

BIOTECNOLOGÍA EN EL SECTOR AGROPECUARIO Y AGROINDUSTRIAL

Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias · Universidad del Cauca

PUBLICACIÓN ANTICIPADA EN LÍNEA

El Comité Editorial de Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial informa que este manuscrito ha cumplido los requisitos editoriales y científicos y ha sido aprobado para publicación, con base en los conceptos emitidos por los pares evaluadores. Se publica anticipadamente, en versión pdf, de manera provisional, con base en la última versión electrónica del manuscrito y sin haber sido sometido a los procesos de edición, diagramación y corrección de estilo.

La versión anticipada de este manuscrito puede ser descargada, usada y citada, aclarando que la versión definitiva que se va a encontrar en la plataforma de la revista, puede diferir de ésta e aspectos de forma.

Tendencias del procesamiento de alimentos en el contexto de la COVID-19 y la globalización mundial*

Food processing trends in the context of COVID-19 and global globalization

GARCÍA-SILVERA, EDGAR-EDURMAN¹; MELÉNDEZ-MOGOLLÓN, ISABEL-CRISTINA²; PÉREZ-ARIAS, AMAURIS³; CAMERO-SOLORZANO, YUNEYDA-BEATRIZ⁴

RESUMEN

El procesamiento de los alimentos es el proceso modificación, transformación y manufactura de una materia prima a fin de generar diversos subproductos demandados por los consumidores. La revisión que se presenta tiene el propósito de analizar las principales tendencias de desarrollo en la industria alimentaria, considerando los desafíos de la reciente pandemia y el fenómeno de la globalización. En este contexto, se destacan las dimensiones en las que se evidencia un desarrollo significativo, en base a la investigación documental realizada en los principales organismos rectores a nivel mundial del área y en las bases de datos Science Direct, Scielo, Dialnet y Elsevier. Se concluye que existe una relevancia en la aproximación hacia una ética ambiental a través del desarrollo tecnológico inteligente de este sector productivo, aunado a la explotación de nuevos subproductos junto a la preservación de nutrientes de alta calidad, manejo de nuevos empaquetados, aprovechamiento de residuos y nuevas prácticas de comercialización.

PALABRAS CLAVE: Procesamiento de alimentos; Producción alimentaria; Tendencias; Tecnología en alimentos; Industria de alimentos; Calidad de nutrientes; Seguridad alimentaria; Covid-19; Pandemia; Globalización.

*Proyecto de investigación origen: "Análisis de pertinencia de la carrera de tecnología superior en procesamiento de alimentos". Financiación: Instituto Superior Tecnológico Libertad. Finalización: 05 diciembre 2021.

¹ Instituto Superior Tecnológico Libertad. PhD. En Ciencias Naturales. Quito, Ecuador. <https://orcid.org/0000-0001-8116-8427>

² Instituto Superior Tecnológico Libertad. Máster en Gestión de la Seguridad Clínica del Paciente y Calidad de la Atención Sanitaria. Quito, Ecuador. <https://orcid.org/0000-0002-9030-8935>

³ Instituto Superior Tecnológico Libertad. Máster en Gestión de la Calidad y Ambiental. Quito, Ecuador. <https://orcid.org/0000-0002-0423-5216>

⁴ Instituto Superior Tecnológico Libertad. Especialista en Gerencia en Salud. Quito, Ecuador. <https://orcid.org/0000-0002-0001-9559>

Correspondencia: icmelendez@itslibertad.edu.ec

Cómo citar este artículo

GARCÍA-SILVERA, EDGAR-EDURMAN; MELÉNDEZ-MOGOLLÓN, ISABEL-CRISTINA; PÉREZ-ARIAS, AMAURIS; CAMERO-SOLORZANO, YUNEYDA-BEATRIZ. Tendencias del procesamiento de alimentos en el contexto de la COVID-19 y la globalización mundial. Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, v. 21, n. 2, 2023, p. xx-xx. Doi:

Historial del artículo

Recibido para evaluación: 22 de Agosto 2022

Aprobado para publicación: 12 de Diciembre 2022

ABSTRACT

Food processing is modifying, transforming, and manufacturing a raw material to generate various by-products demanded by consumers. The review presented has the purpose of analyzing the main development trends in the food industry, considering the challenges of the recent pandemic and the phenomenon of globalization. In this context, the dimensions in which significant development is evident are highlighted based on the documentary research carried out in the central governing bodies worldwide in the area and the Science Direct, Scielo, Dialnet, and Elsevier databases. It is concluded that there is relevance in the approach towards an environmental ethic through the intelligent technological development of this productive sector, the exploitation of new by-products, the preservation of high-quality nutrients, the high-quality of new packaging and use of waste, and contemporary marketing practices.

KEYWORDS: Food processing; Food production; Trends; Food technology; Food industry; Nutrient quality; Food safety; Covid-19; Pandemic; Globalization.

INTRODUCCIÓN

La industria de los alimentos se ha desarrollado durante los últimos años a una velocidad vertiginosa, producto del surgimiento de sistemas alimentarios modernos y a la economía globalizante. Estos sistemas alimentarios modernos, surgen para dar respuesta a las preferencias y hábitos de los consumidores, y a los cambios de los estilos de vida de la población (Fajardo *et al.*, 2019), en efecto, es indiscutible que la calidad, inocuidad, valor nutricional y la autenticidad de los alimentos, se han convertido en tópicos importantes para un amplio grupo de consumidores, es por ello que una de las propensiones de la industria agroalimentaria apunta a alimentos saludables (Guerra-Torres y García-Guerra, 2020).

Asimismo, el desarrollo de la industria alimentaria responde al crecimiento poblacional, que proyecta con la necesidad de una ampliación en un 50 % a nivel mundial y a un 70 % en países en desarrollo frente al aumento de 1.775.218.000 personas para el año 2050 (Pérez *et al.*, 2018). En la actualidad esta necesidad se atiende con la automatización tecnológica, la introducción de nuevos alimentos al mercado, el desarrollo de nuevos empaques y residuos sólidos.

Cabe destacar que el aumento poblacional también ha generado el incremento de residuos de la industria de alimentos. Es por ello que resulta necesario la implementación de estrategias efectivas en manejo de desechos, no solo para solventar la problemática ambiental, sino también para aprovechar el potencial de estos residuos en la obtención de nuevos productos de valor agregado (Lopez y Hertel, 2021), aumentando la eficacia de sus procesos, reducir el consumo de recursos y energía y minimizar el impacto ambiental sobre el entorno. En consecuencia, el presente artículo tiene por objetivo analizar las principales tendencias y desafíos que presenta la industria de alimentos a nivel mundial frente al periodo de pandemia por Covid-19, como parte de la garantía del consumo sostenible a lo largo de toda la cadena de suministro, la equidad y la sostenibilidad ambiental.

MÉTODO

La investigación tuvo un diseño observacional de tipología documental. En este sentido, el artículo presenta una revisión bibliográfica en los principales organismos rectores a nivel mundial del área y en las bases de datos Science Direct, Scielo, Dialnet y Elsevier. Los descriptores claves considerados en la búsqueda fueron "procesamiento de alimentos",

combinados con “tendencias” en el ámbito tecnológico, nutricional, social y económico. Los criterios empleados en la selección de la información se centraron en la aplicación del método empírico y el corte transversal dentro del periodo 2017-2022, en el marco de una metodología de estudio descriptivo.

RESULTADOS

Tendencia 1: Aplicación de tecnologías de la información y comunicación (TIC) en el procesamiento de alimentos para la oferta de productos alimenticios de calidad

En los últimos años, las empresas de las industrias de alimentos se enfrentan a varios retos, principalmente relacionados a la volatilidad de la demanda y a las exigencias continuamente cambiantes, tanto de los clientes como de los proveedores. Esto ha llevado al desarrollo de nuevas tecnologías e intervenciones con alta innovación y potencial económico y la integración de estas tecnologías mejora la eficiencia, competitividad y calidad, como, por ejemplo, la industria 4.0. Las tecnologías de la industria 4.0 tienen una aplicabilidad en la industria de alimentos a través de la biotecnología, la economía digital, la ciberseguridad, los robots autónomos, entre otros (Martínez, 2020), particularmente, en el empleo de sensores inteligentes para el monitoreo de parámetros en tiempo real (Cranfield *et al.*, 2020), en el empleo del Internet of Things en la trazabilidad del alimento y personalización de la venta de un producto (Nafrees *et al.*, 2021).

El sector alimentario produce una gran cantidad de conjuntos de datos diversos, tanto en contenido como en estructura y formato de almacenamiento, lo cual hace imprescindible a las TIC, ya que, podrían permitir un uso reducido de recursos para la agricultura, por ejemplo, agua, fertilizantes y agroquímicos y ayudar a reducir significativamente el impacto ambiental, así como residuos generados en el procesamiento de alimentos, tal como se visualiza en la figura 1.

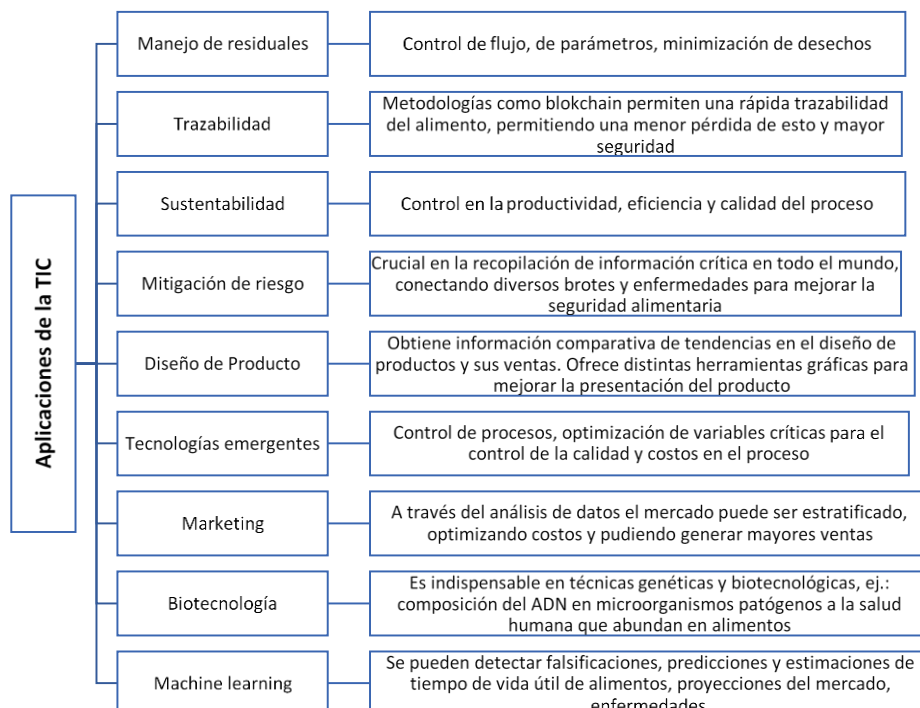


Figura 1. Aplicaciones de las TIC en la industria de alimentos.

En tal efecto, la tecnología ha evidenciado un abordaje eficaz y significativo en problemáticas propias de la cadena de suministros de alimentos, como el caso del brote de espinacas de 2006 en Estados Unidos, donde se necesitaron dos semanas para aislar el contaminante (Kamath, 2018). Las herramientas tecnológicas de los Sistemas de Producción Ciber Físicos (CPPS), el Análisis de Big Data con el empleo de machine learning, la fabricación de hologramas, entre otros, aportan a la sostenibilidad de la industria. Adicionalmente, la influencia de la Industria 4.0, implica una nueva forma de comunicación a lo largo de la cadena de suministro (Guerrero *et al.*, 2018).

Respecto a la biotecnología, las TIC juegan un papel importante en la secuenciación genómica de productos, así como en el control de bioprocesos (Allard *et al.*, 2018). Los modelos matemáticos en la industria de alimentos son ampliamente utilizados, ya que contribuyen a predecir tiempos de procesamiento y así optimizar la eficiencia de los procesos; en otras palabras, ayudan a resolver de una forma más abreviada problemas de alta complejidad (Campo-Vera *et al.*, 2020).

Como resultado de un crecimiento exponencial de las tecnologías, las empresas deben ser capaces de manejar de manera eficiente una gran cantidad de datos (Guerrero *et al.*, 2018), en concordancia a la digitalización de los procesos, las demandas tecnológicas son indispensables en el procesamiento de alimentos industrial.

Tendencia 2: Mejoramiento de la calidad nutricional a través de los diferentes tipos de alimentos que beneficien la salud humana

Se estima que las enfermedades no transmisibles (ENT) son responsables del 71 % de las muertes (41 millones de personas por año) en el mundo (Organización Mundial de la Salud, 2021). Varios reportes de la literatura indican un vínculo entre muchas ENT y la dieta, en concordancia con los sistemas alimentarios modernos, se rigen por las exigencias marcadas por los ciclos económicos, las políticas de la oferta y la demanda, la concentración del negocio en empresas multinacionales, y la ampliación de la distribución alimentaria a través de redes comerciales (Contreras, 2019), incrementado el consumo de alimentos ricos en azúcares simples, grasas saturadas y con altos contenidos en sodio, como prácticas poco saludables.

En este sentido, la nutrigenómica, ciencia que se ha integrado a la producción alimentaria y la biotecnología, ha aprovechado posteriormente para comprender el desarrollo de enfermedades asociadas a elementos moleculares en la dieta en alimentos genéticamente modificados (Azpíroz, 2020). En la figura 2 se presentan los cinco países con más área cultivadas de alimentos transgénicos (Genéticamente Modificados), de ellos, cuatro pertenecen a América del Norte y Latinoamérica.

TOP 5: ÁREA CULTIVADA CON TRANSGÉNICOS EN EL MUNDO

(en millones de hectáreas – mi/ha)

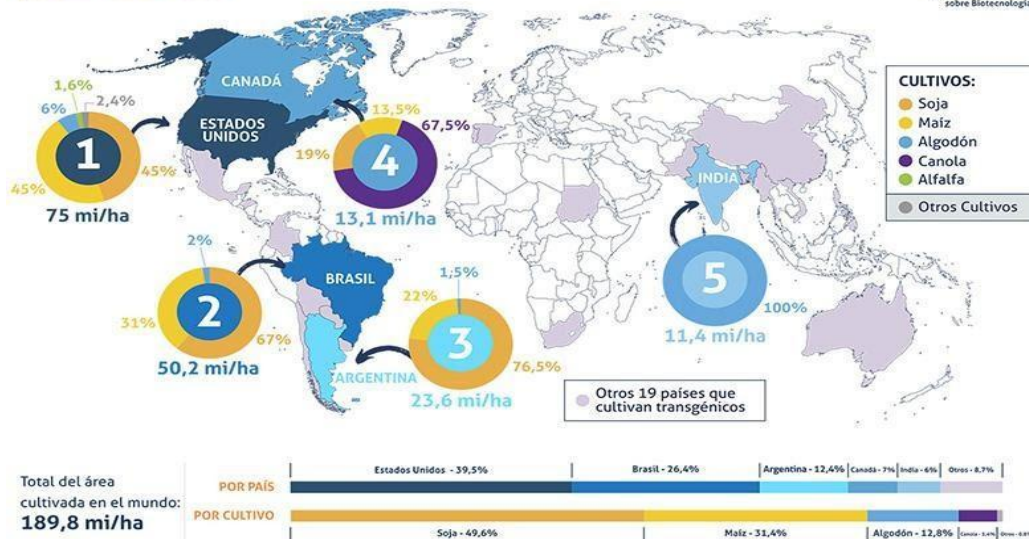


Figura 2. Los cinco países de mayor área cultivada por transgénicos en el mundo.
Fuente: Asociación de Biotecnología Vegetal Agrícola (2018).

La industria alimentaria mundial se orienta a la producción y comercialización de productos orgánicos o ecológicos, respondiendo a la demanda de conservación natural de los nutrientes de los alimentos, la disminución del uso de compuestos agro-químicos y la conservación del ambiente (Salgado, 2018). En este sentido, resulta indispensable el desarrollo de alimentos funcionales y genéticamente modificados, los cuales son más nutritivos y apetitosos, sus costos de producción son más reducidos, hacen uso de menor cantidad de recursos ambientales y tienen una mayor vida útil.

Tendencia 3. La innovación en la gestión de procesos e industrialización de productos alimenticios para la seguridad alimentaria

En respuesta a los múltiples fenómenos de industrialización y automatización del proceso, se presenta la modernización del procesamiento de alimentos con la reducción de la manipulación, extracción por filtrado, fermentación, deshidratación, cocción, liofilización, destilación, radiación, esterilización, pasteurización, entre muchas otras técnicas, lo que ha permitido la introducción de nuevos procesos y productos al mercado (Camacho-Vera *et al.*, 2019).

En concordancia, la biotecnología ha aportado en el manejo de residuos en la fabricación de subproductos, como técnicas enzimáticas en el tratamiento de desechos previo a su disposición o el uso de aceite de colza como alternativa al hexano como solvente, impactando a nivel económico y ambiental. El uso de enzimas en los ingredientes bioactivos de la industria alimentaria es cada vez más frecuente, como es el caso de la estabilización de enzimas con biocatalizadores magnéticos en jugos de frutas, lo que mejora la eficiencia de extracción (Nadar *et al.*, 2020).

Estos métodos no solo han obligado a posicionar a la industria alimentaria en sistemas de automatización electrónica e informática, sino que se han insertados sistemas ciberfísicos de industria y tecnología inteligente, hoy conocido como Internet of Things, Hyperconectividad, Bid Data, Comunicación Maquina a Maquina (M2M), Simulación Predictiva, Trazabilidad Avanzada,

Robótica, Fabricación Adictiva, Sensorial Inteligente como parte de una cuarta generación industrial. En esta evolución tecnológica existe una mejor interacción de los procesos y alta comunicación, se desarrolla una hibridación entre el mundo físico y el virtual, como se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1. Principales tecnologías según el dominio de aplicación.

Dominio	Tecnología	Aplicación
Digital	<ul style="list-style-type: none"> • Big Data • Computación en el borde • Inteligencia Artificial • Cadena de Bloques (Blockchain) 	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo computarizado • Uso de redes • Análisis predictivo y aplicación de patrones • Transparencia, inmutabilidad e integridad en transacciones
Físico	<ul style="list-style-type: none"> • Internet de las cosas y sensores • Vehículos autónomos o semiautónomos • Robótica avanzada • Manufactura adictiva (impresión 3D) 	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de datos mediante algoritmos y machine learning • Maniobra sin intervención humana (drones, GPS, sensores, entre otros) • Adaptación robótica en situaciones caóticas
Biológico	<ul style="list-style-type: none"> • Nueva Genómica • Edición Génica • Pasaje a continuo y sistemas descartables de bioprocesos 	<ul style="list-style-type: none"> • Secuencialización de ADN • Ingeniería genética • Sistemas de reactores

Fuente: Erbes *et al.* (2019).

El perfeccionamiento de los procesos industriales ha pasado a representar una necesidad dentro de la garantía de vigencia de la producción en el mercado.

Tendencia 4: Globalización de la industria de alimentación

La limitada disponibilidad de tierra cultivable, el impacto del cambio climático global en la agricultura, la sobrepesca de los océanos y el desperdicio de material comestible a lo largo de la cadena alimentaria, requerirán esfuerzos aún mayores para evitar una crisis alimentaria futura, por lo que los procesos de transnacionalización e internacionalización y la intensificación de la dependencia económica y cultural a escala mundial han conllevado a la globalización (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) *et al.*, 2021).

Con base en base a la agenda globalista para el 2030, las tendencias de la industria de alimentos se dirigen a los siete objetivos principales que se describen en el cuadro 2.

Cuadro 2. Objetivos y tendencias de la industria de alimentos en la agenda global para el 2030.

Objetivos	Tendencias	Campo de Acción	Referencias
Introducir productos primarios más diversos y sostenibles	<ul style="list-style-type: none"> • Obtención de propiedades funcionales adecuadas durante la producción de nuevas materias primas. • Control del comportamiento de la materia prima e ingredientes en las operaciones unitarias del procesamiento de alimentos. • Control de calidad, incluye propiedades de materiales, percepción sensorial y calidad nutricional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cultivos. • Transición de productos de origen animal a vegetal. • Alimentos de origen marino. 	(Willett <i>et al.</i> , 2019)
Desarrollar nuevos	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de residuales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería de 	(Knorr <i>et al.</i> ,

procesos y sistemas para una producción sustentable	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de procesos de procesamiento que causen mínimos daños a los micronutrientes. • Desarrollo de procesos de procesamiento de alimentos a bajas temperaturas. • Mejora en el secado y rehidratación minimizando ingredientes en la distribución de peso, mientras mantiene la funcionalidad. 	procesos. <ul style="list-style-type: none"> • Bioprocesos. • Reactores. • Preservación de alimentos. 	2018; Angeles-Martínez <i>et al.</i> , 2018; Şanlıer <i>et al.</i> , 2019)
Eliminar el desperdicio de alimentos y materiales en la producción, distribución y consumo	<ul style="list-style-type: none"> • Mejoras en la estabilidad del almacenamiento de productos primarios, haciendo frente a un transporte y un uso posteriores ineficaces, desarrollando baja energía distribución de secado, enfriamiento y congelación mediante energía solar y otras formas de energía sostenible. • Desarrollo de sensores rápidos que corroboren la seguridad del producto primario, calidad alimentaria y estado nutricional de los productos terminados. • Reducción de materiales petroquímicos en productos y desarrollo de nuevas formas (materiales reciclables de base biológica). 	<ul style="list-style-type: none"> • Almacenamiento de alimentos. • Desarrollo de nuevas energías alternativas y sustentables. • Bioeconomía sostenible y economías circulares. 	(The Association of Academies and Societies of Sciences in Asia, 2018)
Establecer productos completamente seguros y su trazabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Implemento de las mejores prácticas en seguridad alimentaria, que estén disponibles a nivel mundial. • Desarrollo de métodos rápidos y validados para la identificación y cuantificación de toxinas, alérgenos, organismos patógenos y de descomposición, a través de la cadena alimentaria. • Conocimiento de la epidemiología de los microorganismos en todo el entorno alimentario. • Proporción de la trazabilidad de los productos mediante la introducción de documentación sólida de los historiales de estos, incluida la fuente primaria, los métodos de procesamiento, la utilización de la mano de obra, la composición del producto y la seguridad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Procesamiento de alimentos con microorganismos. • Comercialización. • Trazabilidad. 	(Knorr <i>et al.</i> , 2018)
Proporcionar una nutrición asequible y equilibrada a los desnutrido	<ul style="list-style-type: none"> • Reformulación de la composición de los alimentos y modificación del procesamiento para que se proporcione una nutrición equilibrada, según las necesidades del consumidor y la aceptabilidad a bajo costo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nutrición. 	(Kumar <i>et al.</i> , 2017)
Mejorar la salud a través de la dieta	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación y validación de biomarcadores dietéticos para reflejar objetivamente la ingesta de alimentos entre los consumidores y uso de la metabolómica, para detectar 	<ul style="list-style-type: none"> • Genómica. • Metabolómica. • Nutrición. • Salud. • Alimentos 	(Ordovás <i>et al.</i> , 2019)

	<p>respuestas a diferentes alimentos y dietas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificación de señales de retroalimentación de nutrientes en la actividad cerebral y en el metabolismo de todo el cuerpo. • Determinación de la influencia en el genotipo y el fenotipo metabólico versus dieta. • Establecimiento de información más específica de las necesidades de nutrientes de individuos dentro de grupos nutricionales establecidos para un asesoramiento preciso en dietas. • Validación del impacto de los “nutracéuticos” en la salud, utilizando cohortes de estudios y datos de mercado, dentro de dietas realistas. • Identificación de los efectos combinados de macro y micronutrientes en salud a largo plazo a través de la dieta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Funcionales. • Nutraceuticos. 	
<p>Integrar Big Data, Tecnologías de la Información y inteligencia en toda la cadena alimentaria</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de datos multivariados y aprendizaje automático para construir modelos autoconsistentes para el control de procesos en la fabricación de alimentos. • Colaboración con las ciencias biológicas para identificar estadísticas y relaciones causales entre dieta y salud. • Desarrollo de métodos seguros para vincular flujos de información entre Producción Primaria, Conversión, Distribución y Consumo, mejorando así la trazabilidad para estandarizar la seguridad y reducir costos y desperdicios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo y control de la cadena de procesamiento de alimentos. 	<p>(Garre <i>et al.</i>, 2020)</p>

Otra de las directrices de la globalización es la adquisición de alimentos en el supermercado, potenciada por la pandemia por el COVID-19, con una reducción de comercio de los alimentos frescos, restricciones al movimiento de personas y mercancías, y medidas de aislamiento, impactado las cadenas de producción, transformación y comercialización (FAO y CEPAL, 2020).

A pesar de ventajas en la globalización con sus modos de producción y consumo, existen nefastas repercusiones sobre el medio ambiente y sobre las culturas locales (Martínez *et al.*, 2018). En este sentido, la socialización de las políticas públicas adquiere un alto valor, el desarrollo de medidas de apoyo y regulación agroalimentaria deben alinearse al cumplimiento de los objetivos de desarrollo, asimismo, es vital el regularizar y adaptar las políticas demográficas y agrícolas, hacia la soberanía y seguridad alimentaria (FAO, FIDA, OPS, WFP y UNICEF, 2020).

Tendencia 5. Desarrollo en la gestión y aprovechamiento de residuos de la industria de alimentos para obtener productos de alto valor agregado

Se estima que la región de América Latina y el Caribe tendrá un aumento de 148 millones de personas en su población en las próximas tres décadas, hasta 2050. En América del Sur se proyecta que la población total aumentará de 416 millones en 2015 a 500 millones en 2050, un aumento de 84 millones de personas. En este contexto, se incrementará la cadena de suministros alimenticios, así como la pérdida de alimentos y el incremento de desechos alimentos de acuerdo al nivel económico de 158 países (FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO, 2019) (figura 3).

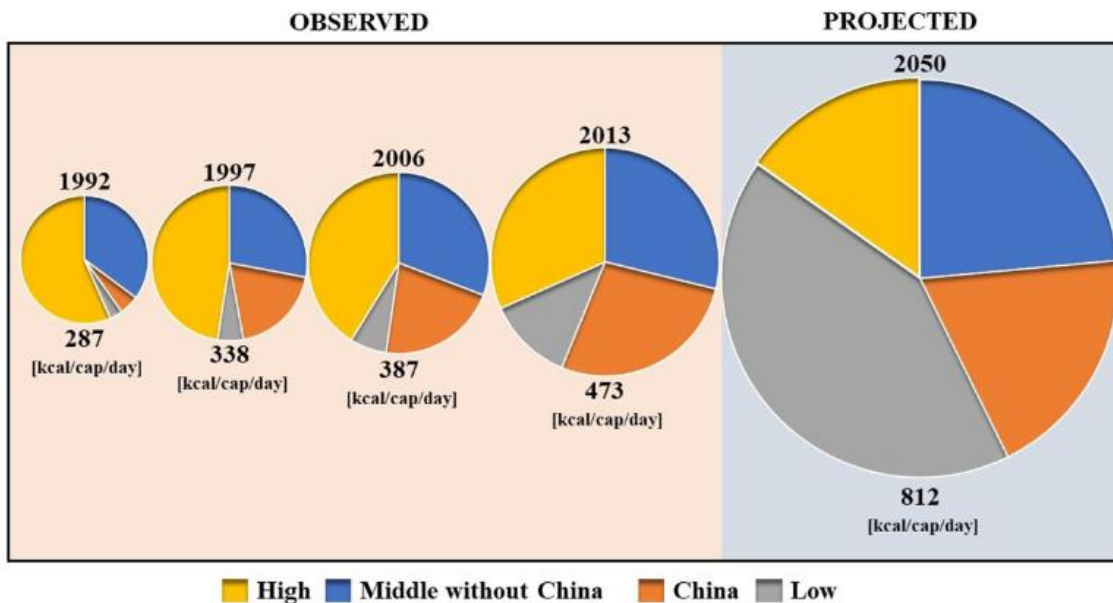


Figura 3. Desechos de alimentos per-cápita de 158 países de acuerdo a su nivel económico desde 1992 hasta 2013, así como sus pronósticos al 2050.

Fuente: López y Hertel (2021).

El pronóstico para el 2050, en el caso de países de bajo a media, en el que Ecuador se encuentra, se incrementará de 473 a 812 Kcal/cap/día (Lopez y Hertel, 2021). En este contexto, de acuerdo con el criterio de los autores, existen fuentes de desechos en toda la cadena de alimentos que van desde productos dañados hasta desarrollo de empaque excesivos, lo que evidencia que son multivariables, por lo que un análisis dimensional del peso de estas variables es una alternativa operacional para minimizar los desechos alimenticios.

De lo anteriormente expuesto, una de las tendencias en la industria de alimentos es lograr estrategias del manejo de estos desechos, no solo por la problemática ambiental sino también para aprovechar el potencial de estos residuos en la obtención de nuevos productos de valor agregado. Los métodos tradicionales de utilización de residuos incluyen su uso como alimento para animales, fertilizantes o eliminación; sin embargo, su uso ha sido limitado debido a restricciones legales, problemas ecológicos y problemas de costos (Ciešlik *et al.*, 2018).

La tendencia de utilizar eficientemente de los subproductos de procesamiento de alimentos se alinea a la gestión ambiental y a la prevención de la contaminación, en concordancia con las normas ISO 14000, afectando varios problemas de gestión de la industria alimentaria como el procesamiento de aguas residuales y problemas de empaque, con mayor alcance a las normas ISO 9000 debido a su trascendencia (Advisera Expert Solutions Ltd., 2019). Estas disposiciones son normativas ambientales que en las empresas de alimentos son necesarias, pues toda la cadena de suministro del procesamiento de alimentos incrementa la contaminación ambiental,

muy puntualmente se estima que, aproximadamente el 40 % del plástico de desechos el mundo es producido en el sector del embalaje (Plastics Europe, 2021), situación acentuada durante la pandemia por COVID-19 debido al uso y descarte de medios de protección para las poblaciones en general o de envolturas en los hogares: durante ocho semanas de confinamiento en Singapur, 5,7 millones de residentes de la ciudad-estado desecharon 1.470 toneladas adicionales de envases de plástico (Naciones Unidas, 2020), desechos que debido a los protocolos de manipulación y descarte, se multiplicaron exponencialmente durante la pandemia.

En cuanto a las causas de los desechos en el procesamiento de alimentos, son multifactoriales, dependiendo de las instalaciones de almacenaje y la falta de infraestructura. Los alimentos frescos (como frutas, hortalizas, carne, pescado y leche) se deterioran fácilmente (sobre todo en climas cálidos y húmedos) debido a la falta de infraestructuras en el transporte, el almacenamiento, la refrigeración y los mercados (FAO, 2019). La Comisión Europea (CE), estima que la producción y el consumo de alimentos son responsables de hasta el 30 % del impacto medioambiental general en la UE, con unos 88 millones de toneladas de comida desperdiciada cada año (Consejo Europeo, 2021), lo que lleva a reflexionar sobre la necesidad de adoptar la tendencia de generar subproductos a partir de residuos, como una respuesta ética ambiental a nivel mundial.

CONCLUSIONES

El desarrollo científico tecnológico en materia alimentaria ha cobrado un alto valor a nivel mundial a partir de la pandemia, no solo en el ámbito empresarial, sino en la consciencia colectiva de las poblaciones, la emergencia sanitaria ha marcado la relevancia de contar con un manejo tecnológico de toda la cadena de procesamiento y suministros de alimentos, evidenciando la importancia de contar con una disponibilidad de alimentos con calidad nutricional, seguridad en el empaquetamiento y fácil transporte.

En consecuencia, las tendencias del procesamiento de alimentos apuntan al perfeccionamiento de los procesos con nuevas tecnologías de inteligencia, que permitan aprovechar todos los sustratos en armonía con la realidad ambiental que se pronostica en los años futuros, asimismo, existe una fuerte influencia de la globalización en los métodos, la comercialización, normalización y prácticas de consumo. Esto lleva a la reflexión sobre la relevancia e influencia de los espacios de formación profesional y de desarrollo productivo dentro de esta transformación. El abordaje integral de la producción, ya no solo responde a satisfacer la demanda de alimentación, la conservación o el transporte hacia diversas regiones; va hacia el uso eficiente de todos los recursos disponibles para preservar el bienestar de las personas y el ambiente.

REFERENCIAS

ADVISERA EXPERT SOLUTIONS LTD. Steps in identification and evaluation of ISO 14001 environmental aspects. 2019.

https://info.advisera.com/hubfs/14001Academy/14001Academy_FreeDownloads/Steps_in_identification_and_evaluation_of_ISO_14001_environmental_aspects_EN.pdf

[consultado octubre 10 de 2021].

ALLARD, MARK W.; BELL, REBECCA; FERREIRA, CHRISTINA M.; GONZALEZ-ESCALONA, NARJOL; HOFFMANN, MARIA; MURUVANDA, TIM; OTTESEN, ANDREA; RAMACHANDRAN, PADMINI; REED, ELIZABETH; SHARMA, SHASHI; STEVENS,

- RUTH; ZHENG, JIE; BROWN, ERIC W. Genomics of foodborne pathogens for microbial food safety. *Current opinion in biotechnology*, v. 49, 2018, p. 224–229. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2017.11.002>
- ANGELES-MARTÍNEZ, L.; THEODOROPOULOS, C.; LOPEZ-QUIROGA, E.; FRYER, P.J.; BAKALIS, S. The honeycomb model: A platform for systematic analysis of different manufacturing scenarios for fast-moving consumer goods. *Journal of Cleaner Production*, v. 193, 2018, p. 315-326. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.075>
- ASOCIACIÓN DE BIOTECNOLOGÍA VEGETAL AGRÍCOLA, AGRO-BIO. Área de cultivos transgénicos en el mundo sigue en aumento. 2018. <https://www.agrobio.org/area-cultivos-transgenicos-mundo-sigue-aumento/> [consultado octubre 5 de 2021].
- AZPÍROZ, MARÍA_LUISA. El debate sobre los cultivos transgénicos en Sudamérica y su cobertura en los diarios Clarín y Folha de S. Paulo de 2016 a 2018. *Brazilian Journalism Research*, v. 16, n. 2, 2020, p. 270-297. https://www.researchgate.net/publication/344042998_El_debate_sobre_los_cultivos_transgenicos_en_Sudamerica_y_su_cobertura_en_los_diarios_Clarin_y_Folha_de_S_Paulo_de_2016_a_2018
- CAMACHO-VERA, JOAQUIN H.; CERVANTES-ESCOTO, FERNANDO; CESÍN-VARGAS, AALFREDO; PALACIOS-RANGEL, MARIA-ISABEL. Los alimentos artesanales y la modernidad alimentaria. *Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, v. 29, n. 53, 2019, p. 1-20. <https://doi.org/10.24836/es.v29i53.700>
- CAMPO-VERA, YESENIA; CONTRERAS, MAURICIO; FLÓREZ, SANDRA; VILLAMIZAR, LUCERO. Effect of pretrature with ultrasound in convention drying kinetics of bananas (*Musa paradisiaca*). *Respuestas*, v. 25, n. 3, 2020, p. 1-7. <https://doi.org/10.22463/0122820X.2820>
- CIEŚLIK, BARTŁOMIEJ-MICHAŁ; ŚWIERCZEK, LESLAW; KONIECZKA, PIOTR. Analytical and legislative challenges of sewage sludge processing and management. *Monatshefte fur chemie*, v. 149, n. 9, 2018, p. 1635–1645. <https://doi.org/10.1007/s00706-018-2255-2>
- COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL) Y OTROS. (2021). *Salud y cambio climático: metodologías y políticas públicas*. Ciudad de México (México): LC/MEX/TS.2021/24.
- CONSEJO EUROPEO (2021). Reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos. <https://www.consilium.europa.eu/es/policias/food-losses-waste/> [consultado agosto 17 de 2021].
- CONTRERAS, JESÚS. La alimentación contemporánea entre la globalización y la patrimonialización. *Universidad de Antioquia. Boletín de Antropología*, v. 34, n. 58, 2019, pp. 30-55. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/557/55762966001/index.html>
- CRANFIELD, DESIREE; VENTER, ISABELLA; BLIGNAUT, RENETTE; RENAUD, KAREN. Smartphone security awareness, perceptions, and practices: a welsh higher education case study. *Valencia (España): 14th International Technology, Education and Development Conference, 2020*, p. 3014-3023. <https://doi.org/10.21125/inted.2020.0891>
- ERBES, ANALIA; GUTMAN, GRACIELA; LAVARELLO, PABLO; ROBERT, VERONICA. *Industria 4.0: oportunidades y desafíos para el desarrollo productivo de la provincia de*

- Santa Fe". Santiago (Chile): Documentos de Proyectos (LC/TS.2019/80), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 2019.
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44954/1/S1901011_es.pdf
- FAJARDO, ADRIANA; MARTINEZ, CINDY; MORENO, ZORAIDA; VILLAVECES, MARIANA; CESPEDES, JAIME. Percepción sobre alimentación saludable en cuatro instituciones escolares. *Revista Colombiana de Cardiología*, v. 27, n. 1, 2019, p. 49-54.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0120563319301706>
- FLÓREZ-MARTÍNEZ, DIEGO. Agroindustria 4.0: Megatendencia para las actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación en el sector agropecuario. Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación Agroindustrial (PECTIA) V. Bogotá (Colombia): Corporación colombiana de investigación agropecuaria, 2020.
https://www.researchgate.net/publication/343263423_Agroindustria_40
- GARRE, ALBERTO; RUIZ, MARI-CARMEN; HONTORIA, ELOY. Application of Machine Learning to support production planning of food industry in the context of waste generation under uncertainty. *Operations Research Perspectives*, v. 7, 2020.
<https://doi.org/10.1016/j.orp.2020.100147>
- GUERRA-TORRES, ISABEL E.; GARCÍA-GUERRA, JAZMÍN I. Resúmenes de artículos académicos para la presentación de alimentos nutritivos. *Polo del Conocimiento*, v. 5, n. 4, 2020, p. 70-85.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7398381>
- GUERRERO, MANUEL; LUQUE, AMALIA; LAMA, JUAN; GONZÁLEZ-REGALADO, EDUARDO. Food Industry 4.0. Key factor in the economic structure of Andalucía. Madrid. 2018. https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/93764/guerrero_ponencia-madrid_2018_industria.pdf?sequence=1&isAllowed=y [consultado agosto 12 de 2021].
- IWATANI, SHUN; YAMAMOTO, NAOYUKI. Functional food products in Japan: A review. *Food Science and Human Wellness*, 2019, p. 96-101.
<https://doi.org/10.1016/j.fshw.2019.03.011>
- KAMATH, RESHMA. Food Traceability on Blockchain: Walmart's Pork and Mango Pilots with IBM. *The Journal of The British Blockchain Association*, v. 1, n. 1, 2018, p. 47-53.
[https://doi.org/10.31585/jbba-1-1-\(10\)2018](https://doi.org/10.31585/jbba-1-1-(10)2018)
- KNORR, DIETRICH; HENG-KHOO, SAN-CHOR; AUGUSTIN, MARY-ANN. Food for an Urban Planet: Challenges and Research Opportunities. *Frontiers in Nutrition Journal*, v. 4, 2018.
<https://doi.org/10.3389/fnut.2017.00073>
- KUMAR, ABHISHEK; SAHB, BIKASH; SINGH, ARVIND R.; DENG, YAN; HE, XIANGNING; KUMAR, PRAVEEN; BANSALD, R.C. A review of multi-criteria decision making (MCDM) towards sustainable renewable energy development, v. 69, 2017, p. 596-609.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.191>
- LOPEZ, EMILIANO; HERTEL, THOMAS. Global food waste across the income spectrum: Implications for food prices, production and resource use. *Food Policy Journal*, v. 98, 2021.
<https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.101874>
- MARTÍNEZ, JOAQUÍN. Z.; SAQUET, MARCOS A.; RAMÍREZ, ANDRÉS M.; ZAMORA, RAFAEL D.; RODRÍGUEZ, MARÍA DE L. Política de Estado y producción de cereales: transformaciones territoriales en Valles Altos de México. *Revista Campo-Territorio*, v. 12, n. 27, 2018, p. 6-28.
<https://doi.org/10.14393/RCT122701>

- NACIONES UNIDAS. La marea de plástico causada por el COVID-19 también es un peligro para la economía y la naturaleza. Julio 2020. <https://news.un.org/es/story/2020/07/1478011> [consultado agosto 17 de 2021].
- NADAR, SHAMRAJA; PATIL, PRAVIN; ROHRAA, NANDA. Magnetic nanobiocatalyst for extraction of bioactive ingredients: A novel approach. Journal Trends in Food Science & Technology, v. 103, 2020, p. 225-238. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.07.007>
- NAFREES, ABDUL; MAJEED, UL-ABDUL; KARIAPPER, RIFAI; RAZITH, SUHAIL. Internet of Things (IoT) enabled Food Technologies: A systematic review approach. SLJoT, v. 2, n. 2, 2021, p. 6-13. https://www.researchgate.net/publication/357420504_Internet_of_Things_IoT_enabled_Food_Technologies_A_systematic_review_approach
- ORDOVÁS, JOSÉ; FERGUSON, LYNNETTE; TAI, E. SHYONG; MATHERS, JOHN. Nutrición y salud personalizada. Obtenido de Ciencia y política de la nutrición, v. 361, 2018. <https://doi.org/10.1136/bmj.k2173>
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). Pérdida y desperdicio de alimentos: ¿cuál es la diferencia?. 2019. <https://www.fao.org/state-of-food-agriculture/2019/es/> [consultado agosto 10 de 2021].
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO), COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL). Sistemas alimentarios y COVID-19 en América Latina y el Caribe: Cómo incrementar la resiliencia. Boletín N.º2. Santiago (Chile): 2020, <https://doi.org/10.4060/ca8872es> [consultado agosto 15 de 2021].
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. FAO, FIDA, OPS, WFP y UNICEF. Panorama de la seguridad alimentaria y nutrición en América Latina y el Caribe 2020. Santiago (Chile): 2020. <https://doi.org/10.4060/cb2242es> [consultado agosto 24 de 2021].
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. The State of Food Security and Nutrition in the World 2019. Safeguarding against economic slowdowns and downturns. Rome (Italy): FAO. License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. 2019. <https://www.unicef.org/media/55921/file/SOFI-2019-full-report.pdf>. [consultado septiembre 12 de 2021].
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Enfermedades no transmisibles (Datos y cifras). 2021. [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases#:~:text=Las%20enfermedades%20no%20transmisibles%20\(ENT,de%20ingresos%20bajos%20y%20medianos](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases#:~:text=Las%20enfermedades%20no%20transmisibles%20(ENT,de%20ingresos%20bajos%20y%20medianos) [consultado agosto 10 de 2021].
- PÉREZ-VÁZQUEZ, ARTURO; LEYVA-TRINIDAD, DORIS-ARIANNA; GÓMEZ-MERINO, FERNANDO-CARLOS. Desafíos y propuestas para lograr la seguridad alimentaria. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, v. 9, n. 1, 2018, p. 175-189. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v9n1/2007-0934-remexca-9-01-175.pdf>
- PLASTICS EUROPE. Plásticos - Situación 2020: Un análisis de los datos sobre producción, demanda y residuos de plásticos en Europa. May 2021. <https://plasticseurope.org/es/knowledge-hub/plasticos-situacion-en-2020/> [consultado agosto 16 de 2021].

SALGADO-BELTRÁN, LIZBETH. Segmentación de los consumidores de alimentos orgánicos según sus actitudes, valores y creencias ambientales. *Contaduría y Administración*, v. 64, n. 2, 2018, , e98.

<http://dx.doi.org/10.22201/fca.24488410e.2018.1491>

ŞANLIER, NEVIN; GÖKCEN, BÜŞRA-BAŞAR; SEZGIN, AYBÜKE-CEYHUN. Health benefits of fermented foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 59, n. 3, 2019, p. 506-527.

<https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1383355>

THE ASSOCIATION OF ACADEMIES AND SOCIETIES OF SCIENCES IN ASIA. Opportunities and challenges for research on food and nutrition security and agriculture in Asia. March 2018.

https://www.interacademies.org/sites/default/files/publication/aassa_fnsa_web_complete.pdf [consultado agosto 25 de 2021].

WILLETT, WALTER; ROCKSTRÖM, JOHAN; LOKEN, BRENT; SPRINGMANN, MARCO; LANG, TIM; VERMEULEN, SONJA; GARNETT, TARA; TILMAN, DAVID; DECLERCK, FABRICE; WOOD, AMANDA; JONELL, MALIN; CLARK, MICHAEL; GORDON, LINE J.; FANZO, JESSICA; HAWKES, CORINNA; ZURAYK, RAMI; RIVERA, JUAN A.; DE VRIES, WIM; SIBANDA, LINDIWE MAJELE; AFSHIN, ASHKA; CHAUDHARY, ABHISHEK; HERRERO, MARIO; AGUSTINA, RINA; BRANCA, FRANCESCO; LARTEY, ANNA; FAN, SHENGGEN; CRONA, BEATRICE; FOX, ELIZABETH; BIGNET, VICTORIA; TROELL, MAX; LINDAHL, THERESE; SINGH, SUDHVIR; CORNELL, SARAH E.; REDDY, K. SRINATH; NARAIN, SUNITA; NISHTAR, SANIA; MURRAY, CHRISTOPHER J.L. Food in the Anthropocene: the EAT. *The Lancet Commissions*, v. 393, n. 10170, 2019, p. 447-492.

[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)