

PARTE **04**

Sistemas alimentarios sostenibles

Capítulo XI: Alimentación del futuro

Capítulo XII: La nutrición como ciencia



CAPITULO

11



ALIMENTACIÓN DEL FUTURO



Alimentación del futuro

Food of the future

Arteaga-Almeida, Cristina   Bustillos-Ortiz, Alcides Alberto ²  

Bustillos-Ortiz, Diana Isabel ³  

1 Ecuador, Ambato, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Nutrición y Dietética, Grupo de Investigación NUTRIGENX

2 Ecuador, Ambato, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Medicina, Grupo de Investigación NUTRIGENX

3 Ecuador, Ambato, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Nutrición y Dietética

 DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/egaea.cl.2022.35>

Resumen: Tener una perspectiva de la alimentación del futuro es crucial, debido a los desafíos ambientales, sociales y de salud en la actualidad. El cambio climático y la deforestación hacen necesario encontrar formas sostenibles de producir alimentos. La inseguridad alimentaria y la desigualdad persisten, afectando a millones de personas. Además, las dietas poco saludables son una de las principales causas de problemas de salud globales, como la obesidad y enfermedades crónicas no transmisibles. Los alimentos del futuro, como proteínas de hongos e insectos, ofrecen soluciones prometedoras. Así como las tecnologías emergentes, como la agricultura de precisión y la carne cultivada en laboratorio, pueden mejorar la sostenibilidad alimentaria. Considerar la sostenibilidad en la dieta y la reducción del desperdicio son medidas necesarias y urgentes para frenar el calentamiento global. A través de enfoques innovadores y cambios en la alimentación, podemos mejorar la salud humana y proteger el medio ambiente.

Palabras clave: Alimentación futura, Cambio climático, Desperdicio, Innovación

Abstract:

Having a perspective of the food of the future is crucial, due to the environmental, social and health challenges of today. Climate change and deforestation make it necessary to find sustainable ways of producing food. Food insecurity and inequality persist, affecting millions of people. Furthermore, unhealthy diets are one of the main causes of global health problems, such as obesity and chronic non-communicable diseases. Foods of the future, such as fungal and insect proteins, offer promising solutions. Just as emerging technologies, such as precision agriculture and lab-grown meat, can improve food sustainability. Considering sustainability in the diet and reducing waste are necessary and urgent measures to stop global warming. Through innovative approaches and dietary changes, we can improve human health and protect the environment.

Keywords: Future food, Climate change, Waste, Innovation.

11.1. Introducción

El capítulo "Alimentación del Futuro" aborda las transformaciones y desafíos en la alimentación humana. Se exploran soluciones para los problemas del sistema alimentario y cómo podrían cambiar nuestros hábitos alimentarios, (Thornton, 2010). Se analizan avances como la agricultura vertical y la carne cultivada en laboratorio, con beneficios y desafíos, junto con sus implicaciones éticas y ambientales (Foley et al., 2011). Se destaca la sostenibilidad en la alimentación, desde dietas basadas en plantas hasta la reducción del desperdicio de alimentos. Se consideran las perspectivas futuras sobre las dietas y sistemas de producción de alimentos, y las implicaciones éticas y culturales. Ha surgido un interés creciente en los "alimentos del futuro" como soluciones para mejorar la salud humana y la sostenibilidad del planeta. Estos incluyen proteínas alternativas de hongos e insectos, y enfoques como la agricultura vertical y la acuaponía, (Springmann et al., 2018). Se plantean preguntas sobre su comparación con dietas tradicionales, integración cultural, regulación y seguridad, (Godfray et al., 2018). A lo largo del capítulo, se destaca la investigación emergente en este campo de la alimentación humana.

11.2. Resultados

11.2.1. Importancia de considerar la alimentación del futuro en el contexto de los desafíos ambientales, sociales y de salud que enfrentamos hoy

Considerar la alimentación del futuro es importante, dada la intersección de varios desafíos críticos que enfrentamos en la actualidad, incluyendo problemas ambientales, sociales y de salud.

Primero, desde una perspectiva ambiental, la producción de alimentos es uno de los principales motores del cambio climático, la deforestación y la pérdida de biodiversidad. Para alimentar a una población global creciente, necesitamos encontrar formas de producir alimentos de manera más sostenible, minimizando su impacto en el medio ambiente. (Godfray et al., 2010)

Desde una perspectiva social, la inseguridad alimentaria y la desigualdad en el acceso a alimentos nutritivos siguen siendo problemas graves. Se estima que casi 690 millones de personas en el mundo padecen hambre, y el cambio climático podría exacerbar aún más estos problemas. (FAO, 2020)

Finalmente, desde una perspectiva de salud, las dietas poco saludables están contribuyendo a la epidemia global de obesidad y enfermedades crónicas no

transmisibles, como las enfermedades cardiovasculares y la diabetes. El futuro de la alimentación debe considerar, cómo podemos promover dietas saludables para todos. (Willett et al., 2019)

Estos desafíos interconectados requieren soluciones integrales. Al considerar el futuro de la alimentación, tenemos la oportunidad de replantear nuestro sistema alimentario para que sea más sostenible, equitativo y saludable.

11.2.2. Cambios históricos en la alimentación: Un breve repaso de cómo ha evolucionado nuestra dieta en las últimas décadas.

En las últimas décadas las dietas humanas han experimentado cambios significativos, debido a diversos factores como el desarrollo tecnológico, los cambios socioeconómicos y la globalización. En el siglo XX, la llamada "Revolución Verde" transformó la agricultura con la introducción de variedades de cultivos de alto rendimiento y el uso intensivo de fertilizantes y plaguicidas. Esto llevó a un aumento significativo en la producción de alimentos, especialmente granos básicos como el trigo, el arroz y el maíz, y como resultado, estos alimentos se volvieron más accesibles y formaron una parte más grande de nuestras dietas. (Khush, 2001)

Desde la década de 1950, la industrialización de la producción de alimentos también ha llevado a un aumento en el consumo de alimentos procesados y ultraprocesados. Estos alimentos a menudo son altos en grasas, azúcares y sal, y se ha demostrado que contribuyen a problemas de salud como la obesidad y las enfermedades crónicas no transmisibles. (Moubarac et al., 2013)

Al mismo tiempo, la globalización ha permitido el flujo internacional de alimentos, influyendo en las dietas a medida que los alimentos de todo el mundo se vuelven más accesibles. Este fenómeno ha llevado a una mayor homogeneización de las dietas globales, con una creciente dependencia de un número limitado de cultivos y el desplazamiento de alimentos tradicionales. (Khoury et al., 2014)

En resumen, las dietas han cambiado enormemente en las últimas décadas debido a la industrialización de la producción de alimentos, la Revolución Verde y la globalización. Estos cambios han tenido implicaciones significativas tanto para la salud humana como para el medio ambiente.

11.2.2.1. Innovaciones y avances tecnológicos en la alimentación

En los últimos años, ha habido avances significativos en tecnología, que están cambiando la forma en que producimos, distribuimos y consumimos los

alimentos. A continuación, se presentan algunas de las innovaciones más notables.

Agricultura de precisión: La tecnología de precisión ha permitido a los agricultores optimizar el uso de recursos como agua y fertilizantes, y mejorar el rendimiento de los cultivos. Esto se logra a través del uso de sensores, drones, GPS, teledetección y sistemas de información geográfica. (Tripathi et al., 2023)

Figura 1

Dispositivo de precisión



Nota: Extraído de Kogut (2020)

Agricultura vertical y cultivos en interiores: Estas técnicas permiten cultivar alimentos en espacios urbanos y en áreas donde las condiciones de crecimiento al aire libre no son ideales. Los avances en la iluminación LED y los sistemas hidropónicos y aeropónicos han hecho que estas técnicas sean cada vez más viables. (Kozai et al., 2016)

Figura 2

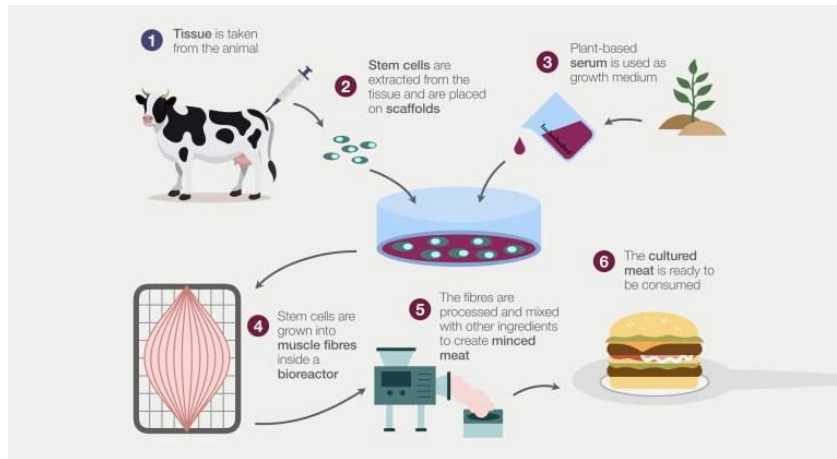
Sistema de agricultura



Nota: Extraído de Portal Food Tech (2022)

Carne cultivada en laboratorio: También conocida como carne celular, esta tecnología utiliza células madre animales para cultivar carne sin la necesidad de criar y sacrificar animales. Aunque aún está en sus primeras etapas, se espera que esta tecnología pueda tener un impacto significativo en la producción de alimentos en el futuro. (Post, 2012)

Figura 3
Cultivo de carne



Nota: Extraído de Arranz (2021)

Comida impresa en 3D: La impresión de alimentos en 3D ofrece la posibilidad de personalizar los alimentos según las necesidades nutricionales individuales y podría permitir formas más eficientes de producir alimentos. (Sun et al., 2015)

Figura 4
Comida impresa



Nota: Extraído de Lucía (2022)

Inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático: Estas tecnologías se están utilizando para mejorar la eficiencia y sostenibilidad en todas las etapas de la cadena alimentaria, desde la predicción de las condiciones de crecimiento de los cultivos hasta el monitoreo de la calidad de los alimentos y la reducción del desperdicio. (Ramirez-Asis et al., 2022)

11.2.3. La alimentación y la sostenibilidad: dietas basadas en plantas e insectos, la reducción del desperdicio de alimentos, y la agricultura orgánica y regenerativa.

11.2.3.1. Algas marinas

Las algas marinas se han destacado como una fuente de alimentos prometedora para el futuro debido a sus numerosos beneficios nutricionales y ambientales.

Beneficios nutricionales: Las algas marinas son una excelente fuente de vitaminas, minerales, antioxidantes, fibra dietética y proteínas. También son una de las pocas fuentes vegetales de yodo, un nutriente esencial que a menudo falta en las dietas basadas en plantas. Además, algunas algas contienen ácidos grasos omega-3, que son importantes para la salud del corazón y del cerebro. (Holdt & Kraan, 2011)

Beneficios ambientales: En comparación con los cultivos terrestres y la producción de proteínas animales, las algas marinas tienen una huella ambiental relativamente baja. No requieren tierra, agua dulce ni fertilizantes para crecer, y pueden ayudar a mitigar el cambio climático al absorber dióxido de carbono del océano. (Duarte et al., 2017)

Uso en la alimentación: Las algas se consumen en muchas culturas, especialmente en Asia, y se espera que su uso se expanda en todo el mundo a medida que buscamos fuentes de alimentos más sostenibles y nutritivas. Además de consumirse directamente, las algas también se pueden utilizar como ingredientes en una variedad de productos alimenticios, desde pasta y pan hasta barras de proteínas y suplementos nutricionales.


Desafíos: A pesar de su potencial, hay varios desafíos que deben abordarse para aumentar el uso de algas marinas como alimento, incluyendo la optimización de su cultivo y cosecha, así como garantizar su seguridad alimentaria y mejorar su aceptación por parte del consumidor. (Kim et al., 2019)

11.2.3.1.1. Tipos de algas marinas y sus aplicaciones

Tabla 1

Tipos de algas marinas y sus aplicaciones

Tipo de Alga	Aplicación	Imagen
Wakame	Ingrediente fundamental para la sopa de miso	
Nori	Existen dos tipos de nori: el nori rojo o nori verde, utilizadas para hacer sushi o para el arroz del desayuno	
Kombu	Elemento imprescindible en la preparación de muchas sopas, salsas y platos de la cocina japonesa, ya que ayuda a potenciar el propio sabor del resto de los ingredientes	
Arame	Alga con sabor dulce, empleada como guarnición en algunas preparaciones	
Hijiki	De color negro o marrón, el volumen del alga deshidratada aumenta más del triple cuando se remoja. Suele servirse como aperitivo	

Tipo de Alga	Aplicación	Imagen
Kanten	Preparado blanquecino que se extrae del alga tengusa (y también del alga ogonori) que se utiliza como gelatina vegetal, con un poder gelificante 10 veces superior a la gelatina animal	
Tosaka	Suele venderse recubierta en sal, por eso hay que remojarla antes de utilizarla como guarnición para el sashimi o para las ensaladas.	

Nota: Extraído de ComerJapones (2009)

11.2.3.2. Hongos y propiedades nutritivas

Los hongos de distintas especies han sido utilizados en la alimentación desde tiempos inmemoriales, pero recientemente han ganado interés como una alternativa sostenible y nutritiva a las fuentes tradicionales de alimentos. Los hongos son ricos en proteínas, vitaminas, minerales y antioxidantes, y se han utilizado tanto en la cocina gourmet como en la alimentación diaria. (Kurtzman, 1975)

Los hongos comestibles son una fuente rica de nutrientes y ofrecen una variedad de sabores y texturas que son apreciadas en muchas culturas alrededor del mundo. Estos son algunos de los hongos comestibles más conocidos:

***Agaricus bisporus*:** Conocido comúnmente como champiñón, es quizás el hongo comestible más popular y ampliamente consumido en el mundo. Puede ser blanco o café, y se encuentra tanto en su forma joven (botón) como en su forma madura (portobello). (Mata et al., 2016)

Figura 5*Agaricus bisporus*

Nota: Extraído de ABC de Sevilla (2022)

***Pleurotus ostreatus*:** Conocido como seta de ostra, se cultiva ampliamente debido a su sabor delicado y su capacidad para crecer en una variedad de sustratos. (Romero-Arenas et al., 2018)

Figura 6*Pleurotus ostreatus*

Nota: Extraído de gone71 (2022)

***Lentinula edodes*:** El shiitake es un hongo comestible de origen asiático y es conocido por sus propiedades medicinales y su sabor umami. (Rivera et al., 2017)

Figura 7*Lentinula edodes*

Nota: Extraído de Picture Mushroom (s.f.)

Boletus edulis: También conocido como porcini o hongo cep, este hongo silvestre es muy apreciado por su sabor y textura en la cocina gourmet. (Zhang et al., 2020)

Figura 8

Boletus edulis



Nota: Extraído de Tripadvisor (s.f.)

Cantharellus cibarius: Conocido como chantarela o rebozuelo, es un hongo silvestre que se encuentra en bosques de coníferas y es apreciado por su sabor distintivo. (Režić Mužinić et al., 2023)

Figura 9

Cantharellus cibarius



Nota: Extraído de Volosina et al. (s.f.)

Morchella: Las morillas son hongos de forma distintiva que tienen un sabor terroso y son muy valoradas, especialmente en la cocina francesa. (Liu et al., 2016)

Figura 10
Morchella



Nota: Extraído de Crespo (2018)

***Tuber magnatum*:** El trufa blanca es uno de los hongos más caros y es conocido por su aroma y sabor distintivos. (Monaco et al., 2022)

Figura 11
Tuber magnatum



Nota: Extraído de seeds-gallery (s.f.)

***Flammulina velutipes*:** Conocido como hongo enoki, es popular en la cocina asiática y tiene un sabor suave y una textura crujiente. (Leifa et al., 2001)

Figura 12
Flammulina velutipes



Nota: Extraído de Pichest et al. (s.f.)

***Amanita caesarea*:** A pesar de pertenecer al género Amanita, que contiene algunas de las especies de hongos más tóxicas, la *A. caesarea*, o hongo César, es comestible y muy apreciada en algunas partes de Europa. (Li et al., 2019)

Figura 13*Amanita caesarea*

Nota: Extraído de Huerta del Corneja (2019)

***Hericium erinaceus*:** Conocido como hongo melena de león debido a su apariencia única, se dice que tiene propiedades nootrópicas y beneficios para la salud cerebral. (Saitsu et al., 2019)

Beneficios nutricionales: Los hongos son altamente valorados en la alimentación por su perfil nutricional, que incluye una serie de beneficios significativos para la salud.

Figura 14*Hericium erinaceus*

Nota: Extraído de Aussie Mushroom Supplies (s.f.)

Fuente de proteínas: Los hongos son una buena fuente de proteínas de alta calidad, lo que los convierte en una opción excelente, especialmente para dietas vegetarianas y veganas. (Kurtzman, 1975)

Ricos en vitaminas y minerales: Los hongos son ricos en vitaminas del grupo B, vitamina D (en especial, los hongos expuestos a la luz UV) y minerales como el selenio y el potasio.

Alto contenido de fibra: Los hongos son una buena fuente de fibra dietética, lo cual es beneficioso para la salud digestiva y puede ayudar en la prevención de enfermedades crónicas como la diabetes tipo 2 y enfermedades del corazón.

Fuente de antioxidantes: Los hongos son una fuente rica de antioxidantes, incluyendo el selenio y los compuestos ergotioneina y glutatión. Los antioxidantes pueden ayudar a proteger el cuerpo contra los daños causados por los radicales libres y reducir el riesgo de enfermedades crónicas. (Kalaras et al., 2017)

Bajos en calorías y grasa: Los hongos son bajos en calorías y grasa, lo que los hace ideales para personas que buscan mantener o reducir su peso. (Council, 2018)

Inmunomoduladores: Algunos hongos contienen beta-glucanos y otros compuestos que pueden tener propiedades inmunomoduladoras, potencialmente mejorando la función del sistema inmune. (Blagodatski et al., 2018)

Estos beneficios nutricionales hacen de los hongos una valiosa adición a la dieta. Además, su versatilidad culinaria permite su inclusión en una amplia variedad de platos y preparaciones. Los hongos son altamente eficientes en términos de producción, requiriendo menos agua y espacio en comparación con otras fuentes de alimento. También pueden ser cultivados en una variedad de subproductos y residuos orgánicos, lo que contribuye a su sostenibilidad. (Grimm & Wösten, 2018)

11.2.3.3. Cactus

Los cactus, especialmente las especies de *Opuntia* (conocidas comúnmente como nopales o tunas), han sido parte de la dieta humana durante siglos en algunas partes del mundo, como México. Sin embargo, su uso en la alimentación se está expandiendo debido a su resistencia a condiciones de sequía y su alto contenido nutricional. Los cactus, particularmente los nopales, son ricos en fibra, antioxidantes, y vitamina C, y pueden tener beneficios para la salud, como la reducción de los niveles de glucosa en la sangre, (El-Mostafa et al., 2014)

Su resiliencia en condiciones de sequía hace que los cactus puedan crecer en condiciones de adversas, lo que los hace potencialmente valiosos para la agricultura en un futuro con cambios climáticos. Su potencial uso en la producción de bioetanol, se están investigando como una posible fuente de bioetanol, lo que podría contribuir a un futuro alimentario y energético más sostenible. Estos usos del cactus en la alimentación y en la agricultura muestran su potencial para contribuir a sistemas alimentarios más sostenibles y resilientes en el futuro. (Pastorelli et al., 2022)

Figura 15
Cactus



Nota: Extraído de Mollejo (2020)

11.2.3.4. Insectos

La entomofagia, o el consumo de insectos, es una práctica común en muchas culturas alrededor del mundo y está ganando reconocimiento como una posible solución a los desafíos futuros de seguridad alimentaria y sostenibilidad.

Figura 16
Insectos



Nota: Extraído de Gourmet de México (2018)

Beneficios nutricionales: Los insectos son una excelente fuente de proteínas, grasas saludables, fibra y micronutrientes, como vitaminas y minerales. Por ejemplo, las grillas, los saltamontes y los gusanos de la harina tienen niveles de proteína comparables a los de la carne de res y el pollo. (Rumpold & Schlüter, 2013)

Beneficios ambientales: En comparación con la ganadería convencional, la cría de insectos tiene un impacto ambiental mucho menor. Los insectos requieren menos agua y alimento, producen menos gases de efecto invernadero y pueden ser criados en espacios pequeños. Además, los insectos pueden ser alimentados con subproductos orgánicos, contribuyendo a una economía circular. (Huis et al., 2013)

Uso en la alimentación: Los insectos pueden ser consumidos directamente o procesados en polvo de proteína para ser utilizados en productos alimenticios, como barras de proteínas, pasta, pan y galletas. También pueden ser usados en la alimentación animal, reemplazando las fuentes convencionales de proteína animal en la alimentación de peces y aves. (Makkar et al., 2014)

Desafíos: A pesar de sus beneficios, existen desafíos para la adopción generalizada de los insectos como alimento, incluyendo las barreras culturales, la necesidad de normas y regulaciones claras, y la optimización de las técnicas de cría de insectos. (Dobermann et al., 2017)

La alimentación y la sostenibilidad: Están cada vez más interconectadas a medida que la sociedad se da cuenta de los efectos significativos de la producción de alimentos en el medio ambiente. Aquí algunos recursos que exploran estos temas:

Dietas basadas en plantas: Las dietas basadas en plantas se están promoviendo como una solución potencial a los desafíos de la sostenibilidad debido a su menor impacto ambiental en comparación con las dietas que dependen mucho de los productos de origen animal. (Springmann et al., 2018)

Reducción del desperdicio de alimentos: La reducción del desperdicio de alimentos puede tener un impacto significativo en la sostenibilidad, al disminuir la cantidad de recursos necesarios para producir alimentos y reducir la cantidad de residuos orgánicos que terminan en los vertederos. (Lipinski et al., 2013)

Agricultura orgánica y regenerativa: Estos enfoques de la agricultura buscan trabajar con la naturaleza para mantener la salud del suelo y reducir la dependencia de los insumos externos, lo que puede tener beneficios tanto para la sostenibilidad como para la salud humana. (LaCanne & Lundgren, 2018)

Estos enfoques y tecnologías emergentes representan algunas de las formas en que la alimentación puede evolucionar para enfrentar los desafíos de la sostenibilidad. Sin embargo, es probable que se necesiten múltiples estrategias para lograr una alimentación verdaderamente sostenible en el futuro.

11.2.4. La nueva pirámide (Plato) nutricional

La pirámide nutricional tradicional se ha reevaluado con frecuencia en las últimas décadas, y es probable que evolucione aún más a medida que consideramos

factores como la sostenibilidad y la incorporación de "alimentos del futuro" como los hongos, los cactus y las proteínas alternativas. Aunque no existe una "nueva pirámide nutricional" universalmente acordada en base a los alimentos del futuro, aquí se describen algunos conceptos emergentes:

Consideración de la sostenibilidad: Las guías dietéticas están comenzando a considerar no solo la salud humana, sino también el impacto de la dieta en el medio ambiente. Por ejemplo, la Dieta Planetaria propuesta por la Comisión EAT-Lancet proporciona recomendaciones dietéticas basadas en la salud y la sostenibilidad, promoviendo el consumo de alimentos de origen vegetal y limitando los de origen animal. (Willett et al., 2019)

La Incorporación de proteínas alternativas: Las proteínas alternativas, como los hongos, los insectos y las proteínas de origen vegetal, pueden ocupar un lugar más destacado en la pirámide nutricional debido a su menor impacto ambiental y su valor nutricional. (Rumpold, 2013)

Estos cambios representan una permutación del enfoque de la nutrición basado exclusivamente en la salud humana hacia una visión más holística que también considera la salud del planeta. Sin embargo, la configuración específica de la pirámide nutricional del futuro aún está en debate y puede variar en función de factores locales y regionales.

11.2.4.1. La dieta ideal

La dieta ideal es un concepto que ha evolucionado con el tiempo y sigue cambiando con las nuevas investigaciones científicas. Además, la dieta ideal puede variar entre individuos debido a factores como la edad, el sexo, el estado de salud, la actividad física y las preferencias personales. Aquí hay algunas consideraciones sobre la dieta ideal, con referencias bibliográficas relevantes:

Equilibrio y variedad: Una dieta ideal debe ser equilibrada y variada, incluyendo una amplia gama de alimentos para obtener todos los nutrientes necesarios. Esto puede incluir frutas, verduras, granos enteros, proteínas magras y grasas saludables. (Agriculture, 2020)

Alimentos de origen vegetal: Las dietas ricas en alimentos de origen vegetal, como frutas, verduras, legumbres, nueces y semillas, se han asociado con una menor incidencia de enfermedades crónicas; así como limitar los alimentos procesados, puesto que una dieta ideal debe limitar el consumo de este tipo de alimentos. que a menudo son altos en azúcares añadidos, grasas saturadas y sodio, recalcando siempre que la dieta ideal, también debe tener en cuenta la sostenibilidad, optando por alimentos que tienen un menor impacto en el medio ambiente cuando sea posible. (Elizabeth et al., 2020)

Personalización: Cada persona es única y, por lo tanto, la dieta ideal puede variar entre individuos. El futuro de la nutrición puede incluir dietas más personalizadas

basadas en el genoma humano, el microbioma y otros factores individuales. (Chen & Wang, 2016)

Lo que conocemos como dieta tradicional, aunque puede variar enormemente dependiendo de la región y la cultura, a menudo se basa en alimentos disponibles localmente y puede o no estar alineada con las directrices nutricionales actuales. Por otro lado, la "dieta ideal" basada en los alimentos del futuro considera tanto la nutrición como la sostenibilidad ambiental. Se mencionan algunas diferencias entre la dieta tradicional y la dieta del futuro.

Fuentes de proteína: Las dietas tradicionales a menudo dependen de las proteínas animales, mientras que las dietas del futuro pueden incluir más proteínas alternativas, como los insectos, los hongos y las proteínas vegetales. (Huis et al., 2013)

Sostenibilidad: Las dietas tradicionales pueden ser más o menos sostenibles dependiendo de los alimentos locales disponibles. Las dietas del futuro deben considerar la sostenibilidad, optando por alimentos que tengan un menor impacto en el medio ambiente. (FAO, 2020)

Alimentos procesados: Muchas dietas tradicionales incluyen alimentos mínimamente procesados, mientras que las dietas modernas a menudo incluyen alimentos altamente procesados. La dieta ideal del futuro probablemente limitaría estos alimentos procesados en favor de los enteros y frescos. (Elizabeth et al., 2020)

Adaptación al cambio climático: Los alimentos del futuro, como los cactus y ciertos tipos de algas, pueden ser más resistentes al cambio climático que los cultivos tradicionales.

Es importante destacar que tanto las dietas tradicionales como las dietas basadas en alimentos del futuro pueden tener sus ventajas y desventajas, y la "dieta ideal" probablemente incorpore elementos de ambas, adaptándose a los cambios en el conocimiento científico y las condiciones ambientales.

11.3. Conclusiones

La alimentación del futuro se perfila como una amalgama de innovación tecnológica, sostenibilidad y adaptabilidad a los retos globales. Con la creciente conciencia sobre el impacto ambiental, la degradación de la biodiversidad y el cambio climático es probable que las fuentes tradicionales de alimentos sean complementadas o incluso reemplazadas por alternativas más sostenibles, como la proteína de insectos, la carne cultivada en laboratorio o los alimentos producidos mediante impresión 3D. Las dietas se orientarán hacia una mayor personalización, basándose en la genómica y la metagenómica, para satisfacer las necesidades específicas de cada individuo. Además, la integración de tecnologías como la inteligencia artificial y la Internet de las Cosas en

la cadena alimentaria permitirá una producción más eficiente, reduciendo el desperdicio y mejorando la distribución. A pesar de los desafíos que enfrentamos, la alimentación del futuro tiene el potencial de ser más inclusiva, nutritiva y sostenible, reflejando una profunda evolución en nuestra relación con lo que comemos.

Referencias Bibliográficas

- ABC de Sevilla. (2022). *Champiñones - Información nutricional, propiedades y beneficios*. ABC de Sevilla. https://sevilla.abc.es/gurme/recetas/alimentos/sevi-champinones-202201191222_noticia.html
- Agriculture, U. S. D. of H. and H. S. y U. S. D. of. (2020). «*Dietary Guidelines for Americans, 2020-2025*».
- Arranz, A. (2022). *Así es la carne cultivada en laboratorios: España cuenta con una de las industrias más potentes del mundo*. *elEconomista*. <https://www.economista.es/sanidad/noticias/11098696/03/21/Asi-es-la-carne-cultivada-en-laboratorios-Espana-cuenta-con-una-de-las-industrias-mas-potentes-del-mundo.html>
- Aussie Mushroom Supplies. (s/f). *Mushroom Kit - Lions Mane (Hericiium erinaceus)*. Aussie Mushroom Supplies. <https://aussiemushroomsupplies.com.au/product/mushroom-kit-australian-lions-mane-hericiium-coralloide/>
- Blagodatski, A., Yatsunskaya, M., Mikhailova, V., Tiasto, V., Kagansky, A., & Katanaev, V. L. (2018). Medicinal mushrooms as an attractive new source of natural compounds for future cancer therapy. *Oncotarget*, 9(49), 29259-29274. <https://doi.org/10.18632/oncotarget.25660>
- Chen, P. Z., & Wang, H. (2016). Precision nutrition in the era of precision medicine. *Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi*, 50(6), 1036-1042. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2016.12.004>
- ComerJapones. (2009). *11 tipos de algas y sus aplicaciones*. Comerjapones.com. <https://comerjapones.com/algas>
- Council, T. M. (2018). *Nutrition and health benefits of mushrooms*. To-Jo. <https://to-jo.com/nutrition-and-health-benefits-of-mushrooms/>
- Crespo, C. (2018). *Antecedentes para la producción y cultivo de Morchella*. Portalfruticola.com. <https://www.portalfruticola.com/noticias/2018/05/23/antecedentes-para-la-produccion-de-morchella/>
- Dobermann, D., Swift, J. A., & Field, L. M. (2017). Opportunities and hurdles of edible insects for food and feed. *Nutrition Bulletin*, 42(4), 293-308. <https://doi.org/10.1111/nbu.12291>

- Duarte, C. M., Wu, J., Xiao, X., Bruhn, A., & Krause-Jensen, D. (2017). Can Seaweed Farming Play a Role in Climate Change Mitigation and Adaptation? *Frontiers in Marine Science*, 4. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00100>
- Elizabeth, L., Machado, P., Zinöcker, M., Baker, P., & Lawrence, M. (2020). Ultra-Processed Foods and Health Outcomes: A Narrative Review. *Nutrients*, 12(7), 1955. <https://doi.org/10.3390/nu12071955>
- El-Mostafa, K., El Kharrassi, Y., Badreddine, A., Andreoletti, P., Vamecq, J., El Kebbaj, M., Latruffe, N., Lizard, G., Nasser, B., & Cherkaoui-Malki, M. (2014). Nopal Cactus (*Opuntia ficus-indica*) as a Source of Bioactive Compounds for Nutrition, Health and Disease. *Molecules*, 19(9), 14879-14901. <https://doi.org/10.3390/molecules190914879>
- FAO. (2020). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2020*. FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. <https://doi.org/10.4060/ca9692en>
- Foley, J. A., Ramankutty, N., Brauman, K. A., Cassidy, E. S., Gerber, J. S., Johnston, M., Mueller, N. D., O'Connell, C., Ray, D. K., West, P. C., Balzer, C., Bennett, E. M., Carpenter, S. R., Hill, J., Monfreda, C., Polasky, S., Rockström, J., Sheehan, J., Siebert, S., ... Zaks, D. P. M. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478(7369), 337-342. <https://doi.org/10.1038/nature10452>
- Godfray, H. C. J., Aveyard, P., Garnett, T., Hall, J. W., Key, T. J., Lorimer, J., Pierrehumbert, R. T., Scarborough, P., Springmann, M., & Jebb, S. A. (2018). Meat consumption, health, and the environment. *Science*, 361(6399). <https://doi.org/10.1126/science.aam5324>
- Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S. M., & Toulmin, C. (2010). Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. *Science*, 327(5967), 812-818. <https://doi.org/10.1126/science.1185383>
- gone71, N. (2022). Oyster mushrooms. *Gone71° N*. <https://www.gone71.com/oyster-mushroom-pleurotus-ostreatus/>
- Gourmet de México. (2018). *Insectos comestibles en México que son un manjar*. Gourmet de México: Vive el placer de la gastronomía; Gourmet de México. <https://gourmetdemexico.com.mx/gourmet/cultura/insectos-comestibles-en-mexico-que-son-un-manjar>
- Grimm, D., & Wösten, H. A. B. (2018). Mushroom cultivation in the circular economy. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 102(18), 7795-7803. <https://doi.org/10.1007/s00253-018-9226-8>
- Holdt, S. L., & Kraan, S. (2011). Bioactive compounds in seaweed: functional food applications and legislation. *Journal of Applied Phycology*, 23(3), 543-597. <https://doi.org/10.1007/s10811-010-9632-5>

- Huerta del Corneja. (2019). Huertadelcorneja.com. <https://huertadelcorneja.com/amanita-caesarea-la-seta-de-los-cesares/>
- Huis, A. van, Itterbeeck, J. Van, Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., & Vantomme, P. (2013). *Edible insect's Future prospects for food and feed security*. food and agriculture organization of the United Nations.
- Kalaras, M. D., Richie, J. P., Calcagnotto, A., & Beelman, R. B. (2017). Mushrooms: A rich source of the antioxidants ergothioneine and glutathione. *Food Chemistry*, 233, 429-433. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.109>
- Khoury, C., Bjorkman, A., Dempewolf, H., & Struik, P. C. (2014). Increasing homogeneity in global food supplies and the implications for food security. *Agricultural Science*, 111(11), 4001-4006. <https://doi.org/https://doi.org/10.1073/pnas.131349011>
- Khush, G. S. (2001). Green revolution: the way forward. *Nature Reviews Genetics*, 2(10), 815-822. <https://doi.org/10.1038/35093585>
- Kim, J., Stekoll, M., & Yarish, C. (2019). Opportunities, challenges, and future directions of open-water seaweed aquaculture in the United States. *Phycologia*, 58(5), 446-461. <https://doi.org/10.1080/00318884.2019.1625611>
- Kogut, P. (2020). Agricultura De Precisión: De Los Libros A La Realidad. *EOS Data Analytics*. <https://eos.com/es/blog/agricultura-de-precision/>
- Kozai, T., Takagaki, M., & Niu, G. (2016). *Plant Factory: An Indoor Vertical Farming System for Efficient Quality Food Production*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2014-0-01039-8>
- Kurtzman, R. H. (1975). Mushrooms as a source of food proteins. *Protein nutritional quality of foods and feeds*, 2, 305-318.
- LaCanne, C. E., & Lundgren, J. G. (2018). Regenerative agriculture: merging farming and natural resource conservation profitably. *PeerJ*, 6, e4428. <https://doi.org/10.7717/peerj.4428>
- Leifa, F., Pandey, A., & Soccol, C. R. (2001). Production of *Flammulina velutipes* on coffee husk and coffee spent ground. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 44(2), 205-212. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132001000200015>
- Li, Z., Chen, X., Zhang, Y., Liu, X., Wang, C., Teng, L., & Wang, D. (2019). Protective roles of *Amanita caesarea* polysaccharides against Alzheimer's disease via Nrf2 pathway. *International Journal of Biological Macromolecules*, 121, 29-37. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.09.216>
- Lipinski, B., Hanson, C., Lomax, J., Kitinoja, L., Waite, R., & Searchinger, T. (2013). *Reducing Food Loss and Waste*.

- Liu, C., Sun, Y., Mao, Q., Guo, X., Li, P., Liu, Y., & Xu, N. (2016). Characteristics and Antitumor Activity of Morchella esculenta Polysaccharide Extracted by Pulsed Electric Field. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(6), 986. <https://doi.org/10.3390/ijms17060986>
- Lucía, C. (2022). *Descubre los tipos de comida impresa en 3D y los accesorios 3D para tu cocina*. 3Dnatives. <https://www.3dnatives.com/es/comida-impresa-en-3d-cocina-3d-210520182/>
- Makkar, H. P. S., Tran, G., Heuzé, V., & Ankers, P. (2014). State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science and Technology*, 197, 1-33. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008>
- Mata, G., Medel, R., Callac, P., Billette, C., & Garibay-Orijel, R. (2016). Primer registro de Agaricus bisporus (Basidiomycota, Agaricaceae) silvestre en Tlaxcala y Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(1), 10-17. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.01.019>
- Mollejo, V. (2020). *El cactus, el mejor descubrimiento gastro que harás este año*. El Confidencial. https://www.alimente.elconfidencial.com/bienestar/2020-01-11/comer-cactus-beneficios-salud_1752818/
- Monaco, P., Naclerio, G., Mello, A., & Bucci, A. (2022). Role and potentialities of bacteria associated with Tuber magnatum: A mini review. *Frontiers in Microbiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1017089>
- Moubarac, J.-C., Martins, A. P. B., Claro, R. M., Levy, R. B., Cannon, G., & Monteiro, C. A. (2013). Consumption of ultra-processed foods and likely impact on human health. Evidence from Canada. *Public Health Nutrition*, 16(12), 2240-2248. <https://doi.org/10.1017/S1368980012005009>
- Pastorelli, G., Serra, V., Vannuccini, C., & Attard, E. (2022). Opuntia spp. as Alternative Fodder for Sustainable Livestock Production. *Animals*, 12(13), 1597. <https://doi.org/10.3390/ani12131597>
- Pichest, Amarita, 4nadia, ma-no, Janngam, K., victoriya, Savin, A., Likhodedova, D., Orthosie, Image Source, Dundua, T., Machacekcz, Godruma, Platova, E., Sun, Z., Borisova, S., ahirao_photo, DEMcK, bhofack, ... f9b65183_. (s/f). 7.500+ Seta Enoki Fotografías de stock, fotos e imágenes libres de derechos - iStock. Istockphoto.com. <https://www.istockphoto.com/es/fotos/seta-enoki>
- Picture Mushroom. (s/f). Shiitake. Picture Mushroom. https://picturemushroom.com/wiki/Lentinula_edodes.html
- Portal Food Tech. (2022). *Desarrollan un sistema de agricultura vertical de interior*. Industriaalimentaria.org. <https://www.industriaalimentaria.org/blog/contenido/desarrollan-un-sistema-de-agricultura-vertical-de-interior>

- Post, M. J. (2012). Cultured meat from stem cells: Challenges and prospects. *Meat Science*, 92(3), 297-301. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.04.008>
- Ramirez-Asis, E., Vilchez-Carcamo, J., Thakar, C. M., Phasinam, K., Kassanuk, T., & Naved, M. (2022). A review on role of artificial intelligence in food processing and manufacturing industry. *Materials Today: Proceedings*, 51, 2462-2465. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.11.616>
- Režić Mužinić, N., Veršić Bratinčević, M., Grubić, M., Frleta Matas, R., Čagalj, M., Visković, T., & Popović, M. (2023). Golden Chanterelle or a Gold Mine? Metabolites from Aqueous Extracts of Golden Chanterelle (*Cantharellus cibarius*) and Their Antioxidant and Cytotoxic Activities. *Molecules*, 28(5), 2110. <https://doi.org/10.3390/molecules28052110>
- Rivera, O. A., Albarracín, W., & Lares, M. (2017). Componentes Bioactivos del Shiitake (*Lentinula edodes* Berk. Pegler) y su impacto en la salud. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 36(3). http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-02642017000300003
- Romero-Arenas, O., Ita Valencia, M. Á., António, R.-T., Villarreal, T.-S., Espino-Barros Oscar, & Huato, D. (2018). Capacidad productiva de *Pleurotus Ostreatus* utilizando alfalfa deshidratada como suplemento en diferentes sustratos agrícolas. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 15(2), 145-160.
- Rumpold, B. A., & Schlüter, O. K. (2013). Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition & Food Research*, 57(5), 802-823. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201200735>
- Saitsu, Y., Nishide, A., Kikushima, K., Shimizu, K., & Ohnuki, K. (2019). Improvement of cognitive functions by oral intake of *Hericium erinaceus*. *Biomedical Research*, 40(4), 125-131. <https://doi.org/10.2220/biomedres.40.125>
- seeds-gallery. (s/f). *Mycélio de Trufa Blanca (Tuber magnatum)*. Seeds Gallery Shop. <https://www.seeds-gallery.shop/es/inicio/mycelio-de-trufa-blanca-tuber-melanosporum.html>
- Springmann, M., Clark, M., Mason-D'Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B. L., Lassaletta, L., de Vries, W., Vermeulen, S. J., Herrero, M., Carlson, K. M., Jonell, M., Troell, M., DeClerck, F., Gordon, L. J., Zurayk, R., Scarborough, P., Rayner, M., Loken, B., Fanzo, J., ... Willett, W. (2018). Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature*, 562(7728), 519-525. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0594-0>
- Sun, J., Peng, Z., Yan, L., Fuh, J., & Hong, G. S. (2015). 3D food printing—An innovative way of mass customization in food fabrication. *International Journal of Bioprinting*. <https://doi.org/10.18063/IJB.2015.01.006>

- Thornton, P. K. (2010). Livestock production: recent trends, future prospects. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1554), 2853-2867. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0134>
- Tripadvisor. (s/f). *Photo: Boletus Edulis, frecuentemente en bosques de pino. También conocida como boleto, hongo, hongo blanco, hongo pambazo o seta calabaza.* Tripadvisor. https://www.tripadvisor.com/LocationPhotoDirectLink-g187456-d2364357-i425562872-Casa_Camara-Pasajes_Province_of_Guipuzcoa_Basque_Country.html
- Tripathi, P., Kumar, N., Rai, M., Shukla, P. K., & Verma, K. N. (2023). *Applications of Machine Learning in Agriculture* (pp. 99-118). <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-6418-2.ch006>
- Volosina, Eetum, Gala_Kan, ValentynVolkov, Olgaorly, MarkMirror, Parthen, T., MmeEmil, Vaivirga, IvancoVlad, Solnuha, 5ugarless, tycoon, Lazunova, T., Lytvynovych, I., Paciello, M., Nikitinskiy, A., Santa_Ri, LICreate, ... Sidorova, A. (s/f). 27.700+ *Cantharellus Cibarius Fotografías de stock, fotos e imágenes libres de derechos - iStock.* Istockphoto.com. <https://www.istockphoto.com/es/fotos/cantharellus-cibarius>
- Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., Jonell, M., Clark, M., Gordon, L. J., Fanzo, J., Hawkes, C., Zurayk, R., Rivera, J. A., De Vries, W., Majele Sibanda, L., ... Murray, C. J. L. (2019). Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 393(10170), 447-492. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)
- Zhang, H., Huang, D., Pu, D., Zhang, Y., Chen, H., Sun, B., & Ren, F. (2020). Multivariate relationships among sensory attributes and volatile components in commercial dry porcini mushrooms (*Boletus edulis*). *Food Research International*, 133, 109112. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109112>

