

Uso de las nuevas tecnologías en la creación de sistemas alimentarios sostenibles para garantizar la seguridad alimentaria mundial

Utilization of new technologies in the creation of sustainable food systems to ensure global food security

Demi Lima Machado

(Universidad de El Salvador, El Salvador)

 <https://orcid.org/0009-0007-6783-2652>

Correspondencia: marilynlm2004@gmail.com

Suanny Hernández Cornejo

(Universidad de El Salvador, El Salvador)

 <https://orcid.org/0009-0005-3095-4002>

Correspondencia: suanny.marisleysis04@gmail.com



USO DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA CREACIÓN DE SISTEMAS ALIMENTARIOS SOSTENIBLES PARA GARANTIZAR LA SEGURIDAD ALIMENTARIA MUNDIAL

Demi Lima Machado

Suanny Hernández Cornejo

RESUMEN

En la actualidad, uno de los problemas más graves que aqueja a la sociedad internacional es la crisis climática y la inminente carencia de alimentos, lo que repercute en la esfera socioeconómica dada la exorbitante alza de precios que limita el acceso de las personas a la canasta básica, vulnerando su derecho a una vida digna y a una alimentación adecuada. En relación a ello, la Agenda 2030 aborda estas problemáticas a través de diversos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), estando estos interrelacionados, como los ODS 1, 2, 6, 12, 13 y 15. La crisis sanitaria por COVID-19 también agudizó los obstáculos en materia de seguridad alimentaria, especialmente en las áreas más vulnerables, las cuales también están siendo gravemente afectadas por los eventos climatológicos extremos que perjudican el sector económico primario del cual las comunidades en condiciones de vulnerabilidad subsisten. Ante esto, la comunidad internacional ha llevado a cabo diversas iniciativas con enfoque en la erradicación o, en su defecto, disminución de la inseguridad alimentaria y la promoción de una nutrición adecuada. Sin embargo, frente a una era tecnológica, se vuelve necesaria la incorporación de las nuevas tecnologías en la creación de sistemas alimentarios sostenibles que garanticen la seguridad alimentaria global.

PALABRAS CLAVE: crisis climática - seguridad alimentaria - tecnología - sistemas alimentarios - agricultura

UTILIZATION OF NEW TECHNOLOGIES IN THE CREATION OF SUSTAINABLE FOOD SYSTEMS TO ENSURE GLOBAL FOOD SECURITY

Demi Lima Machado

Suanny Hernández Cornejo

ABSTRACT

At present, one of the most serious problems afflicting international society is the climate crisis and the imminent lack of food, which has an impact on the socio-economic sphere given the exorbitant rise in prices that limits people's access to the basic basket, violating their right to a decent life and adequate food. In this regard, the 2030 Agenda addresses these issues through various Sustainable Development Goals (SDGs), which are interrelated, such as SDGs 1, 2, 6, 12, 13 and 15. The health crisis caused by COVID-19 also exacerbated the obstacles to food security, especially in the most vulnerable areas, which are also being severely affected by extreme weather events that harm the primary economic sector from which vulnerable communities subsist. In response to this, the international community has undertaken several initiatives focused on eradicating or reducing food insecurity and promoting adequate nutrition. However, in the face of a technological era, it is necessary to incorporate new technologies in the creation of sustainable food systems that guarantee global food security.

KEYWORDS: Climate crisis - food security - technology - food systems - agriculture

Uso de las nuevas tecnologías en la creación de sistemas alimentarios sostenibles para garantizar la seguridad alimentaria mundial

Demi Lima Machado¹
Suanny Hernández Cornejo²
El Salvador

I. Agenda 2030 y Objetivos de Desarrollo Sostenible en relación con la crisis climática y seguridad alimentaria

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible es una iniciativa resultante de un proceso histórico a nivel global que culminó en septiembre de 2015, momento en el que más de 150 líderes mundiales se reunieron en la Cumbre de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible, realizada en Nueva York,

- 1 Estudiante de quinto año de la Licenciatura en Relaciones Internacionales en la Universidad de El Salvador. con experiencia en Modelos de Naciones Unidas (rol de delegada, vicepresidenta de mesa directiva y miembro de Comisión de Observadores) y Modelo de la Asamblea General de la Organización de los Estados Americanos (MOEA, rol de delegada), y facilitación de talleres sobre Habilidades Prácticas para Modelos de Naciones Unidas y ponencias en conversatorios universitarios. Con estudios relacionados a los derechos humanos y redacción diplomática.
- 2 Estudiante de quinto año de la Licenciatura en Relaciones Internacionales y representante estudiantil en la Universidad de El Salvador. Con experiencia en Modelos de las Naciones Unidas (rol de presidenta de mesa directiva, delegada y observadora) y Modelo de la Asamblea General de la Organización de los Estados Americanos (MOEA) (delegada), facilitadora de talleres sobre Habilidades Prácticas para Modelos de Naciones Unidas, defensora de los Derechos Humanos, especialmente Mujeres, niñez y población LGBTIQ y miembro del Hub de Finanzas Sostenibles de El Salvador. Con estudios especializados en Derechos Humanos, Finanzas Sostenibles y Agenda 2030.



donde adoptaron formalmente este marco ambicioso de acción integral que pretendía “encontrar nuevas formas de mejorar la vida de las personas del mundo, erradicar la pobreza, promover la prosperidad y el bienestar para todos, proteger el medio ambiente y luchar contra el cambio climático”,³ a través de 17 objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con 169 metas comunes que son acuerpadas en la Conferencia de París sobre el Cambio Climático dos meses después, donde se firmó el Acuerdo de París.

Anterior a la Agenda 2030, ya se habían realizado grandes esfuerzos para lograr la sostenibilidad de los sistemas actuales sin comprometer el futuro, premisa propuesta en el *Informe Brundtland: nuestro futuro común* de 1987, en el que se ve necesario un cambio en los modos de producción para poder “satisfacer las necesidades y las aspiraciones del presente sin comprometer la facultad de continuar haciéndolo en el futuro”.⁴ Los ocho Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) establecidos en el año 2000 buscaban abordar problemas globales como la pobreza extrema, falta de acceso a la salud y a la educación básica; sin embargo, a medida se acercaba la fecha límite de estos objetivos, acordada en 2015, más quedaba en claro que faltaba mucho por hacer para lograr el desarrollo sostenible y equitativo en todo el mundo.

De esta manera, se vuelve imperante la realización de nuevas negociaciones para desarrollar un nuevo marco más ambicioso y que abarque una gama más amplia de desafíos, incluyendo la pobreza, la desigualdad, el cambio climático, equidad de género, la degradación ambiental y la promoción de la paz y justicia. Dichas negociaciones concluyeron con la adopción de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, donde la base de dichos objetivos son los logros y lecciones aprendidas de los ODM, pero yendo más allá al

3 “Cumbre de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, 25 a 27 de septiembre de 2015, Nueva York”, Naciones Unidas, acceso el 1 de marzo de 2024, <https://www.un.org/es/conferences/environment/newyork2015>

4 Asamblea General de las Naciones Unidas, *Informe de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y el Desarrollo: nuestro futuro común* (Ginebra, Naciones Unidas, 1987), 55. https://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LLECTURE_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf

integrar aspectos ambientales, económicos y sociales en un marco más integral y holístico, a través de la interconexión de estos desafíos globales y la necesidad de ser abordados de manera cooperativa.

Actualmente, los Estados se encuentran en la recta final para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), donde la pobreza, el respeto al medio ambiente y el progreso inclusivo se presentan como los grandes desafíos a superar. La pandemia por COVID-19 dejó en evidencia las falencias que los Estados han tenido para satisfacer las necesidades de sus poblaciones, significando la necesidad de un esfuerzo doble si se quieren alcanzar las metas propuestas para 2030.

En este sentido, la crisis climática se presenta como una de las mayores amenazas actuales. El aumento de las temperaturas, los fenómenos meteorológicos extremos y la acidificación de los océanos están impactando negativamente en los sistemas naturales y agrícolas, afectando en gran medida la garantía de la seguridad alimentaria, especialmente en comunidades donde la agricultura es una fuente importante de subsistencia.

Entonces, la seguridad alimentaria responde al derecho de todas las personas a tener acceso a alimentos nutritivos, una alimentación apropiada y al derecho fundamental de cada persona a no padecer hambre. Por ende, la seguridad alimentaria *“a nivel de individuo, hogar, nación y global, se consigue cuando todas las personas, en todo momento, tienen acceso físico y económico a suficiente alimento, seguro y nutritivo, para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias, con el objeto de llevar una vida activa y sana”*,⁵ según lo establecido en la Cumbre Mundial de Alimentación (CMA) de 1996 de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

5 Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, *Seguridad Alimentaria y Nutricional: conceptos básicos*, 3ª ed. (Honduras: Programa Especial para la Seguridad Alimentaria, 2011), 2. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/at772s>

Dicha seguridad alimentaria se ve amenazada por la variabilidad climática y los eventos climáticos extremos (inundaciones, sequías, tormentas, entre otros) que destruyen cosechas, dañan la infraestructura agrícola y afectan la disponibilidad de agua dulce, llevando a la escasez de alimentos, aumento de precios y, en consecuencia, a la inseguridad alimentaria. La crisis fitosanitaria de 2020 profundizó la crisis alimentaria mundial, aumentando el hambre hasta en un 20 % en 2020, siendo más de 780 millones de personas las que aún padecen hambre en 2023, mientras un tercio de los alimentos producidos a nivel mundial se desperdician y miles de personas no tienen acceso a dietas saludables.⁶

Ante esta situación, los sistemas alimentarios adoptados por la mayoría de los países no cumplen con los estándares de derechos humanos sobre el derecho a la alimentación, abordados en los distintos ODS, siendo uno de estos, el ODS 1 “Fin de la pobreza”, ya que las altas tasas de pobreza influyen en el acceso a alimentos, afectando el crecimiento y desarrollo de las personas debido a la malnutrición, la cual es una de las causas principales de muerte infantil en el mundo. Además, dicho ODS debe ser visto bajo la óptica de la pobreza multidimensional, donde se deben abordar las causas subyacentes del hambre, como la pobreza, desigualdad y la degradación ambiental.

El ODS 2 “Hambre Cero”, en su meta 2.1 y 2.2, resalta la importancia del acceso de todas las personas a una alimentación nutritiva y busca garantizar el acceso universal a alimentos nutritivos y suficientes, promover prácticas agrícolas sostenibles, mejorar la infraestructura rural y fortalecer la resiliencia de las comunidades agrícolas, como medidas para lograr la seguridad alimentaria. Dichos esfuerzos en conjunto permitirán el cumplimiento del ODS 12 “Producción y Consumo Sostenibles” y de la meta 2.4 del ODS 2, llevando a la creación de sistemas alimentarios sostenibles, inclusivos y resilientes que garanticen la seguridad alimentaria mundial.

6 Naciones Unidas, “El hambre afecta a uno de cada diez en el mundo, según un informe de la ONU”, *Noticias ONU* (12 de julio de 2023), <https://news.un.org/en/story/2023/07/1138612>

Además, en el ODS 6 “Agua Limpia y Saneamiento” se plantea que el agua dulce es fundamental para la producción de alimentos y el bienestar humano, por lo que el acceso equitativo y el saneamiento adecuado de esta es esencial para garantizar la seguridad alimentaria y combatir la pobreza, a través de la gestión sostenible de los recursos hídricos y la mejora de la eficiencia en su uso. De manera conjunta, el ODS 15 “Vida de Ecosistemas Terrestres” centra los esfuerzos en la protección, restauración y uso sostenible de los ecosistemas terrestres, pues estos proporcionan servicios vitales para la agricultura, como la polinización y la regulación del clima, y que son necesarios para lograr la resiliencia de los sistemas alimentarios.

De manera paralela, los efectos del cambio climático ponen en riesgo la subsistencia de las sociedades actuales. Según lo indica el sexto informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) de mayo de 2022, si la temperatura supera los 1.5° C, la producción de alimentos se verá gravemente afectada.⁷ Además, un tercio de las emisiones de gases de efecto invernadero provienen de la producción, envasado y consumo de alimentos, provocando el 80 % de la pérdida de la biodiversidad y utilizando alrededor del 70 % del agua dulce.⁸ Por lo que el ODS 13 “Acción por el Clima” busca la implementación de medidas urgentes para combatir dicho cambio climático y sus impactos.

Dicha situación es motivo de diversos esfuerzos en conjunto por parte de organismos, Estados, el sector privado y la sociedad civil para abordar la crisis climática y alimentaria, a través del intercambio de conocimientos y tecnologías, en la búsqueda de nuevos sistemas alimentarios sostenibles que retomen las buenas prácticas de pueblos originarios y garanticen la inclusión de

7 Intergovernmental Panel on Climate Change, *Summary for Policymakers*. Climate Change 2023: Synthesis Report (Ginebra: IPCC, 2023), 6. https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf

8 “Secretary-General’s Chair Summary and Statement of Action on the UN Food Systems Summit”, Naciones Unidas, acceso el 3 de marzo de 2024, <https://www.un.org/en/food-systems-summit/news/making-food-systems-work-people-planet-and-prosperity>

las mujeres y jóvenes para transformar los sistemas actuales en unos basados en el enfoque multidimensional de la sostenibilidad, abordado en la Agenda 2030.

II. Crisis climática y seguridad alimentaria

A pesar de los múltiples esfuerzos globales para erradicar el cambio climático, este sigue siendo un problema latente cuyos daños se profundizan cada vez más. Dentro de los factores que más inciden en la crisis climática están las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), las cuales, pese a los intentos por disminuirlas y logrando un pequeño avance en el 2020 a causa de la crisis sanitaria por COVID-19 y la irrupción de muchas actividades industriales, actualmente siguen siendo un punto de especial interés dentro de la agenda climática.⁹

La concentración de gases de efecto invernadero aumenta y, con ello, la temperatura global, provocando fenómenos como los planteados por Naciones Unidas: *“la degradación ambiental, los desastres naturales, las condiciones meteorológicas extremas, la inseguridad alimentaria e hídrica, la disrupción económica, el aumento del nivel del mar, deshielo del Ártico, mueren los arrecifes de coral, se acidifican los océanos y arden los bosques”*.¹⁰

Según la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), la degradación ambiental ha conducido a la pérdida de la biodiversidad. Para 2020, aproximadamente 100,000 especies se han visto amenazadas y, dentro de ellas, 25,000 se encuentran en peligro de extinción, debido a la pérdida de hábitat y sobreexplotación de la flora y fauna a causa de actividades humanas como la caza, la pesca y la tala de árboles. Muestra de lo anterior es la pérdida de bosques y selva tropical en

9 “¿Cuál es el estado actual del cambio climático en el mundo?”, Pacto Mundial - Red Española, acceso el 4 de marzo de 2024, <https://www.pactomundial.org/noticia/cual-es-el-estado-actual-del-cambio-climatico-en-el-mundo/>

10 “La crisis climática - una carrera que podemos ganar”, Naciones Unidas, acceso el 27 de marzo de 2024, <https://www.un.org/es/un75/climate-crisis-race-we-can-win>

Indonesia y los altos niveles de deforestación en la región amazónica, una de las principales selvas tropicales del mundo.¹¹

Por otro lado, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) comparó el año 2023 con los años más cálidos registrados anteriormente, 2016 y 2020, pudiendo comprobarse una diferencia radical. Las condiciones meteorológicas extremas conllevaron a que en 2023 se alcanzara un récord climático, considerándose el año más cálido registrado en la historia; sin embargo, se prevé que “*el efecto de calentamiento del actual episodio de El Niño, intensifique todavía más el calor en 2024*”.¹² Las temperaturas cada vez más altas han significado el derretimiento y reducción de la criósfera y el aumento del nivel del mar.

Las emisiones de CO₂ son absorbidas por el mar, aproximadamente en un 25 % o 30 % de la totalidad que se despliega hacia la atmósfera, lo que ha provocado la acidificación de los océanos en un 28 % más que antes,¹³ menoscabando la vida marina y disminución de los recursos marinos existentes. Esto es perjudicial en los ecosistemas marinos, ya que los cambios en la acidez y química de los océanos es casi irreversible dado que, incluso si cesaran las emisiones de CO₂, los océanos tardarían años en volver a su composición natural.

En los últimos años, el cambio climático y las radicales condiciones climáticas han generado el aumento de eventos climatológicos, geofísicos, hídricos y meteorológicos extremos como incendios, inundaciones, huracanes, tormentas, entre otros; permitiendo que en 2022 se alcanzara una cifra de 421 eventos, según el portal de datos y estadísticas alemán *Statista*. El año 2023 no fue la excepción; en verano, una de las regiones más asoladas por los incendios fue el Mediterráneo; España experimentó un total de 87 incendios forestales,

11 4 gráficos que muestran la “alarmante” degradación de la biodiversidad del planeta”, *BBC News Mundo* (6 de mayo de 2019), <https://www.bbc.com/mundo/noticias-48176057>

12 “Los récords climáticos se han sucedido en 2023 y han conllevado graves consecuencias”, *Organización Meteorológica Mundial* (30 de noviembre de 2023), <https://wmo.int/es/news/media-centre/los-records-climaticos-se-han-sucedido-en-2023-y-han-conllevado-graves-consecuencias>

13 Alejandra Borunda, “¿Qué es la acidificación de los océanos y por qué se produce?”, *National Geographic* (24 de mayo de 2022), <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/que-es-la-acidificacion-de-los-oceanos-y-por-que-se-produce>

seguido de Grecia, Hawái y Canadá. Las altas temperaturas también han provocado sequías en zonas importantes como el Amazonas, cuya característica principal, y por la cual alberga una gran cantidad de fauna, siempre ha sido la humedad, pero que ahora se ha visto aquejada por la situación climática.¹⁴

Lo anterior revela la proyección del cambio climático a nivel mundial para los próximos años, y se constata el alcance socioeconómico que posee en cuanto a seguridad alimentaria y el agravamiento de la brecha de desigualdad en la arena internacional. El rendimiento de los cultivos se ha reducido debido a las temperaturas extremas y fenómenos naturales como las sequías e inundaciones, lo que ha generado, a su vez, una disminución de los suministros alimenticios.

Análogamente, el agua se está agotando progresivamente, lo cual ha repercutido negativamente en la agricultura, actividad económica principal de los países de rentas bajas y medias, *“las sequías, inundaciones, incendios y tormentas afectan antes y en mayor medida a las comunidades más pobres y excluidas, provocando temporadas de cultivo impredecibles y malogrando cosechas y, con ello, induciendo un drástico aumento de los precios de los alimentos”*.¹⁵

La garantía de una seguridad alimentaria sostenible se vuelve cada vez más inalcanzable, producto de la alteración de los ecosistemas que amenaza la diversidad de las especies de cultivo y su rendimiento, así como la pérdida de cosechas, la escasez de alimentos, altos costos para el mantenimiento del ganado y, por consiguiente, el aumento de los precios. De acuerdo con el Banco Mundial y su última actualización de estadísticas en febrero de 2024, la inflación general de los precios de los alimentos superó el 62.9 %. Los precios de los productos de la canasta básica alimentaria han fluctuado en los primeros meses del 2024.

14 Constanza Vacas, “Terremotos, huracanes y volcanes: así fueron los desastres naturales de 2023”, *National Geographic* (28 de diciembre de 2023), https://www.nationalgeographic.com.es/medio-ambiente/terremotos-huracanes-volcanes-2023-desastres-naturales_21318

15 “La crisis climática, una crisis nada igualitaria”, Oxfam International, acceso el 28 de marzo de 2024, <https://www.oxfam.org/es/la-tesis-climatica-una-tesis-nada-igualitaria>

Según datos del Banco Mundial, los precios del maíz, el trigo y el arroz, aumentaron un 14 %, 3 % y 50 % respectivamente, en comparación al 2020.¹⁶

De manera teórica-técnica, la constante colisión entre los paradigmas antropocéntrico (el ser humano como el centro de todo) y biocéntrico (todos los organismos vivos tienen el mismo derecho a existir)¹⁷ es la que ha causado la crisis climática en la que el mundo se ve inmerso en la actualidad, siendo el ser humano el que se ha beneficiado a expensas del aprovechamiento y detrimento de los recursos naturales; sin embargo, este mismo aspecto ha sido el catalizador del cambio climático, la insostenibilidad de los recursos naturales y la inseguridad alimentaria global.

No obstante, es importante aclarar que la crisis climática es solamente una variable que ha contribuido a la escasez de alimentos e inseguridad alimentaria, a esta se le añaden otros factores latentes, especialmente en los últimos años, como los conflictos internacionales, entre ellos el conflicto entre Rusia y Ucrania y el conflicto desarrollado en la Franja de Gaza.¹⁸ La expansión de las vulnerabilidades sociales se acrecienta paulatinamente y, con ello, el incumplimiento de los derechos humanos, especialmente en los países de renta baja y media y zonas vulnerables.

La armonización entre las condiciones climáticas y soluciones en beneficio del sector primario se vuelve cada vez más compleja y cara. *“Si no se implementan soluciones, la disminución del rendimiento de los cultivos, especialmente en las regiones con mayor inseguridad alimentaria, empujará a más personas a la pobreza”*.¹⁹

16 “Actualización sobre la seguridad alimentaria”, Banco Mundial, acceso el 28 de marzo de 2024, <https://www.bancomundial.org/es/topic/agriculture/brief/food-security-update>

17 Luis Antonio Pozo-Suclupe et al., “Seguridad Alimentaria: una revisión crítica a partir del ODS 2”, *Revista de Filosofía*, n. 104 (2023): 486. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/filosofia/article/view/39728/44867>

18 “Actualización sobre la seguridad alimentaria”, Banco Mundial, acceso el 28 de marzo de 2024, <https://www.bancomundial.org/es/topic/agriculture/brief/food-security-update>

19 “Lo que debe saber sobre la seguridad alimentaria y el cambio climático”, *Banco Mundial* (17 de octubre de 2022), <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2022/10/17/what-you-need-to-know-about-food-security-and-climate-change>

III. Panorama actual de los sistemas alimentarios

Los sistemas alimentarios globales han sido influenciados por diversos factores que incluyen el cambio climático, avances tecnológicos, demografía, políticas gubernamentales, entre otros. Por ende, estos sistemas han enfrentado desafíos significativos que han dejado en evidencia la necesidad de transitar a modelos más sostenibles, equitativos y resilientes. Actualmente, los Estados no están encaminados a cumplir las metas planteadas en la Agenda 2030, pues solo el 15 % de los ODS se encuentran en un panorama favorable; y 30 % no ha visto avances o ha retrocedido.²⁰ El aumento de la inflación, la crisis por el costo de la vida, los desastres naturales, la triple crisis planetaria, los conflictos nacionales y regionales y la pandemia por COVID-19 han sido grandes obstáculos en el progreso del cumplimiento de los ODS para la fecha límite de 2030.

Estas situaciones trascienden fronteras y debilitan los sistemas alimentarios, los cuales a su vez desencadenan otras crisis como las geopolíticas, económicas, sociales y medioambientales; en 2022 padecieron de hambre entre 691 a 783 millones de personas, 122 millones más que en 2019, antes de la pandemia. Además, la desigualdad de recursos profundiza la crisis alimentaria, en donde África tiene alrededor del 20 % de su población en los niveles de hambruna, mucho más que otras regiones (8.5 % en Asia, 6.5 % en América Latina y el Caribe y 7 % en Oceanía).²¹ El último informe del Programa Mundial de Alimentos vislumbra que más de 43 millones de personas en 38 países corren el riesgo de verse inmerso en una crisis alimentaria, siendo los países más preocupantes Etiopía, Nigeria, Yemen, Afganistán y Sudán del Sur,

20 Organización de las Naciones Unidas, *Making food systems work for people and planet. UN Food Systems Summit +2 Report of the Secretary-General* (Italia: Naciones Unidas, 2023), 2. <https://www.unfoodsystemshub.org/docs/unfoodsystemslibraries/stocktaking-moment/un-secretary-general/unfss2-secretary-general-report.pdf>

21 Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura et al., *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2023. Urbanización, transformación de los sistemas agroalimentarios y dietas saludables a lo largo del continuo rural-urbano. Versión resumida* (Roma: Naciones Unidas, 2023), 2. <http://doi.org/10.4060/cc6550es>

con los niveles más altos de hambre,²² donde las crisis climáticas y la violencia resaltan como factores relevantes. En consecuencia, se tiene previsto que para 2030, 600 millones de personas padecerán de hambre, 119 millones más que si no hubiera ocurrido la guerra de Ucrania y la pandemia fitosanitaria,²³ lo que deja en evidencia que, a pesar de los avances en la producción de alimentos, los conflictos armados, crisis económicas, desigualdad y los desastres naturales siguen exacerbando la falta de acceso a los alimentos nutritivos y suficientes.

Por consiguiente, es menester incluir el enfoque de la interseccionalidad en la inseguridad alimentaria, siendo más fuerte el impacto en mujeres y en habitantes de zonas rurales:

*“En 2022, la inseguridad alimentaria moderada o grave afectó al 33.3 % de los adultos que vivían en zonas rurales, frente al 28.8 % de los que vivían en zonas periurbanas y el 26.0 % de los que vivían en zonas urbanas. El 27.8% de las mujeres adultas padecieron inseguridad alimentaria moderada o grave, frente a un 25.4 % de los hombres”.*²⁴

Estos sistemas alimentarios actuales siguen perpetuando la desigualdad y la exclusión a través de un acceso desigual a recursos y oportunidades en toda la cadena alimentaria. No se puede dejar a un lado que la seguridad alimentaria no solo abarca el acceso a suficientes alimentos, sino también, que estos sean nutritivos y parte de dietas saludables, las cuales han aumentado su costo en todo el mundo, llegando a \$3.66 por persona y por día, un 4.3% más en 2021 con respecto al 2020 y 6.7% más a los niveles antes de la pandemia, coincidiendo muchas veces en el descenso de los ingresos debido a esta.

Aunado a esto, *“en 2022, en todo el mundo, 148.1 millones de niños y niñas menores de cinco años (22,3 %) padecían retraso del crecimiento, 45 millones*

22 “Los países con más hambre del mundo”, Acción Contra el Hambre, acceso el 15 de marzo de 2024, <https://www.accioncontraelhambre.org/es/los-paises-con-mas-hambre-del-mundo>

23 Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura et al., *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo*, 2.

24 Ibid.

(6,8 %) sufrían de emaciación y 37 millones (5,6 %) tenían sobrepeso”,²⁵ análisis que permite identificar los grupos en situación de vulnerabilidad debido a la malnutrición, lo cual genera impactos negativos en la educación, la salud, el género y la economía.

Por otro lado, el aumento global de la urbanización trajo consigo grandes desafíos relacionados a la producción, distribución y consumo de alimentos, pues supone un aumento en la demanda de alimentos; genera mayor presión en los sistemas alimentarios para satisfacer las necesidades de las poblaciones en expansión; lleva a cambios en los patrones de consumo, hábitos de compra, preferencias de alimentos, diversificación; alarga las cadenas de suministros y crea nuevos desafíos en la distribución de los alimentos. Asimismo, provoca un agotamiento de las tierras agrícolas que, al ser utilizadas para expandir las ciudades, genera problemas en el acceso a recursos naturales y aumenta la competitividad por el uso del suelo.

Esta expansión de las zonas urbanas genera un aumento de compras en supermercados, predominando la venta de alimentos hipercalóricos con mínimos valores nutricionales en América Latina y el Caribe, influyendo en los niveles de sobrepeso y obesidad. Esta transición alimentaria también se da en zonas rurales, pasando de dietas basadas en productos propios a alimentos comprados en mercados:

*“En África austral y oriental, los estudios muestran que los hogares rurales compran el 44 % (expresado en valor) de los alimentos que consumen. Un estudio realizado en Bangladesh, Indonesia, Nepal y Vietnam muestra que los hogares rurales compran una proporción aún mayor de sus alimentos: el 73 % (expresado en valor)”.*²⁶

25 Ibid., 20.

26 Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura et al., *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2023. Urbanización, transformación de los sistemas agroalimentarios y dietas saludables a lo largo del continuo rural-urbano* (Roma: Naciones Unidas, 2023), 62. <https://doi.org/10.4060/cc3017es>

Por ende, si bien la urbanización acerca los productos a las áreas rurales, no están influyendo positivamente en el acceso a dietas nutricionales para las personas, no se cuentan con verdaderas ventajas puesto que se tienen altos niveles de consumo en productos poco nutritivos y saludables.

De igual manera, la globalización de las cadenas de suministro es clave para la seguridad alimentaria, al estar expuesta a diversos factores de riesgo tanto de contaminación en cualquiera de las etapas de esta (producción, distribución y consumo), ya sea por microorganismos patógenos, toxinas o sustancias químicas.²⁷ Además, estas cadenas al ser tan largas y complejas están expuestas a interrupciones ya sea por factores climáticos, conflictos, crisis sanitarias u otras, que pueden afectar el acceso de alimentos esenciales a las comunidades, reflejando poca resiliencia en estas. Aunado a lo anterior, las cadenas de suministro generan pérdidas y desperdicios generados por falta de infraestructura para almacenamiento, sobreproducción, estrictos estándares de calidad, entre otros; y que tienen incidencia en el sistema alimentario al reducir la disponibilidad de alimentos.

Por último, en muchas ocasiones las cadenas de suministro alimentario se concentran en pocos actores, lo que puede dar lugar a prácticas de comercio injustas, generando relaciones comerciales desiguales, afectando principalmente al *sur global*. El tema de subsidios agrícolas de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) generan daños a los pequeños agricultores de alrededor de 365 millones de dólares anuales,²⁸ esto vislumbra una cruda realidad donde la distribución es altamente desigual, beneficiando a sectores ricos mientras desfavorece a los sectores más empobrecidos para poder satisfacer sus necesidades nutricionales.

27 “Desafíos de seguridad en la cadena de suministro de alimentos: soluciones innovadoras”, *The Food Tech* (23 de diciembre de 2023), <https://thefoodtech.com/seguridad-alimentaria/desafios-de-seguridad-en-la-cadena-de-suministro-de-alimentos-soluciones-innovadoras>

28 Martin Calisto Friant, “Comercio justo, seguridad alimentaria y globalización: construyendo sistemas alimentarios alternativos”, *Iconos: Revista de Ciencias Sociales*, n. 55 (2016): 215-240. <https://doi.org/10.17141/iconos.55.2016.1959>

Todos estos factores generan impactos negativos en el medio ambiente, especialmente por la agricultura industrial, puesto que el uso de técnicas insostenibles de monocultivos a gran escala, maquinaria pesada, pesticidas y fertilizantes químicos han llevado a altos niveles de acidificación, salinización y erosión del suelo, significando un gran problema sistémico en la producción de alimentos.

De igual manera, la producción agrícola agota las fuentes de agua, deforestan, reducen la biodiversidad y agrobiodiversidad del planeta, afectando directamente a la seguridad alimentaria. La agricultura es la responsable del 35 % de los gases de efecto invernadero y es uno de los sectores económicos más afectados por sus impactos.²⁹ Esto pone un peligro en la construcción de sistemas alimentarios resilientes, equitativos y sostenibles si no se da un cambio en todas las áreas mencionadas.

IV. Esfuerzos multidimensionales para combatir los desafíos de la seguridad alimentaria

El acceso a una alimentación adecuada es una garantía fundamental que debe ser estrictamente asegurada y protegida. En este sentido, la Declaración Universal de los Derechos Humanos, en su artículo 25, establece que todos los individuos y sus familias tienen derecho a un nivel de vida apropiado que vele por su salud, bienestar y, en especial, la alimentación. La seguridad alimentaria es un pilar en la vida del ser humano, ya que *“el derecho a una alimentación adecuada está inseparablemente vinculado a la dignidad inherente de la persona humana y es indispensable para el disfrute de otros derechos humanos”*.³⁰

29 Ibid.

30 Comisión Presidencial Coordinadora de la Política del Ejecutivo en Materia de Derechos Humanos, *Derecho Humano a la alimentación y a la seguridad alimentaria* (Ciudad de Guatemala: COPREDEH, 2011). <https://www.corteidh.or.cr/tablas/r29521.pdf>

A nivel internacional, con base en el principio de justicia y equidad social, se han realizado múltiples esfuerzos en materia de seguridad alimentaria, abarcándola desde diversas aristas como el derecho internacional, cooperación internacional, nuevas tecnologías, organizaciones internacionales y la gestión y ejecución de programas y proyectos. El primer esfuerzo se dio en 1996, durante la Cumbre Mundial de la Alimentación en Roma, Italia, la cual culminó con la adopción de la Declaración de Roma sobre la Seguridad Alimentaria, un compromiso multilateral para desplegar esfuerzos en favor de la seguridad alimentaria, y el Plan de Acción de la Cumbre Mundial de la Alimentación, que contenía compromisos que trazaban mecanismos específicos para enfrentar el hambre a nivel mundial, como la formulación de políticas para que el plan se adoptara nacional e internacionalmente.³¹

Asimismo, como una vertiente de la Organización de las Naciones Unidas, se encuentra el Comité de Seguridad Alimentaria (CSA), creado en 1974 y modificado por última vez en 2009, el cual es el principal foro internacional e intergubernamental enfocado en realizar actividades conjuntas para erradicar la pobreza y asegurar una nutrición adecuada y seguridad alimentaria a todas las personas, a través de la recomendación para la adopción de políticas relativas a este tema.³²

Recientemente, del 23 al 27 de octubre y el 25 de noviembre de 2023, en Roma, Italia, se desarrolló el 51° período de sesiones plenarios del CSA, titulado: *Marcar la diferencia en la seguridad alimentaria y la nutrición; el cual culminó con la aprobación de dos acuerdos trascendentales: las Directrices voluntarias del CSA sobre la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres y las niñas en el contexto de la seguridad alimentaria y la nutrición; y las Recomendaciones del CSA sobre políticas para fomentar la recopilación y el uso de datos relativos a la seguridad alimentaria y la nutrición,*

31 Organización de las Naciones Unidas, *Declaración de Roma sobre la Seguridad Alimentaria y Plan de Acción de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación* (Roma: Naciones Unidas, 1996). <https://www.fao.org/3/bn210s/bn210s.pdf>

32 “Acerca del CSA”, Comité de Seguridad Alimentaria, acceso el 28 de marzo de 2024, <https://www.fao.org/cfs/es/>

así como reforzar los instrumentos de análisis conexos, a fin de mejorar la adopción de decisiones en apoyo de la realización progresiva del derecho a una alimentación adecuada en el contexto de la seguridad alimentaria nacional.³³ Además, motivados por el ODS 2, el CSA aprobó el nuevo Programa de trabajo plurianual para 2024-27, en el que se profundiza y extiende el marco de apoyo para el cumplimiento del derecho a una alimentación adecuada.³⁴ Lo anterior indica lo trascendental de la creación del CSA respecto a la seguridad alimentaria, ya que es la única plataforma que ha permitido la incorporación y apertura a una gran cantidad de voces a nivel mundial que comparten sus conocimientos prácticos y especializados sobre la alimentación y la agricultura, proporcionando una amplia visión sobre cómo combatir la inseguridad alimentaria y la hambruna en el mundo.

Dentro de los programas y proyectos vigentes y trascendentales para combatir la crisis alimentaria, especialmente en las áreas geográficas más vulnerables, se encuentra el *Programa de Resiliencia Rural (2RP)*, impulsado por el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA). Este se centra en la financiación y dotación de recursos a los pequeños productores con el fin de que puedan utilizarlos según las condiciones climáticas y las necesidades de su comunidad y tierras, ampliando así las iniciativas de las tres Convenciones de Río en sus objetivos comunes.³⁵

Con el fin de impulsar el progreso en materia de nutrición, se ha creado la iniciativa *Fomento de la Nutrición* (SUN, por sus siglas en inglés) y la *Alianza Mundial para la Mejora de la Nutrición*. La primera “es una iniciativa mundial integrada por 54 países que tiene el propósito de mejorar la nutrición”;³⁶ en esencia, reúne a cuatro sectores importantes: sociedad civil, sector empresarial, donantes

33 Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, *Informe del 51.º período de sesiones del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial* (Roma: FAO, 2023). <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/nn740es>

34 Ibid.

35 “Programa de Resiliencia Rural”, Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola, acceso el 28 de marzo de 2024, <https://www.ifad.org/es/rural-resilience-programme>

36 “Fomento de la Nutrición (SUN)”, Organismo Internacional de la Energía Atómica, acceso el 28 de marzo de 2024, <https://www.iaea.org/es/el-oiea/fomento-de-la-nutricion-sun>

y el sistema de las Naciones Unidas (Comité Permanente de Nutrición del Sistema de las Naciones Unidas y las Iniciativas Renovadas contra el Hambre y la Desnutrición Infantiles), para aumentar los recursos y alinear las políticas implementadas nacionalmente a las mismas directrices.³⁷

Por otro lado, el objetivo de la Alianza Mundial para la Mejora de la Nutrición es *“contribuir a mejorar la seguridad alimentaria y la nutrición aumentando la disponibilidad y asequibilidad de alimentos nutritivos para todos mediante la participación de pequeñas y medianas empresas en los países en vías de desarrollo”*,³⁸ estando íntimamente relacionado con el cumplimiento del ODS 2. Esta coalición también ha implementado la tecnología dentro de sus iniciativas, ya que creó como herramienta de política alimentaria el *tablero de los sistemas alimentarios*, dirigido especialmente a los tomadores de decisión de cada país, para tener un mayor control sobre estos sistemas, prever desmejoras y tomar acción sobre los retrocesos.

En lo que respecta a las iniciativas tecnológicas para hacer frente a la inseguridad alimentaria, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en conjunto con otros organismos internacionales, ha creado diversas plataformas digitales que permiten mantener el fácil acceso a datos e información y así monitorear los precios de los alimentos, brindar una alerta temprana sobre índices alimentarios negativos, ejecutar tecnologías innovadoras en la agricultura y permitir el intercambio de buenas prácticas y conocimientos en lo que respecta a la producción y distribución para garantizar la seguridad alimentaria. Algunas de estas plataformas son: el Sistema de Información de Precios Agrícolas (AMIS), la Plataforma Global de Tecnología Agrícola (GAT) y la Plataforma Global para la Reducción de Pérdidas y Desperdicio de Alimentos.

37 Ibid.

38 “Alianza Mundial para la Mejora de la Nutrición (GAIN)”, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, acceso el 28 de marzo de 2024, <https://www.fao.org/connect-private-sector/search/detail/es/c/1394569>

V. Aprovechamiento de las nuevas tecnologías en la seguridad alimentaria y la creación de sistemas alimentarios sostenibles

Frente a los desafíos provocados por la crisis climática, los conflictos internacionales, los cambios en las dinámicas de producción de alimentos y sus profundas repercusiones sobre la seguridad alimentaria mundial, las nuevas tecnologías se vuelven una herramienta esencial para transformar los sistemas alimentarios en el marco de la recta final de la Agenda 2030 y la cuarta Revolución industrial en la que el mundo se encuentra inmerso actualmente. Es un hecho que la incorporación de la tecnología, en todos los ámbitos, puede agudizar la brecha digital en términos nacionales e internacionales, sin embargo, con el enfoque correcto, esta se puede reducir.

Para ello, es importante el intercambio de conocimientos, experiencias y buenas prácticas, con el objetivo de que todos los Estados conozcan diferentes herramientas que favorezcan al medio ambiente, la agricultura y la producción de alimentos. La agricultura vertical, también llamada agricultura urbana, se puede definir como *“la práctica de producir alimentos en capas apiladas verticalmente. Estas «granjas» maximizan el espacio utilizando invernaderos o estructuras cerradas y bajo ambiente controlado”*.³⁹ Es una alternativa basada en la tecnología que permite optimizar el espacio de los invernaderos o de cualquier estructura reducida como terrazas y patios, independientemente del clima, ya que reduce considerablemente la cantidad de agua a utilizar y, con la utilización de luces LED, se define manualmente la luz que se le provee a los cultivos, favoreciendo la seguridad hídrica.

39 “Agricultura vertical: una gran opción para la agricultura del futuro”, Berger, acceso el 28 de marzo de 2024, <https://www.berger.ca/es/recursos-para-los-productores/tips-y-consejos-practicos/agricultura-vertical-una-gran-opcion-para-la-agricultura-del-futuro/>

La aplicación correcta de este mecanismo en las zonas geográficas más vulnerables permitiría a las personas que no poseen tierras, aprovechar incluso un espacio reducido para cultivar y reducir así el costo de su mantenimiento, lo cual, a su vez, promueve la bioeconomía circular. Asimismo, la interrelación entre la biotecnología y los alimentos transgénicos podría ser de beneficio para las comunidades donde la inseguridad alimentaria es un factor latente. La biotecnología, según la Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (FUSADES), es un tipo de tecnología que fusiona técnicas, procesos y métodos usados por los organismos vivos, con el fin de producir o perfeccionar los procesos de importancia para el ser humano. Por otro lado, los alimentos transgénicos son los que han sufrido modificaciones a través de métodos de la ingeniería genética.

La extensión en la cantidad de comunidades que aplica la biotecnología en los cultivos permitiría a los pequeños agricultores incrementar la productividad agrícola, puesto que los cultivos transgénicos son más resistentes a las plagas, enfermedades y los climas extremos, lo cual disminuye el costo del mantenimiento y cuidado de los cultivos, y aumenta las ganancias para los agricultores.

Por otro lado, la tecnología *blockchain* brinda una amplia gama de maneras de fortalecer la seguridad alimentaria a través de mejoras en la transparencia, eficiencia y trazabilidad de las cadenas de suministro alimentario, gracias a que el *blockchain* posibilita almacenar datos de manera segura y descentralizada. En ese sentido, los datos que se incluyen en estas cadenas pueden compartirse pero no alterarse, esto garantiza un sistema con más seguridad y transparencia mejorando las operaciones de envíos y logística, la autenticación de productos desde su origen y el retiro de productos potencialmente peligrosos, puesto que alrededor de 650 millones de personas se enferman debido a alimentos infectados y 420 mil al año mueren por intoxicación.⁴⁰ Mediante el registro de

40 Guillermina García, "Blockchain, seguridad y transparencia en la cadena de suministro", *The Food Tech* (18 de agosto de 2022), <https://thefoodtech.com/seguridad-alimentaria/blockchain-seguridad-y-transparencia-en-la-cadena-de-suministro-2/>

información detallada sobre cada producto como ubicación, condiciones de cultivo, métodos de procesamiento, medios de transporte y certificaciones de calidad, los consumidores finales tienen garantías de la calidad del producto que están comprando.

En el tema de trazabilidad, *blockchain* tiene la capacidad de proporcionar un mayor control de los movimientos de los alimentos a lo largo de cada etapa, desde el origen hasta el destino final, identificando de manera más rápida si hay productos alterados para poder retirarlos. Esto resulta muy beneficioso en las cadenas de frío, ya que son productos perecederos, como carnes, lácteos y productos agrícolas frescos; con la tecnología *blockchain* se obtiene visibilidad en tiempo real de la temperatura y humedad dentro de la cadena de suministros.

En la búsqueda de prácticas comerciales más justas, el *blockchain* proporciona mayor transparencia y visibilidad en las transacciones comerciales, lo que contribuye a disminuir prácticas poco leales como el fraude, el abuso de poder y explotación laboral; esto mejora las relaciones comerciales tanto para los productores agrícolas como a los consumidores, logrando así transformar las prácticas comerciales dentro de las cadenas de suministro en un ejercicio más responsable y ético.

Con respecto a promover dietas más nutritivas y saludables, la tecnología emergente de la impresión 3D de alimentos se propone como una alternativa innovadora, esta tecnología es conocida *“por su capacidad para crear objetos tridimensionales a partir de diseños digitales...y su aplicación va desde: La creación de formas complejas y personalizadas, la mejora de la eficiencia en la producción y la reducción de desperdicios”*,⁴¹ permitiendo a las empresas poder satisfacer demandas específicas en términos de nutrición a través de selecciones personalizadas según necesidades específicas; además, al poder controlar los ingredientes a utilizar, se reduce el riesgo de contaminación cruzada y alérgenos, reduciendo los riesgos microbiológicos al utilizar ingredientes preprocesados y pasteurizados.

41 *“Impacto de la impresión 3D de alimentos en la industria alimentaria”*, *The Food Tech* (8 de febrero de 2024), <https://thefoodtech.com/tecnologia-de-los-alimentos/impacto-de-la-impresion-3d-de-alimentos-en-la-industria-alimentaria/>

Asimismo, la impresión en 3D de alimentos mejora la higiene dentro de la producción al llevarse a cabo en entornos controlados y estériles que, aunado con la automatización de los procesos, reducen la manipulación manual de los alimentos y, por lo tanto, disminuye la contaminación. Los desperdicios también se ven reducidos al imprimir porciones exactas de alimentos, evitando excesos y riesgos de deterioro.

Otra tecnología innovadora que ofrece amplias soluciones en temas de embalaje, detección de contaminantes, germinación, productividad de cultivos, fortificación de nutrientes y reducción de la contaminación ambiental es la nanotecnología, la cual, a través de nanopartículas, busca revolucionar la industria agrícola. Estas nanopartículas suelen estar compuestas por metal, carbono, óxidos metálicos o materia orgánica, y su tamaño menor a los 100 nm en promedio permite que expresen propiedades químicas, físicas y biológicas del mismo material pero a mayor tamaño de partícula, debido a que *“las nanopartículas poseen mayor superficie específica por unidad de volumen y por tanto mayor reactividad”*,⁴² por lo tanto, ofrecen alternativas más respetuosas al medio ambiente.

Uno de los usos más investigados de nanotecnología es el mucílago de taro, carboximetilcelulosa (CMC), óxido de zinc (ZnO), glicerol y aceite de semilla de comino negro (BCS) para producir películas biocompuestas, las cuales son biodegradables, poseen propiedades comestibles, antioxidantes y antimicrobianas para extender la vida útil de los productos alimenticios. La utilización de celulosa para el envasado de alimentos y el mucílago para lograr la resistencia a la humedad,⁴³ ofrecen una opción muy llamativa para lograr la sostenibilidad en tema de embalaje y envasado de productos.

42 Alma Patricia Galindo-Guzmán et al., “Síntesis química de nanopartículas de óxido de zinc y su evaluación en plántulas de *Lactuca sativa*”, *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, n. 28 (2022): 299-308. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i28.3284>

43 Abonti Biswas et al., “Fabrication and Characterization of ZnO Nanoparticles-Based Biocomposite Films Prepared Using Carboxymethyl Cellulose, Taro Mucilage, and Black Cumin Seed Oil for Evaluation of Antioxidant and Antimicrobial Activities”, *Agronomy*, vol. 13 (2023): 147. <https://doi.org/10.3390/agronomy13010147>

Con respecto a las nanopartículas antioxidantes y antimicrobianas resaltan las nanopartículas de óxido de zinc (NPs-ZnO), las cuales tienen propiedades opto-eléctricas que mejoran el crecimiento de las plantas, la germinación de las semillas, sirviendo como fertilizante de micronutrientes y antioxidante.⁴⁴ Entonces, esta nanopartícula es un sensor para detectar contaminantes y patógenos en los alimentos, identificando toxinas, pesticidas, microorganismos nocivos y metales pesados; permite la adición de vitaminas, minerales y conservantes, sustituyendo los artificiales; mejora los elementos nutritivos de los alimentos y, por lo tanto, ayuda a prevenir las enfermedades relacionadas con la malnutrición.

De igual manera, las nanopartículas de óxido de zinc y dióxido de titanio son utilizados en filtros y recubrimientos para reducir la contaminación del agua y aire, y eliminar contaminantes del suelo, contribuyendo a la protección del medio ambiente y los recursos naturales.

No se puede dejar a un lado el uso de la inteligencia artificial como herramienta para las gestiones de la industria alimentaria a través de algoritmos avanzados para optimizar la producción, mejorar la calidad de los productos y reducir los desperdicios; por ejemplo, dentro de las cadenas alimenticias, la inteligencia artificial es capaz de predecir la demanda y, por lo tanto, ajustar la producción evitando excesos o escasez de productos.⁴⁵ Además, puede identificar patrones, anomalías, contaminantes y defectos en las etapas de producción, permitiendo garantizar una buena calidad en los alimentos.

La implementación de tecnologías digitales también se ha visto como una de las claves para mejorar los procesos dentro de los sistemas alimentarios, para mejorar su eficiencia a través del mejor uso de las maquinarias y equipos,

44 Alma Patricia Galindo-Guzmán et al., "Síntesis química de nanopartículas de óxido de zinc y su evaluación en plántulas de *Lactuca sativa*", *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, n. 28 (2022): 299-308. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i28.3284>

45 "Innovaciones en tecnología de alimentos: Impresión 3D, IA y sensores mejorando la seguridad y calidad alimentaria", Bureau Veritas Colombia, acceso el 29 de marzo de 2024, <https://www.bvtrainingcommunity.com/es/blog/alimentos/innovaciones-en-tecnologia-de-alimentos-impresion-3d-ia-y-sensores-mejorando-la>

facilitando así la adquisición de conocimientos para la producción agrícola, ayudar a los agricultores a tomar decisiones a través de precios, clima y datos agronómicos precisos y específicos,⁴⁶ y ampliar los mercados de producción, al reducir costos asociados por el emparejamiento de productores y consumidores a través de plataformas de intercambio que promuevan la economía circular. En términos de equidad, las tecnologías digitales permiten mejorar el acceso desigual a la información, fomentando un sistema alimentario más justo, sostenible y resiliente.

En términos de sostenibilidad ambiental, las tecnologías digitales de teledetección pueden monitorear la extracción y uso del agua; esto contribuye a mejorar la gestión de este recurso en los sistemas de riego y pueden ser utilizados también en el caso de fertilizantes y otros insumos.⁴⁷ En ese sentido surgen las granjas digitales, que es el nombre que han recibido el tipo de granjas en las que se utilizan estas tecnologías, para lograr una mejor productividad y resiliencia.

Con el auge de la realidad virtual y aumentada en todo el mundo, surgen también nuevas prácticas para mejorar los sistemas alimentarios: utilizar la realidad virtual para mejorar la educación alimentaria a través de la realización de prácticas de manipulación de alimentos para prevenir la contaminación cruzada, lo cual se vuelve una forma segura e higiénica de garantizar la calidad de los alimentos. La realidad virtual también proporciona experiencias inmersivas de brotes de enfermedades, contaminación de alimentos en las cadenas de suministro y otras emergencias alimentarias que permiten aumentar la conciencia de estos riesgos y prepara su prevención en las personas que manipulan los mismos. Asimismo, ayuda a que los consumidores lleguen a la rehabilitación nutrimental a través de la educación sobre dietas balanceadas.⁴⁸

46 Robert Townsend et al., *Future of Food: Harnessing Digital Technologies to Improve Food System Outcomes* (Washington D.C.: Banco Mundial, 2019), 4. <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/fc90a957-badf-5071-8855-3ab596b884c7/content>

47 Ibid., 8.

48 Ana Mayela Ramos de la Peña, "Realidad virtual sin fronteras: su aplicación en los alimentos", *Tec Science* (15 de julio de 2022), <https://tecscience.tec.mx/es/divulgacion-ciencia/realidad-virtual-sin-fronteras-su-aplicacion-en-los-alimentos/>

En conjunto, todas estas nuevas tecnologías ofrecen un enfoque multifacético e integral para abordar los desafíos en la seguridad alimentaria, dentro de todas las etapas de producción hasta el consumo final. El correcto aprovechamiento de estas innovaciones permitirá avanzar a sistemas alimentarios más seguros, nutritivos y resilientes.

Conclusión

La inseguridad alimentaria es uno de los desafíos más complejos en el ámbito internacional. Si bien hay muchos factores que contribuyen a que esta problemática se agrave, el cambio climático constituye uno de los principales, ya que los fenómenos emanados por este, provocan daño sobre los suelos, escasez de agua, aumento de plagas y, por ende, la improductividad agrícola, conllevando a un aumento en la tasa de inflación sobre los productos de la canasta básica y una reducción en el acceso a los alimentos necesarios para una vida digna y alimentación adecuada.

La era digital y las nuevas tecnologías proponen mecanismos viables e innovadores para hacer frente a los recientes desafíos de la seguridad alimentaria, en un contexto donde una de las iniciativas más relevantes de la última década está por terminar (la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible) y en el cual la crisis climática es un factor determinante en el ámbito económico, social y de derechos humanos. Las prácticas sostenibles aplicadas paralelamente a las tecnologías a gran escala en materia agrícola y la creación de nuevos sistemas alimentarios sostenibles, permitirían una producción más funcional, sólida y sostenible, garantizando la seguridad alimentaria y una nutrición apropiada para todas las personas.

Las nuevas tecnologías ofrecen herramientas con resultados sin precedentes que se espera sean la solución a los sistemas alimentarios inestables; no obstante, también será importante el multilateralismo en la evaluación de los efectos colaterales que estas tecnologías puedan generar económica

y socialmente sobre los agricultores, pequeños y medianos agronegocios y las oportunidades de empleo en el sector económico primario, garantizando siempre la equidad y seguridad laboral. Un análisis pertinente sobre las consecuencias positivas y negativas de las tecnologías emergentes permitirá una aplicación integral de las mismas y que beneficie a todos los sujetos de la sociedad internacional, en la construcción de sistemas alimentarios sostenibles que consoliden la seguridad alimentaria global.

La desigualdad económica es uno de los principales desafíos que enfrentan las nuevas tecnologías, ya que el acceso es más complicado para los países de renta baja y media; pero, a su vez es importante que su utilización sea global, en especial en los países donde el sector primario es la fuente principal de ingresos; de lo contrario, no tendrá los resultados esperados sobre una alimentación adecuada para todas las personas.

Bibliografía

- » “¿Cuál es el estado actual del cambio climático en el mundo?”. Pacto Mundial - Red Española, acceso el 4 de marzo de 2024. <https://www.pactomundial.org/noticia/cual-es-el-estado-actual-del-cambio-climatico-en-el-mundo/>
- » “4 gráficos que muestran la “alarmante” degradación de la biodiversidad del planeta”. *BBC News Mundo* (6 de mayo de 2019). <https://www.bbc.com/mundo/noticias-48176057>
- » “Acerca del CSA”. Comité de Seguridad Alimentaria, acceso el 28 de marzo de 2024. <https://www.fao.org/cfs/es/>
- » “Actualización sobre la seguridad alimentaria”. Banco Mundial, acceso el 28 de marzo de 2024. <https://www.bancomundial.org/es/topic/agriculture/brief/food-security-update>
- » “Agricultura vertical: una gran opción para la agricultura del futuro”. Berger, acceso el 28 de marzo de 2024. <https://www.berger.ca/es/recursos-para-los-productores/tips-y-consejos-practicos/agricultura-vertical-una-gran-opcion-para-la-agricultura-del-futuro/>
- » “Alianza Mundial para la Mejora de la Nutrición (GAIN)”. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, acceso el 28 de marzo de 2024. <https://www.fao.org/connect-private-sector/search/detail/es/c/1394569/>
- » “Cumbre de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, 25 a 27 de septiembre de 2015, Nueva York”. Naciones Unidas, acceso el 1 de marzo de 2024. <https://www.un.org/es/conferences/environment/newyork2015>
- » “Desafíos de seguridad en la cadena de suministro de alimentos: soluciones innovadoras”. *The Food Tech* (23 de diciembre de 2023). <https://thefoodtech.com/seguridad-alimentaria/desafios-de-seguridad-en-la-cadena-de-suministro-de-alimentos-soluciones-innovadoras>
- » “Fomento de la Nutrición (SUN)”. Organismo Internacional de la Energía Atómica, acceso el 28 de marzo de 2024. <https://www.iaea.org/es/el-oi-ia/fomento-de-la-nutricion-sun>
- » “Impacto de la impresión 3D de alimentos en la industria alimentaria”. *The Food Tech* (8 de febrero de 2024). <https://thefoodtech.com/tecnologia-de-los-alimentos/impacto-de-la-impresion-3d-de-alimentos-en-la-industria-alimentaria/>
- » “Innovaciones en tecnología de alimentos: Impresión 3D, IA y sensores mejorando la seguridad y calidad alimentaria”. Bureau Veritas Colombia, acceso el 29 de marzo de 2024. <https://www.bvtrainingcommunity.com/es/blog/alimentos/innovaciones-en-tecnologia-de-alimentos-impresion-3d-ia-y-sensores-mejorando-la>
- » “La crisis climática - una carrera que podemos ganar”. Naciones Unidas, acceso el 27 de marzo de 2024. <https://www.un.org/es/un75/climate-crisis-race-we-can-win>
- » “La crisis climática, una crisis nada igualitaria”. Oxfam International, acceso el 28 de marzo de 2024. <https://www.oxfam.org/es/la-crisis-climatica-una-crisis-nada-igualitaria>
- » “Lo que debe saber sobre la seguridad alimentaria y el cambio climático”. *Banco Mundial* (17 de octubre de 2022). <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2022/10/17/what-you-need-to-know-about-food-security-and-climate-change>
- » “Los países con más hambre del mundo”. Acción Contra el Hambre, acceso el 15 de marzo de 2024. <https://www.accioncontraelhambre.org/es/los-paises-con-mas-hambre-del-mundo>
- » “Los récords climáticos se han sucedido en 2023 y han conllevado graves consecuencias”. *Organización Meteorológica Mundial* (30 de noviembre de 2023). <https://wmo.int/es/news/media-centre/los-records-climaticos-se-han-sucedido-en-2023-y-han-conllevado-graves-consecuencias>
- » “Programa de Resiliencia Rural”. Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola, acceso el 28 de marzo de 2024. <https://www.ifad.org/es/rural-resilience-programme>
- » “Secretary-General’s Chair Summary and Statement of Action on the UN Food Systems Summit”. Naciones Unidas, acceso el 3 de marzo de 2024. <https://www.un.org/en/food-systems-summit/news/making-food-systems-work-people-planet-and-prosperity>
- » Asamblea General de las Naciones Unidas. *Informe de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y el Desarrollo: nuestro futuro común*. Ginebra, Naciones Unidas, 1987. https://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf
- » Biswas, Abonti, Tanvir Ahmed, Md Rahmatuzzaman Rana, Md Mozammel Hoque, Md Farid Ahmed, Minaxi Sharma, Kandi Sridhar, Rowshon Ara y Baskaran Stephen Inbaraj. “Fabrication and Characterization of ZnO Nanoparticles-Based Biocomposite Films Prepared

- Using Carboxymethyl Cellulose, Taro Mucilage, and Black Cumin Seed Oil for Evaluation of Antioxidant and Antimicrobial Activities". *Agronomy*, vol. 13 (2023). <https://doi.org/10.3390/agronomy13010147>
- » Borunda, Alejandra. "¿Qué es la acidificación de los océanos y por qué se produce?". *National Geographic* (24 de mayo de 2022). <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/que-es-la-acidificacion-de-los-oceanos-y-por-que-se-produce>
 - » Calisto Friant, Martín. "Comercio justo, seguridad alimentaria y globalización: construyendo sistemas alimentarios alternativos". *Iconos: Revista de Ciencias Sociales*, n. 55 (2016): 215-240. <https://doi.org/10.17141/iconos.55.2016.1959>
 - » Comisión Presidencial Coordinadora de la Política del Ejecutivo en Materia de Derechos Humanos. *Derecho Humano a la alimentación y a la seguridad alimentaria*. Ciudad de Guatemala: COPREDEH, 2011. <https://www.corteidh.or.cr/tablas/r29521.pdf>
 - » Galindo-Guzmán, Alma Patricia, Manuel Fortis-Hernández, Claudia Verónica De La Rosa-Reta, Héctor Zermeño-González y Magdalena Galindo-Guzmán. "Síntesis química de nanopartículas de óxido de zinc y su evaluación en plántulas de *Lactuca sativa*". *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, n. 28 (2022): 299-308. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i28.3284>
 - » García, Guillermina. "Blockchain, seguridad y transparencia en la cadena de suministro". *The Food Tech* (18 de agosto de 2022). <https://thefoodtech.com/seguridad-alimentaria/blockchain-seguridad-y-transparencia-en-la-cadena-de-suministro-2/>
 - » Intergovernmental Panel on Climate Change. *Summary for Policymakers. Climate Change 2023: Synthesis Report*. Ginebra: IPCC, 2023. https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf
 - » Naciones Unidas. "El hambre afecta a uno de cada diez en el mundo, según un informe de la ONU". *Noticias ONU* (12 de julio de 2023). <https://news.un.org/en/story/2023/07/1138612>
 - » Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. *Seguridad Alimentaria y Nutricional: conceptos básicos*, 3ª ed. Honduras: Programa Especial para la Seguridad Alimentaria, 2011. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/at772s>
 - » Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola, Organización Mundial de la Salud, Programa Mundial de Alimentos y Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2023. Urbanización, transformación de los sistemas agroalimentarios y dietas saludables a lo largo del continuo rural-urbano. Versión resumida*. Roma: Naciones Unidas, 2023. <http://doi.org/10.4060/cc6550es>
 - » Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola, Organización Mundial de la Salud, Programa Mundial de Alimentos y Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2023. Urbanización, transformación de los sistemas agroalimentarios y dietas saludables a lo largo del continuo rural-urbano*. Roma: Naciones Unidas, 2023. <https://doi.org/10.4060/cc3017es>
 - » Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. *Informe del 51.º período de sesiones del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial*. Roma: FAO, 2023. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/nn740es>
 - » Organización de las Naciones Unidas. *Declaración de Roma sobre la Seguridad Alimentaria y Plan de Acción de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación*. Roma: Naciones Unidas, 1996. <https://www.fao.org/3/bn210s/bn210s.pdf>
 - » Organización de las Naciones Unidas. *Making food systems work for people and planet. UN Food Systems Summit +2. Report of the Secretary-General*. Italia: Naciones Unidas, 2023. <https://www.unfoodsystemshub.org/docs/unfoodsystemshublibraries/stocktaking-moment/un-secretary-general/unfsf2-secretary-general-report.pdf>
 - » Pozo-Suclupe, Luis Antonio, María Dávalos-Almeyda, Johana Milagritos Ramírez Cerna e Irene Merino-Flores. "Seguridad Alimentaria: una revisión crítica a partir del ODS 2". *Revista de Filosofía*, n. 104 (2023): 486. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/filosofia/article/view/39728>
 - » Ramos de la Peña, Ana Mayela. "Realidad virtual sin fronteras: su aplicación en los alimentos". *Tec Science* (15 de julio de 2022). <https://tecscience.tec.mx/es/divulgacion-ciencia/realidad-virtual-sin-fronteras-su-aplicacion-en-los-alimentos/>
 - » Townsend, Robert et al. *Future of Food: Harnessing Digital Technologies to Improve Food System Outcomes*. Washington D.C.: Banco Mundial, 2019. <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/fc90a957-badf-5071-8855-3ab596b884c7/content>
 - » Vacas, Constanza. "Terremotos, huracanes y volcanes: así fueron los desastres naturales de 2023". *National Geographic* (28 de diciembre de 2023). https://www.nationalgeographic.com.es/medio-ambiente/terremotos-huracanes-volcanes-2023-desastres-naturales_21318