

Triclosán - interacción en el ser humano y el medio ambiente.
Triclosán - interaction between the human being and the environment.

Judith Acuña-Enciso*, César Iván Gaitán-Fonseca, Carlos Omar Bermúdez-Jiménez,
Oscar Cepeda-Arguelles, Luis Alejandro Aguilera-Galaviz, Gregorio Sánchez-Balderas

Correo electrónico: * mcdconsul@gmail.com

Resumen

En el presente artículo de revisión se recopila de manera general y relevante información acerca del triclosán, empleado comúnmente como desinfectante o incluso utilizado como auxiliar en el manejo de patologías periodontales, pero también catalogado como contaminante ambiental, donde se ha identificado que ocasiona diversas alteraciones en el mismo ser humano, así como en el medio ambiente. Haciendo un concentrado de investigaciones realizadas desde el 2017 al 2022 encontrados en diversos artículos científicos publicados en plataformas digitales como Pub-Med, Google Scholar y Science Direct. La finalidad es mencionar las principales fuentes de contaminación ambiental, la farmacocinética del mismo, los principales métodos de análisis para su identificación tanto en humanos como en el ambiente y sobre todo el relacionar los principales efectos ocasionados por el triclosán actuando principalmente como disruptor endócrino causante de alteraciones locales y sistémicas en el ser humano y en diversos modelos experimentales, permitiendo proporcionar información necesaria para decidir sobre el uso adecuado y concientizar el uso irracional del compuesto, mencionando como lineamientos internacionales el control que establecen las agencias reguladoras como FDA, SCCP, EPA, Unión Europea, DENMARK, Healt Canadá.

Palabras clave: Triclosán, ambiente, ser humano.

Abstract

In this review article, information about triclosan is compiled in a general and relevant way, commonly used as a disinfectant or even used as an aid in the management of periodontal pathologies, but also classified as an environmental pollutant, where it has been identified as causing various alterations in the same human being, as well as in the environment. Making a concentrate of research carried out from 2017 to 2022 found in various scientific articles published on digital platforms such as Pub-Med, Google Scholar and Science Direct. The purpose is to mention the main sources of environmental contamination, its pharmacokinetics, the main methods of analysis for its identification both in humans and in the environment, and above all, to relate the main effects caused by triclosan, acting mainly as an endocrine disruptor that causes local and systemic alterations in humans and in various experimental models, allowing to provide the necessary information to decide on the appropriate use and raise awareness of the irrational use of the compound, mentioning as international guidelines the control established by regulatory agencies such as FDA, SCCP, EPA, European Union, DENMARK, Healt Canada.

keywords: Triclosan, environment, human being.

Introducción

El triclosán es un compuesto utilizado desde hace más de 40 años, (Ortiz SMC. et al. 2021), comúnmente en diversos insumos diarios para el ser humano, catalogado como un desinfectante pero considerado como micro-contaminante ambiental generalizado y persistente que puede interactuar con la tierra, la biota, el aire y el agua a través de la aplicación de biosólidos en el medio ocasionando alteraciones tanto en el medio ambiente como en el organismo. (Abbott T. y Eskicioglu C. 2020)

Marco teórico

El triclosán es un compuesto aromático clorado, sintético, sólido, incoloro, con un olor ligero a fenol, levemente soluble en agua debido a la existencia de grupos funcionales representativos de -OH, pero es muy soluble en etanol y otro tipo de fenoles (Milanović M., Đurić L. et al. 2021)

Su fórmula química es: 5 – Cloro – 2 - (2, 4 – diclorofenoxil) Fenol.

Tiene peso molecular de 289,5 gramos mol⁻¹, solubilidad en agua de 10 miligramos Litro⁻¹, valor pKa de 7.9 y log Kow 4.76, pH de 4-9, con vida media de 40 días. (Milanović M., Đurić L. et al. 2021)

Se identifica como biodegradable, fotoinestable y fácilmente reactivo al cloro y al ozono (Luo Z. He Y., Zhi D., Luo L., Sun., Khan E., et al. 2019).

Se ha estimado que 1500 toneladas de triclosán se producen a nivel mundial por año (Park Y., Gaddy M., Alfhili M., Lee M. 2020). Lo encontrados en diferentes insumos de uso diario (Milanović M., Đurić L. et al. 2021), como son:

- Auxiliares de higiene y limpieza personal como son jabones, samphos, desodorantes, pastas de dientes, enjuagues bucales, cremas, desmaquillantes, maquillajes, talcos (Lee JD. Lee JY., Kwack SJ., Shin CY., Jang H-J, Kim HY., et al. 2019).
- Productos de limpieza: Detergentes, jabones,

desinfectantes, etc.

- Conservante de materiales para la industria.
- Pesticidas.
- Medicamentos antifúngicos y antibacterianos.
- Juguetes: Sobre todo elaborados a base de plásticos.
- Utensilios de cocina: Cucharones metal-plástico.
- Ropa: Comúnmente en telas sintéticas.
- Bolsas y/ contenedores: Por lo general de uso hospitalario.

Se considera que más del 80% de estos productos son empleados en productos de cuidado personal (Wu X., Liu P., Huang H., Gao S. 2020).

Según la normativa Internacional en Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) en conjunto con la Unión Europea lo catalogan como droga clase III donde su distribución y control en estos países ha estado en constante verificación sin embargo no se aplica la regulación de manera general en todos y cada uno de los productos que contienen triclosán. Considerando que en países como Noruega o México no existe normativa ni regulación general en el uso del compuesto (Adhikari S., Kumar R., Driver EM., Perleberg TD., Yanez A., Johnston B., et al. 2022).

Se ha reportado que en Corea la dosis de exposición sistémica al triclosán utilizada por día es de 0.4952 μmol/kilogramo de peso corporal, solo en productos de cuidado personal Lee JD. Lee JY., Kwack SJ., Shin CY., Jang H-J, Kim HY., et al. 2019)

Considerando que las mujeres y niños presentan un mayor grado de exposición al triclosán. (Milanović M., Đurić L., et al. 2021)

Principales fuentes de contaminación del triclosán en el medio ambiente:

Agua: La distribución final de la mayoría de los productos utilizados que contienen triclosán va a dar a aguas residuales tanto superficiales como subterráneas, tendiendo a acumularse en sedimentos de rocas y organismos acuáticos, quedando sobre estos niveles

detectables del compuesto que ha dado origen a alteraciones celulares identificables en peces, los cuales llegan a ser de consumo humano (Kumar S., Paul T., Shukla S., Kumar K., Karmakar S., Bera KK. 2021).

También se ha identificado en agua potable debido a que utilizan algunos filtros que liberan triclosán, aunado a la temperatura elevada del entorno favoreciendo que el compuesto se disemine con facilidad. considerándolo una de las fuentes principales de contaminación gracias a la gran demanda de productos de utilización diaria que empleamos, tomando en cuenta que los tratamientos de filtración de aguas se hacen de manera incompleta o inadecuada y en muchos casos solo para productos en estado sólido. La concentración más alta encontrada en los estudios realizados ha sido en EE. UU: 297,7 nM, seguido por Sudáfrica, Australia, Tailandia y Reino Unido. (Milanović M., Đurić L., et al. 2021)

Aire: Se considera un contaminante de alta volatilidad debido a las partículas que quedan esparcidas al utilizar productos de limpieza en aerosoles o talcos considerándolo como la fuente más importante de exposición humana debido a que el individuo permanece en mayor tiempo al contacto con el compuesto al estar en áreas donde se ha utilizado para limpieza del lugar. Según los reportes encontrados en Beijing se realizó una investigación donde se identificó hasta 4075,4 nmol/metros³ en espacios de estudio, considerando un 100% del área contaminada (Chan GG., Koch CM., Connors LH. 2017).

Tierra: Se considera tener una vida media de 20-58 días en suelo, Se ha identificado que puede ser absorbido por cultivos alimentarios por medio de las raíces de algunos productos presentando un alto riesgo de ingresar a la cadena alimentaria. (Li L., 2021)

Farmacocinética del triclosán

El principal biomarcador de exposición es a través de la orina donde se busca la presencia de TCS-Glucurónido y de TCS-sulfato. (Milanović M., Đurić L., et al. 2021)

La principal fuente de captación del triclosán es vía oral la cual se absorbe gastrointestinalmente rápidamente, se distribuye por medio del hígado y del tejido adiposo, y se secreta cerca del 84% de manera urinario dentro de los 4 días posteriores a la ingesta (Lu S., Yu Y., Ren L., Zhang X., Liu G., Yu Y. 2018).

La vía dérmica es considerada la segunda forma de captación donde el tejido adiposo tiende a absorberse menos del 10% de su concentración (Lu S., Yu Y., Ren L., Zhang X., Liu G., Yu Y. 2018).

Se ha encontrado presencia de triclosán en sangre, en leche materna, líquido amniótico y uñas. (Milanović M., Đurić L., et al. 2021)

Métodos de análisis de identificación del triclosán

En humanos ELISA sigue siendo el método más rápido y económico para la identificación del triclosán, debido a que es un ensayo inmuno-absorbente ligado a enzimas donde se determinan el triclosán libre y conjugado en muestras de orina, realizando la incubación con las enzimas β glucuronidasa y sulfatasa. (Kim S., Lee S., Shin C., Lee J., Kim S., Lee A., et al. 2018). También se utiliza la cromatografía acoplada a la espectrometría de masas (GC-MS) la cual permite la detección rutinaria de triclosán en diferentes muestras equipada con columna C8 o C18 se aplica comúnmente para el desarrollo de métodos analíticos rápidos y sensibles. (Milanović M., Đurić L., et al. 2021)

En agua la técnicas de micro extracción para la monitorización de la exposición a triclosán (Ahn KC., Kasagami T., Tsai H-J., Schebb NH., Ogunyoku T., Gee SJ., et al. 2012) ha sido la más utilizada, considerando que existen otras técnicas como son:

- Microextracción líquido-líquido asistida por aire (AALLME):
- Microextracción por solvente empaquetado (MEPS).
- Extracción por sorción con barra de agitación (SBSE).

- Microextracción basada en solvente supra-molecular asistida por vórtice (VA-SSME).

En aire y suelo se ha identificado por medio de Extracción de líquidos a presión (PLE), extracción acelerada de solventes (ASE), extracción ultrasónica, combinación de extracción asistida por microondas con SPE, extracción SPE (QuEChERS) consideradas técnicas confiables en la detección del triclosán (Duarte NdAA., Lima LEd., Maraslis FT., Kundi M., Nunes EA., Barcelos GRM. 2021).

Principales vías de eliminación del triclosán en el ambiente

El triclosán al ser un producto químico estable que puede descomponerse por la acción de la luz, el ozono, y el cloro, al estar disuelto en agua y expuesto a la luz se degrada y forma radicales estando expuesto a luz artificial de 50 °C en una solución acuosa de pH 7.

El tratamiento de aguas contaminadas por triclosán sigue siendo la oxidación, al ser uno de los métodos más efectivos y económicos a nivel mundial, también se hace por medio de fotocátalisis para aguas residuales, utilizado diferentes sistemas de trato como la cloración, ozonización, procesos de Fenton, Fotólisis/ fotocátalisis, Oxidación electroquímica.

Objetivo

Redactar de manera general los efectos adversos del triclosán en el organismo, así como su distribución y eliminación en el medio como contaminante ambiental, con la finalidad de concientizar el uso irracional del compuesto.

Resultados

En base a la búsqueda de información bibliográfica de artículos científicos publicados a partir del 2017 al 2022 en plataformas digitales como Pub-Med, Google Scholar y Science Direct se ha centrado el siguiente listado de los hallazgos realizados en diversas investigaciones In-vitro e In-vivo ha reportado lo siguiente:

- Daño en la función neuronal del hipocampo, se relacionó con la disminución de la formación de la memoria a largo plazo (Arias-Cavieres A., More J., Vicente JM., Adasme T., Hidalgo J., Valdés JL., et al. 2018).

- El hallazgo de triclosán en las células del músculo esquelético cardíaco murino, condujo a la desregulación del acoplamiento excitación-contracción, lo que podría provocar insuficiencia cardíaca y arritmias (Saley A., Hess M., Miller K., Howard D., King-Heiden TC. 2016).

- ↑Neurotoxicidad a través de la activación de NMDAR, ↑producción de ROS, ↑liberación de LDH, ↑Apoptosis (Ruszkiewicz JA., Li S., Rodriguez MB., Aschner M. 2017).

- Se observó toxicidad neuroconductual en las crías de ratones después del tratamiento subcutáneo con triclosán (Tran TM., Trinh HT., Anh HQ., Van Le T., Le SN., Minh TB. 2020).

- La administración de triclosan en concentraciones de hasta 0,345 mmol/kg/ día resultó en una disminución de la hormona luteinizante (LH) y la hormona estimulante del folículo (FSH) en ratones hembra, mientras que a la dosis oral más alta (0,639 mmol/kg/día), se midieron aumentos tanto de FSH como de LH en ratas Sprague Dawley (Arismendi D., Alanis C., Richter P., Paredes AH. 2020).

- Actúa como agonista y antagonista estrogénico en células de cáncer de mama (Quispe Condori KR. y Rodríguez Cumpa RY. 2013).

- Efectos antagonistas de triclosan en los receptores de glucocorticoides, androgénicos y tiroideos (Kenda M, Fonović UP, Kos J, Dolenc MS. 2022).

- Retardo en el desarrollo y maduración embrionario temprano en neuronas de roedores (Kim JH, Kim D, Moon S-M, Yang EJ. 2020).

- Alteraciones en la diferenciación y el desarrollo celular animal (Kim JH, Kim D, Moon S-M, Yang EJ. 2020).
- Cambios morfológicos y funcionales de las mitocondrias con el aumento de la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) (Wu C, Li J, Xia W, Li Y, Zhang B, Zhou A, et al. , 2018).
- Estrés oxidativo relacionado con la toxicidad de las células epiteliales foliculares de la tiroides humana y a los efectos observados en queratinocitos humanos primarios, fibroblastos de ratón NIH-3T3 y mastocitos RBL-2H.
- Disminución de la diversidad de la microbiota intestinal en los animales tratados con triclosan (Li Y, Li M, Li Z, Yang L, Liu X. 2019).
- Mayor riesgo de incidencia de cáncer e próstata humano, células de carcinoma de pulmón humano y células de cáncer de mama humano con estrógeno positivo como con estrógeno negativo (Wu Y, Beland FA, Fang J-L. 2016).
- Osteoporosis y triclosán fueron relacionada con la alteración en las hormonas tiroideas y estrógenos.
- Síndrome de ovario poliquístico asociado con el metabolismo alterado de la glucosa y la infertilidad de las mujeres expuestas a triclosán (Huang W, Cao G, Deng C, Chen Y, Wang T, Chen D, et al. 2022).
- Sensibilización alérgica a alérgenos inhalantes (Shane HL, Othumpangat S, Marshall NB, Blachere F, Lukomska E, Weatherly LM, et al. 2020).
- Hiperactividad, atención y trastornos del comportamiento (Patti MA, Henderson NB, Gajjar P, Eliot M, Jackson-Browne M, Braun JM. 2021).
- Deterioro en la inteligencia y el rendimiento académico en niños (Patti MA, Henderson NB, Gajjar P, Eliot M, Jackson-Browne M, Braun JM. 2021).

Los modelos experimentales utilizados han sido ratas macho, ratas hembra, fetos de ratones, donde las dosis encontradas de triclosán van de 1, 5 y 10 μM para animales adultos y en fetos 50 y 100 μM (Milanović M, Đurić L, Milošević N, Milić N., 2021).

En estudios epidemiológicos se ha encontrado que en mujeres embarazadas expuestas a altas dosis de triclosán tienden a tener hijas con mayor peso al nacer, aunado a un mayor riesgo de padecer diabetes mellitus, que pudiera estar asociado a un aumento en el IMC materno (Ma R, Tang N, Feng L, Wang X, Zhang J, Ren X, et al. 2021).

En conjunto se puede describir que el triclosán altera la homeostasis del organismo principalmente de la tiroides considerándolo como un disruptor endócrino al ser una sustancia exógena que altera las funciones del sistema endócrino y en consecuencia la aparición de diferentes alteraciones en los humanos como son deterioro neurológico en el desarrollo, trastornos metabólicos, efectos cardio tóxicos, aunado a un riesgo de padecer cáncer de mama o de próstata (Gual-de-Torrella A, Delgado-Valverde M, Pérez-Palacios P, et al. 2022)

Discusión

El uso del triclosán ha sido controversial debido a que se han identificado efectos antibacterianos donde se demostró que los efectos inhibitorios sobre los microorganismos comienzan en concentraciones que oscilan entre 25 y 80 000 $\mu\text{g/L}$ para el triclosán, el cual se utiliza a gran demanda sobre patologías bucodentales de origen periodontal, mostrando efectividad contra bacterias como *Streptococcus sanguis*, *Streptococcus oralis* y *Prevotella* donde el mecanismo de acción radica en su efecto destructor de la membrana citoplasmática microbiana e interfiere su metabolismo lipídico lo que a su vez provoca un escape de las sustancias celulares, con la consecuente muerte bacteriana (bacteriolisis) (Bustamante OC, Troncos LGP, de Zebrauskas APP, Leandro KCR, Sime CLdCH. 2020), siendo catalogado como un coadyuvante en el

manejo y tratamiento de estas patologías, las cuales son de gran impacto en la población mundial.

Pero también se ha observado una susceptibilidad reducida al triclosán en Salmonella (Gual-de-Torrella A, Delgado-Valverde M, Pérez-Palacios P, et al. 2022) y Proteus/Providencia Bustamante OC, Troncos LGP, de Zebrauskas APP, Leandro KCR, Sime CLdCH. 2020),.

En conjunto podemos mencionar que los estudios realizados y plasmados en los hallazgos reportados revelan que la toxicidad del triclosán depende de los tipos de organismos, la duración de la exposición y las condiciones ambientales a las que se está expuesto por lo que es necesario dar seguimiento con las investigaciones referentes a efectos en la salud y en el medio ambiente a corto y largo plazo del triclosán. Aunado a un lineamiento crítico de los estándares internacionales de manejo y distribución del producto en insumos de uso diario que están a libre venta en el mercado.

Conclusión

El triclosán es un compuesto químico que ha demostrado tener efecto antibacteriano y antifúngico, el cual puede utilizarse a una concentración máxima de 0.3% considerando que a rangos mayores altera la homeostasis del organismo causando diversas interacciones funcionales de manera negativa por lo que es necesario considerar el uso y manejo del mismo, así como la implementación de regulaciones sanitarias en cuanto al cumplimiento de protección al medio ambiente y al adecuado manejo ecológico en cuanto a la disposición final de este compuesto.

Anexos

Enseguida se proporcionan los siguientes códigos QR referentes al triclosán respecto a las agencias reguladoras internacionales para que el profesional de salud tenga suficiente información y decisión sobre su uso:

 <p>Unión Europea Reglamento 358</p>	 <p>DENMARK Assessment Report Dinamarca</p>	 <p>Health Canada</p>
<p>Máximas concentraciones de Triclosán</p> <p>Dentífricos: 0.3 % Colutorios (enjuagues bucales): 0.2%⁴</p> 	<p>Los datos disponibles no son relevantes en humanos¹.</p> 	<p>Triclosán no representa un riesgo para la salud con los niveles actuales de exposición¹.</p> 

 <p>FDA Food and Drug Administration</p>	 <p>Australian Government Department of Health Therapeutic Goods Administration Therapeutic Goods Administration</p>	 <p>Scientific Committees European Scientific Committee for Consumer Products (SCCP)</p>	 <p>EPA United States Environmental Protection Agency</p>
<p>FDA realizó una revisión sobre la efectividad del Triclosán, la evidencia demostró que Triclosán es efectivo en la prevención de gingivitis¹.</p> 	<p>Según los datos disponibles en animales, Triclosán no cumple con los criterios para ser clasificado como carcinógeno¹.</p> <p>Descargar documento "Weekly Ending Chemical (WEC)..."</p> 	<p>Acorde al sistema de clasificación de la unión europea, Triclosán no se considera clasificable como carcinógeno¹.</p> 	<p>De acuerdo con las Directrices Finales de la EPA para Evaluación de Riesgos de Carcinógenos, el CARC clasificó el Triclosán como: No es probable que sea carcinógeno para los seres humanos¹.</p> 

Referencias bibliográficas

Abbott T, Eskicioglu C. Comparison of anaerobic, cycling aerobic/anoxic, and sequential anaerobic/aerobic/anoxic digestion to remove triclosan and triclosan metabolites from municipal biosolids. Science of The Total Environment. 2020;745:140953.

Adhikari S, Kumar R, Driver EM, Perleberg TD, Yanez A, Johnston B, et al. Mass trends of parabens, triclocarban and triclosan in Arizona wastewater collected after the 2017 FDA ban on antimicrobials and during the COVID-19 pandemic. *Water Research*. 2022;222:118894.

Ahn KC, Kasagami T, Tsai H-J, Schebb NH, Ogunyoku T, Gee SJ, et al. An immunoassay to evaluate human/environmental exposure to the antimicrobial triclocarban. *Environmental science & technology*. 2012;46(1):374-81.

Arias-Cavieres A, More J, Vicente JM, Adasme T, Hidalgo J, Valdés JL, et al. Triclosan impairs hippocampal synaptic plasticity and spatial memory in male rats. *Frontiers in molecular neuroscience*. 2018;11:429.

Arismendi D, Alanis C, Richter P, Paredes AH. Effect of triclosan exposure on ovarian hormones, trace elements and growth in female rats. *Chemosphere*. 2022;307:135964.

Bustamante OC, Troncoso LGP, de Zebrauskas APP, Leandro KCR, Sime CLdCH. Antisépticos Orales: Clorhexidina, flúor y triclosán. *Salud & Vida Sipanense*. 2020;7(1):4-16.

Chan GG, Koch CM, Connors LH. Blood proteomic profiling in inherited (ATTRm) and acquired (ATTRwt) forms of transthyretin-associated cardiac amyloidosis. *Journal of Proteome Research*. 2017;16(4):1659-68.

Duarte NdAA, Lima LEd, Maraslis FT, Kundi M, Nunes EA, Barcelos GRM. Acute toxicity and DNA instability induced by exposure to low doses of triclosan and phthalate DEHP, and their combinations, in vitro. *Frontiers in genetics*. 2021:533.

Gual-de-Torrella A, Delgado-Valverde M, Pérez-Palacios P, Oteo-Iglesias J, Pascual Á, Fernández-Cuenca F. In vitro activity of six biocides against carbapenemase-producing *Klebsiella pneumoniae* and presence of genes encoding efflux pumps. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*. 2022;40(7):371-6.

Huang W, Cao G, Deng C, Chen Y, Wang T, Chen D, et al. Adverse effects of triclosan on kidney in mice: Implication of lipid metabolism disorders. *Journal of Environmental Sciences*. 2023;124:481-90.

Kenda M, Fonović UP, Kos J, Dolenc MS. The effect of endocrine disrupting chemicals on the vitronectin-receptor (integrin $\alpha\beta 3$)-mediated cell adhesion of human umbilical vein endothelial cells. *Toxicology in Vitro*. 2022;79:105275.

Kim JH, Kim D, Moon S-M, Yang EJ. Associations of lifestyle factors with phthalate metabolites, bisphenol A, parabens, and triclosan concentrations in breast milk of Korean mothers. *Chemosphere*. 2020;249:126149.

Kim S, Lee S, Shin C, Lee J, Kim S, Lee A, et al. Urinary parabens and triclosan concentrations and associated exposure characteristics in a Korean population—A comparison between night-time and first-morning urine. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2018;221(4):632-41.

Kumar S, Paul T, Shukla S, Kumar K, Karmakar S, Bera KK. Biomarkers-based assessment of triclosan toxicity in aquatic environment: A mechanistic review. *Environmental Pollution*. 2021;286:117569.

Lee JD, Lee JY, Kwack SJ, Shin CY, Jang H-J, Kim HY, et al. Risk assessment of triclosan, a cosmetic preservative. *Toxicological research*. 2019;35(2):137-54.

Li L. Toxicity evaluation and by-products identification of triclosan ozonation and chlorination. *Chemosphere*. 2021;263:128223.

Li Y, Li M, Li Z, Yang L, Liu X. Effects of particle size and solution chemistry on Triclosan sorption on polystyrene microplastic. *Chemosphere*. 2019;231:308-14.

Lu S, Yu Y, Ren L, Zhang X, Liu G, Yu Y. Estimation of intake and uptake of bisphenols and triclosan from personal care products by

dermal contact. *Science of the Total Environment*. 2018;621:1389-96.

Luo Z, He Y, Zhi D, Luo L, Sun Y, Khan E, et al. Current progress in treatment techniques of triclosan from wastewater: A review. *Science of The Total Environment*. 2019;696:133990.

Ma R, Tang N, Feng L, Wang X, Zhang J, Ren X, et al. Effects of triclosan exposure on placental extravillous trophoblast motility, relevant IGF2/H19 signaling and DNA methylation-related enzymes of HTR-8/SVneo cell line. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2021;228:113051.

Milanović M, Đurić L, Milošević N, Milić N. Comprehensive insight into triclosan—from widespread occurrence to health outcomes. *Environmental Science and Pollution Research*. 2021:1-22.

Ortiz SMC, Ramírez NJA, Mesa GP. Effects of triclosan on sperm mobility in *Oreochromis* spp. *Ingeniería y competitividad: revista científica y tecnológica*. 2021;23(1):13.

Park Y, Gaddy M, Alfhili M, Lee M. The teratogenic effect of Triclosan on embryogenesis is attenuated by Tween 20 in *Caenorhabditis elegans*. *microPublication Biology*. 2020.

Patti MA, Henderson NB, Gajjar P, Eliot M, Jackson-Browne M, Braun JM. Gestational triclosan exposure and infant birth weight: A systematic review and meta-analysis. *Environment International*. 2021;157:106854.

Quispe Condori KR, Rodríguez Cumpa RY. Determinación de las concentraciones de aluminio en antitranspirantes y triclosan en desodorantes comercializados en la ciudad del Cusco y cumplimiento de la información del rotulado, 2013. 2014.

Ruszkiewicz JA, Li S, Rodriguez MB, Aschner M. Is Triclosan a neurotoxic agent? *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*. 2017;20(2):104-17.

Saley A, Hess M, Miller K, Howard D, King-Heiden TC. Cardiac toxicity of triclosan in developing zebrafish. *Zebrafish*. 2016;13(5):399-404.

Shane HL, Othumpangat S, Marshall NB, Blachere F, Lukomska E, Weatherly LM, et al. Topical exposure to triclosan inhibits Th1 immune responses and reduces T cells responding to influenza infection in mice. *Plos one*. 2020;15(12):e0244436.

Tran TM, Trinh HT, Anh HQ, Van Le T, Le SN, Minh TB. Characterization of triclosan and triclocarban in indoor dust from home micro-environments in Vietnam and relevance of non-dietary exposure. *Science of the Total Environment*. 2020;732:139326.

Wu C, Li J, Xia W, Li Y, Zhang B, Zhou A, et al. The association of repeated measurements of prenatal exposure to triclosan with fetal and early-childhood growth. *Environment international*. 2018;120:54-62.

Wu Y, Beland FA, Fang J-L. Effect of triclosan, triclocarban, 2, 2', 4, 4'-tetrabromodiphenyl ether, and bisphenol A on the iodide uptake, thyroid peroxidase activity, and expression of genes involved in thyroid hormone synthesis. *Toxicology in Vitro*. 2016;32:310-9.

Wu X, Liu P, Huang H, Gao S. Adsorption of triclosan onto different aged polypropylene microplastics: critical effect of cations. *Science of the Total Environment*. 2020;717:137033.