012). Three cases of acute or fulminant hepatitis E caused by ingestion of pork meat and entrails in Hokkaido, Japan: Zoonotic food-borne transmission of hepatitis E virus and public health concerns. *Hepatology Research*, 42(9), 870-878.
- Mon, P. P., Thurain, K., Janetanakit, T., Nasamran, C., Bunpapong, N., Aye, A. M., et al. (2020). Swine influenza viruses and pandemic H1N1-2009 infection in pigs, Myanmar. *Transboundary and Emerging Diseases*, 67(6), 2653-2666.
- Moreno, M., & Alarcón, A. (2010). Higiene alimentaria para la prevención de trastornos digestivos infecciosos y por toxinas. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 21(5), 749-755.
- Müller, A., Collineau, L., Stephan, R., Müller, A., & D.C. Stärk, K. (2017). Assessment of the risk of foodborne transmission and burden of hepatitis E in Switzerland. *International Journal of Food Microbiology*, 242, 107-115.
- Mullis, L., Saif, L. J., Zhang, Y., Zhang, X., & Azevedo, M. S. P. (2012). Stability of bovine coronavirus on lettuce surfaces under household refrigeration conditions. *Food microbiology*, 30(1), 180-186.
- Munyua, P., Corman, V. M., Bitek, A., Osoro, E., Meyer, B., Muller, M. A., et al. (2017). No Serologic Evidence of Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus Infection among Camel Farmers Exposed to Highly Seropositive Camel Herds: A Household Linked Study, Kenya, 2013. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 96(6), 1318-1324.
- Muñoz, C. d. V. P. (2019). Una amenaza latente para la humanidad. *Revista chilena infectología*, 36(1), 7-8.

- Nakat, Z., & Bou-Mitri, C. (2021). COVID-19 and the food industry: Readiness assessment. *Food Control*, 121, 107661.
- Nasheri, N., Vester, A., & Petronella, N. (2019). Foodborne viral outbreaks associated with frozen produce. *Epidemiol Infection*, 18, 147-e291.
- Nayak, J., Mishra, M., Naik, B., Swapnarekha, H., Cengiz, K., & Shanmuganathan, V. (2021). An impact study of COVID-19 on six different industries: Automobile, energy and power, agriculture, education, travel and tourism and consumer electronics. *Expert Systems*, 2021, 1-32.
- Nazneen, A., Rahman, M. Z., Sultana, S., Satter, S. M., Klena, J. D., Sturat, N. T., et al. (2019). Nipah virus infection in 2018-19 nipah season in bangladesh. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 101, 265-265.
- Nicola, M., Alsafi, Z., Sohrabi, C., Kerwan, A., Al-Jabir, A., Iosifidis, C., et al. (2020). The socio-economic implications of the coronavirus pandemic (COVID-19): A review. *International Journal of Surgery*, 78, 185-193.
- Noguchi, Y., & Yamaguchi, K. (1984). Effects of food plants and stress agents on the development of disease in lepidopterous insects subjected to cross-infection with cytoplasmic-polyhedrosis viruses. *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology*, 28(1), 9-13.
- O'Ryan, M. L., Vial, P. A., Mamani, N., Jiang, X., Estes, M. K., Ferrecio, C., et al. (1998). Seroprevalence of Norwalk virus and Mexico virus in Chilean individuals: Assessment of independent risk factors for antibody acquisition. *Clinical Infectious Diseases*, 27(4), 789-795.
- Offerdahl, D. K., Clancy, N. G., & Bloom, M. E. (2016). Stability of a Tick-Borne Flavivirus in Milk. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 4, 40.
- Oka, T., Wang, Q., Katayama, K., & Saif, L. J. (2015). Comprehensive review of human sapoviruses. *Clinical microbiology reviews*, 28(1), 32-53.
- Okitsu, S., Khamrin, P., Takanashi, S., Thongprachum, A., Hoque, S. A., Takeuchi, H., et al. (2020). Molecular detection of enteric viruses in the stool samples of children without diarrhea in Bangladesh. *Infection Genetics and Evolution*, 77, 104055.
- Ong, S. W. X., Tan, Y. K., Chia, P. Y., Lee, T. H., Ng, O. T., Wong, M. S. Y., & Marimuthu, K. (2020). Air, Surface Environmental, and Personal Protective Equipment Contamination by Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) From a Symptomatic Patient. *Jama-Journal of the American Medical Association*, 323(16), 1610-1612.
- Onosi, O., Upfold, N. S., Jukes, M. D., Luke, G. A., & Knox, C. (2020). The First Detection of Human Bocavirus Species 2 and 3 in Raw Sewage and Mussels in South Africa. *Food and Environmental Virology*, 12(1), 84-88.
- Ordonez-Araque, R., & Egas-Montenegro, E. (2021). Edible insects: A food alternative for the sustainable development of the planet. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 23.
- Oyaizu, H., Tang, H. M., Ota, M., Takenaka, N., Ozono, K., Yamanishi, K., & Mori, Y. (2012). Complementation of the Function of Glycoprotein H of Human Herpesvirus 6 Variant A by Glycoprotein H of Variant B in the Virus Life Cycle. *Journal of Virology*, 86(16), 8492-8498.
- Pallivalappil, B., Ali, A., Thulaseedharan, N., Karadan, U., Chellenton, J., Dipu, K. P., et al. (2020). Dissecting an outbreak: A clinico-epidemiological study of Nipah virus infection in Kerala, India, 2018. *Journal of Global Infectious Diseases*, 12(1), 21-27.
- Parada-Fabian, J. C., Juarez-Garcia, P., Natividad-Bonifacio, I., Vazquez-Salinas, C., & Quinones-Ramirez, E. I. (2016). Identification of Enteric Viruses in Foods from Mexico City. *Food and Environmental Virology*, 8(3), 215-220.
- Park, S. Y., Jung, Y. J., Kwon, J. Y., Kim, S. E., Jeong, M. I., & Ha, S. D. (2019). Application of high hydrostatic pressure for the inactivation of norovirus and quality stability in fresh sea squirt (*Halocynthia roretzi*). *Food Science and Technology International*, 25(7), 573-578.
- Paszkwicz, W., Kozyra, I., Bigoraj, E., Ziomek, M., & Rzezutka, A. (2016). A molecular survey of farmed and edible snails for the presence of human enteric viruses: Tracking of the possible environmental sources of microbial mollusc contamination. *Food Control*, 69, 368-372.
- Pedreira, A., Taskin, Y., & Garcia, M. R. (2021). A Critical Review of Disinfection Processes to Control SARS-CoV-2 Transmission in the Food Industry. *Foods*, 10(2), 283.
- Pimenta, A. I., Margaca, F. M. A., & Verde, S. C. (2019). Virucidal activity of gamma radiation on strawberries and raspberries. *International Journal of Food Microbiology*, 304, 89-96.
- Pinto, R. M., Costafreda, M. I., & Bosch, A. (2009). Risk Assessment in Shellfish-Borne Outbreaks of Hepatitis A. *Applied and Environmental Microbiology*, 75(23), 7350-7355.
- Polo, D., Feal, X., & Romalde, J. (2015). Mathematical model for viral depuration kinetics in shellfish: An useful tool to estimate the risk for the consumers. *Food microbiology*, 49, 220-225.
- Powell, M. R. (2015). The food safety impact of the Codex sampling plans for *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat foods: An empirical case study applying the FAO/WHO sampling plan tool. *Food Control*, 58, 43-50.
- Prabhurajeshwar, C., Desai, P. P., Waghmare, T., & Rashmi, S. B. (2020). An overview of bacteriophage therapy over antibiotics; as an alternative for controlling bacterial infections. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 11(3), 993-1006.
- Prez, V. E., Martinez, L. C., Victoria, M., Giordano, M. O., Masachessi, G., Re, V. E., et al. (2018). Tracking enteric viruses in green vegetables from central Argentina: potential association with viral contamination of irrigation waters. *Science of the Total Environment*, 637, 665-671.
- Purpuri, G., Di Bella, S., Gucciardi, F., Macaluso, G., Mira, F., Barreca, S., et al. (2018). Detection of human enteric viruses from shellfish, vegetable and water samples collected in Sicily. *International Journal of Infectious Diseases*, 73, 383-383.
- Quevedo-león, R., Bastías, J. M., Espinoza, T., Ronceros, B., Balic, I., & Muñoz, O. (2020). Inactivation of Coronaviruses in food industry: The use of inorganic and organic disinfectants, ozone, and UV radiation. *Scientia Agropecuaria*, 11(2), 257 – 266.
- Rehfeld, I. S., Fraiha, A. L. S., Matos, A. C. D., Guedes, M., Costa, E. A., de Souza, M. R., et al. (2017). Short communication: Survival of Vaccinia virus in inoculated cheeses during 60-day ripening (vol 100. pg 7051, 2017). *Journal of Dairy Science*, 100(10), 8632-8632.
- Reina, J., & Reina, N. (2015). The Middle East respiratory syndrome coronavirus. [El coronavirus causante del síndrome respiratorio de Oriente Medio]. *Medicina clinica*, 145(12), 529-531.
- Richards, T. J., & Rickard, B. (2020). COVID-19 impact on fruit and vegetable markets. *Canadian Journal of Agricultural Economics-Revue Canadienne D Agroeconomie*.
- Riou, P., Le Saux, J. C., Dumas, F., Caprais, M. P., Le Guyader, S. F., & Pommepuy, M. (2007). Microbial impact of small tributaries on water and shellfish quality in shallow coastal areas. *Water Research*, 41(12), 2774-2786.
- Roldan, E. M., Rodriguez, E. E., Garcia, M. E., & Navajas, M. F. C. (2013). Prevalence of Hepatitis A Virus in Bivalve Molluscs Sold in Granada (Spain) Fish Markets. *Foodborne Pathogens and Disease*, 10(6), 528-532.
- Roman-Alcala, A. (2020). Thoughts on the origins, present, and future of the coronavirus crisis: marginalization, food and housing, and grassroots strategies. *Agriculture and Human Values*, 37(3): 647-648.
- Ronai, Z., & Egyed, L. (2020). Survival of Tick-Borne Encephalitis Virus in Goat Cheese and Milk. *Food and Environmental Virology*, 12(3), 264-268.

- Rzezutka, A., & Cook, N. (2004). Survival of human enteric viruses in the environment and food. *Fems Microbiology Reviews*, 28(4), 441-453.
- Samandoulgou, I., Fliss, I., & Jean, J. (2015). Zeta Potential and Aggregation of Virus-Like Particle of Human Norovirus and Feline Calicivirus Under Different Physicochemical Conditions. *Food and Environmental Virology*, 7(3), 249-260.
- Sánchez, A., García-Galán, A., García, E., Gómez-Martín, A., De la Fe, C., Corrales, J., & Contreras, A. (2020). Exposición ocupacional a los virus influenza de las aves silvestres. *Rev Esp Salud Pública*, 94(1), 1-9.
- Sands, P., El Turabi, A., Saynisch, P. A., & Dzau, V. J. (2016). Assessment of economic vulnerability to infectious disease crises. *Lancet*, 388(10058), 2443-2448.
- Sarno, E., Martin, A., McFarland, S., John, R., Stephan, R., & Greiner, M. (2017). Estimación de la exposición al virus de la hepatitis E por el consumo de hígado y salchichas de hígado de cerdo. *Food Control*, 73, 821-828.
- Schirone, M., Visciano, P., Tofalo, R., & Suzzi, G. (2017). Editorial: Biological Hazards in Food. *Frontiers in Microbiology*, 7.
- Sciandra, I., Piccioni, L., Coltella, L., Ranno, S., Giannelli, G., Falasca, F., et al. (2020). Comparative analysis of 2 commercial molecular tests for the detection of gastroenteric viruses on stool samples. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*, 96(1), 114893.
- Seleiman, M. F., Selim, S., Alhammad, B. A., Alharbi, B. M., & Juliatti, F. C. (2020). Will novel coronavirus (covid-19) pandemic impact agriculture, food security and animal sectors. *Bioscience Journal*, 36(4), 1315-1326.
- Serafim, A. L., Hecktheuer, L. H. R., Stangarlin-Fiori, L., Medeiros, L. B., Martello, L., & Machado, C. E. (2015). Evaluation of the Implementation of Good Handling Practices in Food and Beverage Areas of Hotels. *Journal of Food Protection*, 78(11), 2043-2051.
- Seymour, I. J., & Appleton, H. (2001). Foodborne viruses and fresh produce. *Journal of Applied Microbiology*, 91(5), 759-773.
- Sharma, S., Chatterjee, A., Kumar, P., Lal, S., & Kondabagil, K. (2020). Upregulation of miR-101 during Influenza A Virus Infection Abrogates Viral Life Cycle by Targeting mTOR Pathway. *Viruses*, 12(4), 444.
- Shin, H., Park, H., Seo, D. J., Jung, S., Yeo, D., Wang, Z., et al. (2019). Foodborne Viruses Detected Sporadically in the Fresh Produce and Its Production Environment in South Korea. *Foodborne Pathogens and Disease*, 16(6), 411-420.
- Siddiquei, M. I., & Khan, W. (2020). Economic implications of coronavirus. *Journal of Public Affairs*, 20(4), e2169.
- Soon, J. M., & Wahab, I. R. A. (2021). On-site hygiene and biosecurity assessment: A new tool to assess live bird stalls in wet markets. *Food Control*, 127, 108108.
- Tasiame, W., El-Duah, P., Johnson, S. A. M., Owiredo, E. W., Bleicker, T., Veith, T., et al. (2021). Rabies virus in slaughtered dogs for meat consumption in Ghana: A potential risk for rabies transmission. *Transboundary and Emerging Diseases*, 14266.
- Terio, V., Bottaro, M., Di Pinto, A., Fusco, G., Barresi, T., Tantillo, G., & Martella, V. (2018). Occurrence of Aichi virus in retail shellfish in Italy. *Food microbiology*, 74, 120-124.
- Tewari, A., & Abdullah, S. (2015). Bacillus cereus food poisoning: international and Indian perspective. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, 52(5), 2500-2511.
- Thebault, A., Teunis, P. F. M., Le Pendu, J., Le Guyader, F. S., & Denis, J. B. (2013). Infectivity of GI and GII noroviruses established from oyster related outbreaks. *Epidemics*, 5(2), 98-110.
- Tittonell, P., Fernandez, M., El Mujtar, V. E., Preiss, P. V., Sarapura, S., Laborda, L., et al. (2021). Emerging responses to the COVID-19 crisis from family farming and the agroecology movement in Latin America-A rediscovery of food, farmers and collective action. *Agricultural Systems*, 190, 103098.
- Torok, V., Hodgson, K., McLeod, C., Tan, J., Malhi, N., & Turnbull, A. (2018). National survey of foodborne viruses in Australian oysters at production. *Food microbiology*, 69, 196-203.
- Tuladhar, E., Hazeleger, W. C., Koopmans, M., Zwietering, M. H., Duizer, E., & Beumer, R. R. (2013). Transfer of noroviruses between fingers and fomites and food products. *International Journal of Food Microbiology*, 167(3), 346-352.
- Upfold, N. S., Luke, G. A., & Knox, C. (2021). Occurrence of Human Enteric Viruses in Water Sources and Shellfish: A Focus on Africa. *Food and Environmental Virology*, 13(1), 1-31.
- van Broekhoven, S., Oonincx, D., van Huis, A., & van Loon, J. J. A. (2015). Growth performance and feed conversion efficiency of three edible mealworm species (Coleoptera: Tenebrionidae) on diets composed of organic by-products. *Journal of Insect Physiology*, 73, 1-10.
- van Doremalen, N., Bushmaker, T., Karesh, W. B., & Munster, V. J. (2014). Stability of Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus in Milk. *Emerging Infectious Diseases*, 20(7), 1263-1264.
- Van Doremalen, N., Schäfer, A., Menachery, V. D., Letko, M., Bushmaker, T., Fischer, R., et al. (2018). SARS-Like Coronavirus WIV1-CoV Does Not Replicate in Egyptian Fruit Bats (*Rousettus aegyptiacus*). *Viruses*, 10(12), 727.
- Van Huis, A. (2013). Potential of insects as food and feed in assuring food security. In: *Vol. 58. Annual Review of Entomology* (pp. 563-583).
- Van Huis, A., Van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., & Vantomme, P. (2013). *Edible insects: future prospects for food and feed security*: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Vandeweyer, D., Lievens, B., & Van Campenhout, L. (2020). Identification of bacterial endospores and targeted detection of foodborne viruses in industrially reared insects for food. *Nature Food*, 1(8), 511-526.
- Vega, M. R., & Manzanera, J. M. E. (2020). Food/nutrition education in the teaching degree curriculum: a study on changes in knowledge and eating habits. *Nutrición Hospitalaria*, 37(4), 830-837.
- Villena, R., Wilhelm, J., Calvo, X., Cerda, J., Escobar, C., & Moreno, G. (2017). Opinión del Comité Consultivo de Inmunizaciones de la Sociedad Chilena de Infectología en relación a los brotes de hepatitis A en Chile. *Revista chilena de infectología*, 34(4), 371-373.
- Vilne, B., Meistere, I., Grantina-Ievina, L., & Kibilds, J. (2019). Machine Learning Approaches for Epidemiological Investigations of Food-Borne Disease Outbreaks. *Frontiers in Microbiology*, 10, 1722.
- von Nordheim, M., Boinay, M., Leisi, R., Kempf, C., & Ros, C. (2016). Cutthroat Trout Virus Towards a Virus Model to Support Hepatitis E Research. *Viruses*, 8(10), 289.
- Walker, G. J., Clifford, V., Bansal, N., Stella, A. O., Turville, S., Stelzer-Braid, S., et al. (2020). SARS-CoV-2 in human milk is inactivated by Holder pasteurisation but not cold storage. *Journal of Paediatrics and Child Health*, 56(12), 1872-1874.
- Wang, H. F., Guo, J., Zheng, L. J., Liu, S. Y., Wang, Z. R., & He, H. X. (2020). Detection of new antibiotic resistance gene profile in *Escherichia coli* associated with avian leukosis virus infection from broiler chickens. *Biocell*, 44(2), 217-224.
- Weng, H. (2020). Analysis of prevention and control strategy of covid-19 epidemic in china based on the concept of one health: an opinion paper. *Acta Medica Mediterranea*, 36(2), 1167-1174.
- Wielinga, P. R., & Schlundt, J. (2013). Food Safety: At the Center of a One Health Approach for Combating Zoonoses. In J. S. Mackenzie, M. Jeggo, P. Daszak, & J. A. Richt (Eds.), *One Health: The Human-Animal-Environment Interfaces in Emerging Infectious Diseases: Food Safety and Security, and International and National Plans for Implementation of One Health Activities* (Vol. 366, pp. 3-17). Berlin: Springer-Verlag Berlin.

- Wiik-Nielsen, J., Gjessing, M., Solheim, H. T., Litlabo, A., Gjevre, A. G., Kristoffersen, A. B., et al. (2017). *Ca. Branchiomonas cysticola*, *Ca. Piscichlamydia salmonis* and Salmon Gill Pox Virus transmit horizontally in Atlantic salmon held in fresh water. *Journal of Fish Diseases*, 40(10), 1387-1394.
- Woodall, J. P., & Roz, A. (1977). Experimental milk-borne transmission of powassan virus in goat. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 26(1), 190-192.
- World Health Organization. (2020). Surveillance to track progress towards polio eradication worldwide, 2018–2019. *Weekly Epidemiological Record*, 95(21), 229-240.
- Yamashita, T., Sakae, K., Ishihara, Y., Isomura, S., & Utagawa, E. (1993). Prevalence of newly isolated, cytopathic small round virus (*Aichi strain*) in Japan. *Journal of Clinical Microbiology*, 31(11), 2938-2943.
- Yekta, R., Vahid-Dastjerdi, L., Norouzbegi, S., & Mortazavian, A. M. (2021). Food products as potential carriers of SARS-CoV-2. *Food Control*, 123, 107754.
- Yuan, J. J., Lu, Y. L., Cao, X. H., & Cui, H. T. (2020). Regulating wildlife conservation and food safety to prevent human exposure to novel virus. *Ecosystem Health and Sustainability*, 6(1), 4.
- Yuan, Y., Qi, J. X., Peng, R. C., Li, C. R., Lu, G. W., Yan, J. H., et al. (2020). Molecular Basis of Binding between Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus and CD26 from Seven Bat Species. *Journal of Virology*, 94(5), e01387-19.
- Zeneli, A., Altini, M., Bragagni, M., Gentili, N., Prati, S., Golinucci, M., et al. Montalti, S. (2020). Mitigating strategies and nursing response for cancer care management during the COVID-19 pandemic: an Italian experience. *International Nursing Review*, 67(4), 543-553.
- Zhou, Y., Feng, L., Zhang, X., Wang, Y., Wang, S. Y., & Wu, T. J. (2021). Spatiotemporal patterns of the COVID-19 control measures impact on industrial production in Wuhan using time-series earth observation data. *Sustainable Cities and Society*, 75, 103388.