

Sonia Otero Estévez | Sandra Sánchez Sánchez (coords.)

Caminando hacia una alimentación sostenible en Asturias



**Caminando hacia una alimentación
sostenible en Asturias**

Caminando hacia una alimentación sostenible en Asturias



SONIA OTERO ESTÉVEZ
SANDRA SÁNCHEZ SÁNCHEZ
(coords.)

EDICIONES TREA

Primera edición: septiembre de 2024

© del texto: los autores de cada capítulo, 2024

© de esta edición: Ediciones Trea, S. L.
Polígono de Somonte / María González la Pondala, 98, nave D
33393 Somonte-Cenero. Gijón (Asturias)
Tél.: 985 303 801 / Fax: 985 303 712
trea@trea.es / www.trea.es

Dirección editorial: Álvaro Díaz Huici
Producción: Patricia Laxague Jordán
Impresión: Gráficas Ulzama

D. L.: AS 00021-2024
ISBN: 978-84-10263-31-4

Impreso en España. Printed in Spain

Todos los derechos reservados. No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea este electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo por escrito de Ediciones Trea, S. L.

La Editorial, a los efectos previstos en el artículo 32.1 párrafo segundo del vigente TRLPI, se opone expresamente a que cualquiera de las páginas de esta obra o partes de ella sean utilizadas para la realización de resúmenes de prensa.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47).

Índice

Consorcio COMENSAL ¿Está la sociedad asturiana preparada para la sostenibilidad alimentaria?	9
CECILIA DÍAZ MÉNDEZ	
<i>Grupo de Investigación en Sociología de la Alimentación de la Universidad de Oviedo</i>	

CONTEXTUALIZANDO LA SOSTENIBILIDAD EN EL SISTEMA ALIMENTARIO ASTURIANO

1. ¿Es nuestra alimentación sostenible? Percepciones de los agentes clave de la cadena agroalimentaria	23
NEREA ESMORÍS VARELA y SONIA OTERO ESTÉVEZ	
<i>Grupo de Investigación en Sociología de la Alimentación de la Universidad de Oviedo</i>	
2. Indicadores de sostenibilidad. Aplicación al sector agroalimentario en Asturias	37
BEATRIZ GARCÍA CORNEJO, LUIS OREA SÁNCHEZ, JOSÉ ANTONIO PÉREZ MÉNDEZ y ALAN WALL	
<i>Oviedo Efficiency Group de la Universidad de Oviedo</i>	
3. La incidencia de la Ley de residuos y suelos contaminados para una economía circular en el fomento de una alimentación saludable	55
MARCOS M. PASCUAL GONZÁLEZ	
<i>Grupo de Investigación de Derecho Financiero y Tributario de la Universidad de Oviedo</i>	
4. Panorama de los biorresiduos alimentarios en Asturias	67
JOSÉ MANUEL GONZÁLEZ LA FUENTE y LAURA MEGIDO FERNÁNDEZ	
<i>Cogersa</i>	

EXPLORANDO LAS BARRERAS, LIMITACIONES Y SOLUCIONES PARA TRANSITAR HACIA LA SOSTENIBILIDAD ALIMENTARIA

5. Barreras de la producción, la distribución y la industria alimentaria para avanzar hacia la sostenibilidad	83
LYDIA CASTELLANOS HEVIA y SANDRA SÁNCHEZ SÁNCHEZ	
<i>Grupo de Investigación en Sociología de la Alimentación de la Universidad de Oviedo</i>	

- 6. Actitudes y prácticas de sostenibilidad alimentaria de los consumidores asturianos** 101
 ADRIÁN ÁLVAREZ RODRÍGUEZ e ISABEL GARCÍA ESPEJO
Grupo de Investigación en Sociología de la Alimentación de la Universidad de Oviedo
- 7. Educación, sensibilización e información ambiental: claves en la gestión sostenible de los biorresiduos alimentarios** 115
 ELENA FERNÁNDEZ MARTÍNEZ
Cogersa
- 8. ¿Influye el sistema productivo sobre el bienestar animal y la calidad de la carne de vacuno?** 129
 VERÓNICA SIERRA SÁNCHEZ, LAURA GONZÁLEZ BLANCO, JAIRO GARCÍA RODRÍGUEZ,
 ANA CASTAÑO FERNÁNDEZ, MARÍA JOSEFA GARCÍA ESPINA, JOSÉ ANTONIO GONZÁLEZ,
 SERGIO JOSÉ MARQUÉS PRENDES y MAMEN OLIVÁN GARCÍA
Serida
- 9. Moléculas en la leche que nos cuentan la vida de la vaca** 141
 LOUBNA AL-QASSIM, SENÉN DE LA TORRE SANTOS, SERGIO FORCADA MAZO,
 ADELA MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, SILVIA BAIZÁN GONZÁLEZ, ROCÍO ROSA GARCÍA,
 MARIO MENÉNDEZ MIRANDA, FERNANDO VICENTE MAINAR y LUIS ROYO MARTÍN
Serida
- 10. Vida útil como herramienta de sostenibilidad** 153
 PELAYO GONZÁLEZ GONZÁLEZ | NATALIA PRADO MARRÓN | JUAN DÍAZ GARCÍA
Asincar
- DIALOGANDO CON LOS AGENTES PARA CONSTRUIR UN CAMINO COMPARTIDO
 HACIA LA SOSTENIBILIDAD ALIMENTARIA
- 11. Consensos y conflictos: discursos en torno a la sostenibilidad alimentaria** 171
 CECILIA DÍAZ MÉNDEZ y SONIA OTERO ESTÉVEZ
Grupo de Investigación en Sociología de la Alimentación de la Universidad de Oviedo

Vida útil como herramienta de sostenibilidad

PELAYO GONZÁLEZ GONZÁLEZ | NATALIA PRADO MARRÓN

JUAN DÍAZ GARCÍA

ASINCAR centro tecnológico

RESUMEN

Una correcta gestión de la vida útil y su optimización utilizando las tecnologías más adecuadas para cada tipo de alimento ofrece a las empresas una potente herramienta para facilitar la reducción del desperdicio alimentario en la distribución y en el hogar del consumidor.

PALABRAS CLAVE: sostenibilidad, desperdicio, vida útil, envases, sensórica

INTRODUCCIÓN

El concepto de sostenibilidad, que surgió a finales del siglo xx, ha ido adquiriendo cada vez mayor importancia estos últimos años, especialmente en el ámbito político, al hacerse evidentes las consecuencias medioambientales que el desarrollo económico puede tener sobre el planeta. A partir de esta situación, se ha visto necesario explorar una nueva forma de desarrollo económico que permita satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones, garantizando un equilibrio entre el crecimiento económico, el cuidado del medio ambiente y el bienestar social.

Una de las líneas de actuación críticas para garantizar la sostenibilidad es la alimentación. Esta expresa como ninguna otra la cuestión de la necesidad de equilibrar una necesidad básica de las personas, que es el acceso a alimentos seguros, saludables y a un coste adecuado con el impacto ambiental que la producción de alimentos puede generar. Derivado de ello, en estos últimos años se ha ampliado el conocimiento del impacto en los recursos naturales (impacto hídrico, huella de carbono, etc.) de la producción de los diferentes tipos de alimentos, y se ha tomado conciencia sobre las pérdidas de alimentos y el desperdicio alimentario como una cuestión que debe ser tratada y reducida dentro de una estrategia global de sostenibilidad del



planeta. Es importante resaltar que no podemos hablar únicamente de los impactos ambientales y económicos, ya que existen implicaciones sociales y éticas derivadas de la situación de una distribución desigual de los alimentos en donde existe hambre y malnutrición de forma estructural en determinadas regiones del mundo.

La reducción del desperdicio alimentario no es solo una cuestión de responsabilidad individual, sino que también requiere de la colaboración entre los diferentes actores involucrados. Así, la industria alimentaria, la distribución, organismos públicos y consumidores desempeñan un papel crucial en la implementación de estrategias efectivas.

Antes de continuar, conviene definir los términos usados para acotar de lo que hablamos. Esto es importante ya que, a día de hoy, no hay un consenso entre la comunidad científica y las instituciones políticas para definir el concepto de desperdicio alimentario. Para este capítulo, seguimos la clasificación dada por la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO), que distingue entre pérdidas de alimentos y desperdicio alimentario. En este capítulo nos centraremos en este segundo concepto, que podemos definir como las pérdidas de alimentos que se producen en la etapa de la cadena que va desde la industria manufacturera, la distribución, hasta el consumidor final.

A nivel mundial, más de la mitad del desperdicio alimentario se produce en los países industrializados (Europa, Oceanía, Norteamérica y los países asiáticos industrializados China, Japón y Corea del Sur) (Katsarova, 2016). Fijándonos en Europa y en concreto en la Unión Europea, se estima que en la UE se generan unos 88 millones de toneladas de desperdicio alimentario, con una media de desperdicio de 131 kg por habitante (Eurostat, 2023).

El abordaje de la sostenibilidad y el desperdicio alimentario ha tenido un fuerte impulso político en la UE que se ha manifestado también en la estrategia de investigación e innovación. Se han ido proponiendo actuaciones para la reducción del desperdicio alimentario en cada una de las etapas (industria transformadora, distribución y consumidor) (EU Platform on Food Losses and Food Waste, 2019). El conocimiento del problema y la concienciación sobre el mismo parece que empiezan a tener resultados en la disminución del desperdicio alimentario (Dirección General de la Industria Alimentaria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021). Sin embargo, la complejidad del problema hace que el abordaje de las soluciones deba ser multifactorial y es en este abordaje donde creemos que la gestión de la vida útil de los alimentos puede ser una herramienta más para ello. Además, se trata de una herramienta cuya implementación y acción depende de la industria transformadora, una industria que ha adquirido conciencia del problema y que ha empezado a tomar medidas para reducir el desperdicio (Secretaría General Técnica. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2020).

Concretemos cómo una correcta gestión de la vida útil de los alimentos puede ayudar en la reducción del desperdicio alimentario. Para ello debemos señalar la relación de la vida útil de los alimentos con el desperdicio.

En primer lugar, señalemos que los datos a nivel global, a nivel de la Unión Europea y a nivel nacional son consistentes en que la mayoría del desperdicio alimentario ocurre a nivel del consumidor final, es decir, en los hogares (Katsarova, 2016; Eurostat, 2023; Dirección General de la Industria Alimentaria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021). Al analizar la distribución de los sectores que generan este desperdicio observamos que este se produce principalmente, en un 54 %, en los hogares, un 20 % de la industria transformadora y un 7 % de la gran distribución. Resaltar que se estima que los problemas de etiquetado de los alimentos y la mala interpretación de los indicativos de consumo preferente y fecha de caducidad en el etiquetado de los alimentos, cuestiones relacionadas con la vida útil del producto generan el 10 % de los 88 millones de toneladas de desperdicio (Comisión Europea, 2018). En la misma línea, el desperdicio alimentario en los hogares españoles se produce en un 80 % en el producto sin utilizar debido, en su mayoría, a cuestiones relacionadas con la vida útil.

Si bien se han propuesto recomendaciones a los diferentes elementos de la cadena para lograr disminuir el desperdicio alimentario (concienciación de industria, distribución y consumidores, reutilización de subproductos, descuentos de los alimentos a punto de caducar), es previsible llegar a un punto de rendimientos decrecientes, por lo que añadir nuevas estrategias siempre es deseable. En este sentido creemos que la correcta gestión de la vida útil no se ha usado lo suficiente para desarrollar todo su potencial. Esta nueva forma de gestión de la vida útil se puede realizar mediante dos vías. Por un lado, está dirigida al aumento de la vida útil de los alimentos, incrementando el periodo de tiempo en que el alimento pueda ser consumido y reduciendo pérdidas asociadas a fallos logísticos, a la dificultad de casar oferta y demanda, etc. Por otro lado, mediante el conocimiento de forma precisa e incluso individualizada de la vida útil de cada lote, se permitirá una gestión activa del mismo permitiendo decisiones logísticas y comerciales que hagan que el alimento sea consumido dentro de su vida útil evitando el desperdicio del mismo.

A continuación, mostraremos los principales factores que influyen en la vida útil de los alimentos y presentaremos la metodología científica desarrollada para su determinación de manera efectiva. El conocimiento de estos factores y su aplicación adecuada serán fundamentales para implementar las estrategias de gestión de vida útil de los alimentos y contribuir así a la reducción de los desperdicios alimentarios en el marco de la sostenibilidad global.

FACTORES DE DETERIORO DE LOS ALIMENTOS

La prevención del desperdicio alimentario, como ya se ha indicado, es una prioridad en la Unión Europea, por lo que existen diferentes estrategias para tratar de incrementar la vida útil de los alimentos sin comprometer en ningún momento la seguridad alimentaria.



La vida útil habitualmente se define como el periodo de tiempo durante el cual un producto alimenticio es seguro y apto para su consumo, tras la fabricación y envasado, y en las condiciones definidas de almacenamiento. Un alimento a lo largo de la vida útil debe conservar en condiciones adecuadas sus características sensoriales, químicas, físicas, funcionales o microbiológicas, y cumplir con cualquier declaración de información nutricional de la etiqueta, cuando se almacene de acuerdo con las condiciones recomendadas.

En nuestro entorno, la primera referencia en textos legales con relación a la vida útil de los alimentos aparece en el Reglamento (CE) n.º 178/2002 en el que se establecen los requisitos de seguridad alimentaria. En el mismo se indica que, para determinar si un alimento es apto para el consumo humano, debe tenerse en cuenta si puede estar contaminado, putrefacto, deteriorado o descompuesto, en cuyo caso se consideraría inaceptable (Reglamento (CE) n.º 178/2002).

Posteriormente, en el Reglamento (CE) n.º 2073/2005 aparece explícito el concepto *vida útil* desde un punto de vista microbiológico, indicando que, entre las medidas que las empresas deben adoptar, están entre otras la determinación de la vida útil de sus productos (Reglamento (CE) n.º 2073/2005). Finalmente, en el Reglamento (CE) n.º 1169/2011, relativo a la información facilitada al consumidor en el etiquetado, se señala, entre la lista de menciones obligatorias, la necesidad de indicar la fecha de duración mínima o fecha de caducidad de los alimentos (Reglamento (UE) n.º 1169/2011).

La seguridad de los alimentos es, por tanto, además de un aspecto fundamental, un requisito legal y está vinculada a la vida útil de los mismos. Por otro lado, la seguridad alimentaria y la vida útil de los alimentos están estrechamente relacionadas. Esto viene derivado del hecho de que los factores que están encaminados a un control de la seguridad alimentaria habitualmente son los mismos que previenen el deterioro alimentario, particularmente en aquellos que están relacionados con el crecimiento microbiano (Man, 2022).

La responsabilidad en el establecimiento de la vida útil la tienen los explotadores de las empresas alimentarias. Es por ello por lo que una de las principales cuestiones que preocupan a los operadores alimentarios es determinar la vida útil que tienen sus productos. Aquellos alimentos altamente perecederos, y que después de un periodo corto de tiempo puedan constituir un peligro inmediato para la salud, deberán establecer una fecha de caducidad, momento a partir del cual el producto no debe ser consumido. En aquellos alimentos no altamente perecederos se podrán marcar con la fecha de consumo preferente.

Así, en el establecimiento de la vida útil es importante diferenciar aquellos alimentos en los que su consumo tras superar la vida útil establecida puede suponer un riesgo para la salud como consecuencia del crecimiento de microorganismos patógenos, frente a aquellos alimentos cuyo deterioro viene derivado del crecimiento de microorganismos alterantes, no patógenos. No obstante, la vida útil no viene únicamente determinada por el deterioro vinculado al crecimiento de los microor-

ganismos, las reacciones por las que los alimentos se deterioran son complejas y habitualmente son varios los factores implicados. Conocer en cada caso los mecanismos implicados en el deterioro de los alimentos permite identificar y controlar aquellos factores que tienen una mayor repercusión sobre la vida útil.

Entre los principales factores responsables del deterioro de los alimentos estarían la transferencia de vapor de agua u otros compuestos, cambios químicos y/o bioquímicos, oxidación de grasas, oxidación de pigmentos, oxidación de vitaminas, hidrólisis, pardeamiento no enzimático, pardeamiento enzimático, cambios inducidos por la exposición a la luz o cambios microbiológicos. Estos factores de deterioro pueden causar a lo largo del tiempo de conservación una reducción de la calidad de los alimentos desde un punto de vista fisicoquímico, microbiológico, sensorial y/o funcional.

Por todo lo expuesto, en la determinación de la vida útil habría que diferenciar el término referido a vida útil segura, basado en el potencial de crecimiento de microorganismos, ya sea de patógenos o de sus toxinas a lo largo del tiempo y que puedan comprometer la seguridad del alimento, frente a la vida útil relacionada con la calidad de un producto durante su periodo de conservación y vinculada a aspectos sensoriales. La vida útil relacionada con la calidad del producto es consecuencia de cambios microbiológicos producidos por microorganismos alterantes o por otro tipo de factores vinculados al deterioro y ya mencionados anteriormente (EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ), 2020).

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA VIDA ÚTIL DURANTE EL ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO

Los factores que afectan al crecimiento microbiano sobre una matriz alimentaria y, por tanto, a la vida útil de los alimentos, están clasificados en factores intrínsecos o asociados a la propia matriz y factores extrínsecos, asociados al entorno del alimento.

Factores intrínsecos

Como ya viene siendo comentado, los factores intrínsecos son aquellos que están relacionados con la propia matriz alimentaria. Algunos de estos factores están asociados íntimamente a dicha matriz y otros son consecuencia de los procesos tecnológicos a los que esta se ve sometida. Los factores intrínsecos que más influencia tienen en la proliferación microbiana son, entre otros, la actividad de agua (a_w), el pH y la capacidad tampón, los nutrientes, el potencial redox, la propia microbiota del alimento o la presencia de sustancias antimicrobianas, que pueden ser añadidas o bien presentes de forma natural como ocurre en los procesos fermentativos.



Desde un punto de vista microbiológico son la a_w y el pH los factores intrínsecos más relevantes en el crecimiento, tanto de alterantes como patógenos en los alimentos. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que generalmente las matrices alimentarias están compuestas por la combinación de diferentes ingredientes y sometidas a procesos tecnológicos que hacen que estos factores intrínsecos se vean modificados.

Factores extrínsecos

Los factores extrínsecos son aquellos que influyen en la conservación del alimento, pero no dependen de la propia matriz. Serían aquellos relacionados con el perfil tiempo-temperatura de almacenamiento, la humedad relativa, la exposición a la luz, composición de la atmósfera de envasado, materiales de envasado, condiciones de distribución, manejo del consumidor, etc.

El efecto de la temperatura sobre la velocidad de degradación es ampliamente conocido y, conforme aumenta la temperatura, aumenta la degradación de los alimentos. Es también el factor extrínseco que más influye en la proliferación microbiana.

Metodología de determinación de la vida útil

Existen diferentes métodos para determinar la vida útil de los alimentos y pueden utilizarse de forma individual o combinada.

Estudio de bibliografía científica

La revisión de datos científicos proporciona información relevante sobre la vida útil de los alimentos y su empleo es de gran utilidad para demostrar las condiciones tanto intrínsecas como extrínsecas que favorecen o inhiben la proliferación microbiana, siendo una herramienta que apoya otro tipo de estudios.

Estudios de durabilidad

Los estudios de estabilidad o durabilidad a tiempo real consisten en almacenar un producto, generalmente envasado, en condiciones normales y evaluarlo a intervalos regulares de tiempo. Son estudios considerados muy realistas, ya que se realizan habitualmente sobre unidades comerciales en las que las condiciones de elaboración, envasado y, sobre todo, la microbiota presente es la del propio producto en cuanto a las cepas, la distribución de los microorganismos y su concentración. Se suelen emplear este tipo de estudios para la evaluación de alimentos perecederos,



en los que los microorganismos suponen un factor relevante de deterioro y pueden ser cuantificados.

Vida útil secundaria

Los estudios de vida útil secundaria consisten en evaluar el periodo de tiempo durante el cual un alimento mantiene sus atributos de calidad o de seguridad alimentaria, una vez abierto el envase y bajo unas condiciones establecidas de almacenamiento (tiempo y temperatura). El procedimiento es el mismo que para los estudios de durabilidad y su objetivo es garantizar la seguridad para el consumidor en las condiciones previstas de uso.

Estudios acelerados

Los estudios acelerados vienen de la necesidad de obtener datos en periodos más cortos de tiempo como en productos de larga vida útil o en el desarrollo de nuevos productos donde no es posible realizar un estudio de durabilidad previo a su comercialización. La dificultad radica en escoger el modelo adecuado de degradación y predecir así la vida útil. De manera general, consiste en someter al alimento a unas condiciones controladas en las que uno o más factores extrínsecos se mantienen a niveles más altos de lo normal, lo que provoca una aceleración en la tasa de degradación (Corradini, 2018).

Microbiología predictiva

La microbiología predictiva consiste en el uso de modelos matemáticos que permiten cuantificar el crecimiento microbiano en función de aspectos intrínsecos (por ejemplo, el pH o la aw) y/o aspectos extrínsecos (por ejemplo, la atmósfera de conservación). Existen también modelos para el estudio de la inhibición de la inactivación de microorganismos en los alimentos.

La ventaja de este tipo de herramientas es que permite obtener resultados de manera inmediata y es especialmente interesante en el desarrollo de nuevas formulaciones, cambio en las condiciones de envasado, etc. Una de las limitaciones es que en ocasiones estos modelos están basados en condiciones de laboratorio y muchas veces sobreestiman el crecimiento microbiano, mientras que los modelos desarrollados sobre matrices alimentarias reales proporcionan resultados más realistas (ISO20976-1).



Estudios de desafío o Challenge test

Los estudios de Challenge test proporcionan información sobre el crecimiento, supervivencia o inactivación de microorganismos en alimentos inoculados bajo unas condiciones de producción o almacenamiento dadas. El objeto de la realización de ensayos de Challenge test de crecimiento es determinar la proliferación y/o supervivencia de un microorganismo determinado, con el fin de garantizar la seguridad alimentaria en procesos productivos de elaboración de alimentos y/o en condiciones de almacenamiento a lo largo de la vida útil.

Los ensayos de desafío o Challenge test consisten en contaminar intencionadamente un alimento con el microorganismo de interés en cada caso (generalmente un patógeno) y evaluar su comportamiento. Estos estudios permiten evaluar el potencial de crecimiento, es decir, si el patógeno en estudio puede crecer en una matriz alimentaria dada o bien determinar su velocidad de crecimiento en muestras contaminadas de forma deliberada con el patógeno y a una concentración conocida (EURL, 2021).

La metodología del Challenge test es una de las más reconocidas y usadas para el control del sistema APPCC con el fin de garantizar la seguridad y calidad de los alimentos, control de los procesos productivos, control de las condiciones de almacenamiento, ajuste de formulaciones y el establecimiento de recomendaciones de preparación y consumo de los alimentos a los consumidores (Campano, Rivero-Buceta, Fabra y Prieto, 2022). Los estudios de Challenge test tendrán aplicabilidad en:

- Estudios de proceso productivo, ensayos diseñados para evaluar procesos de elaboración.
- Estudios de vida útil, ensayos en producto terminado.

Los estudios Challenge test permiten realizar dos tipos de estudios:

- Estudios de potencial de crecimiento.
- Estudios de cinética de crecimiento.

Todas las herramientas descritas pueden emplearse de forma individual o combinada para proporcionar datos empíricos en relación con la vida útil de los alimentos y permitir el desarrollo de herramientas de control que permitan el incremento de la vida útil y la reducción del desperdicio alimentario.



Estrategias y herramientas futuras para alargar la vida útil contribuyendo a reducir el desperdicio alimentario

Tal y como se ha recogido a lo largo del presente capítulo, estudiar, validar y controlar la vida útil de un alimento puede resultar una herramienta excepcional para reducir el desperdicio alimentario. Es, por tanto, imprescindible que los diferentes eslabones de la cadena alimentaria conozcan, en toda su extensión, lo que supone la vida útil de un alimento, cómo preservarla y cómo tratar de desarrollar acciones que contribuyan a su crecimiento. En el caso particular del consumidor final, el conocimiento y el aprendizaje para interpretar conceptos como «fecha de consumo preferente» y «fecha de caducidad» es básico para que pueda contribuir a evitar la generación de desperdicio alimentario en el hogar.

Además, las actividades de investigación y desarrollo de tecnologías que permitan incrementar la vida útil de un alimento y/o conocerla en tiempo real son de gran interés para todos los agentes involucrados en la producción y transformación de alimentos. De hecho, desde el punto de vista de la industria, existe una clara demanda del desarrollo e implementación de este tipo de tecnologías por dos motivos principales: por razones logísticas y económicas, y por motivaciones relacionadas con la responsabilidad medioambiental y conciencia social de las empresas.

Los enfoques con mayor potencial para lograr este objetivo se encuentran dirigidos, claramente, a las innovaciones en el campo del envasado, por ejemplo, desde la perspectiva del desarrollo de nuevos materiales (más respetuosos con el medio ambiente, reciclables, biodegradables, y capaces de cumplir con su función de proteger y preservar el alimento). También desde la perspectiva de su funcionalidad, por ejemplo, haciendo que el envase actúe activamente alargando la vida útil de los alimentos, o desde el enfoque de incorporar herramientas digitales que permitan una mejor interacción del consumidor con la información contenida en el etiquetado, o incluso con el propio alimento, mediante tecnologías rápidas y versátiles para conocer la vida útil en tiempo real o predecirla.

Nuevos materiales para nuevos envases

Como comentábamos anteriormente, se puede actuar en primera instancia sobre los envases a través de los materiales que lo componen. Los materiales usados tradicionalmente para el envasado de alimentos son principalmente celulosas, vidrios, metales y plásticos, dependiendo del uso de unos u otros, de los requisitos técnicos y características del alimento, de la propia cadena de suministro, e incluso del enfoque comercial y de marketing que se desee desarrollar.

Sin embargo, las demandas de los consumidores y los cambios normativos en materia de sostenibilidad medioambiental (como la denominada Ley de desperdicio alimentario, ya aprobada por el Congreso y pendiente de su publicación en el BOE)



provocan que la industria del *packaging* y envasado esté innovando continuamente. Especialmente, hoy en día existe una importante presión respecto al uso de los materiales de envasado plásticos o derivados poliméricos. El abuso y el mal uso de este tipo de materiales a lo largo de la cadena alimentaria hace que los envases plásticos tengan un gran impacto en el medio ambiente. Por ello, la búsqueda de materiales biodegradables que sustituyan a los plásticos, que tengan un menor impacto ambiental y que presenten las prestaciones y funcionalidad de los plásticos para la conservación de alimentos es una iniciativa en el ámbito de la investigación y desarrollo con un amplio recorrido aún hoy.

Sería ideal conseguir biomateriales con las características que proporcionan el polietileno y el propileno, como materiales principales de los plásticos tradicionales. Así, el propileno es un material más ligero que presenta una elevada resistencia a las temperaturas altas y mayor resistencia a la rotura, aunque es menos flexible que el polietileno.

Existen por tanto potenciales mejoras en el desarrollo de estos bioplásticos atendiendo a objetivos como conseguir la misma eficacia sobre la preservación de un alimento, incrementar la vida útil o la reducción de sus costes de producción. En este sentido, los bioplásticos —entendiendo como tales aquellos que se obtienen a partir de una fuente, a partir de biomasa natural como almidón de maíz, grasas y aceites vegetales, residuos de masa forestal, e incluso a través de procesos de fermentación con microorganismos— presentan ventajas como su capacidad de biodegradabilidad o que pueden ser aptos para compostaje.

Existen varias iniciativas innovadoras para el estudio y desarrollo de materiales con los que elaborar envases para alimentos, sostenibles y respetuosos con el medio ambiente. Los materiales que más destacan en envases biodegradables y compostables son el ácido poliláctico (PLA) —que es un polímero biodegradable que se elabora a partir de la fermentación con ácido láctico, de los azúcares extraídos del almidón de la remolacha o del trigo— y el alcohol polivinílico (PVOH), un material con capacidad barrera al oxígeno con una cierta solubilidad en agua y, además, es biodegradable y compostable. Se suele utilizar como capa interna de los materiales de envasado debido a que la propiedad barrera al oxígeno disminuye en presencia de humedad. Suele ser habitual utilizar combinaciones de capas de PVOH y PLA.

También son materiales muy interesantes los obtenidos a partir de otras iniciativas como la valorización de la biomasa excedente del proceso de fabricación de azúcar. El residuo, una vez secado y triturado, es tratado con un componente que permite su compactación. El moldeado de esta pasta permite obtener un bioplástico apto para ser utilizado en el microondas, soportando temperaturas de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $150\text{ }^{\circ}\text{C}$. Otro residuo de biomasa de uso más tradicional, como el material para el envasado externo de alimentos y bebidas, es la hoja de palma, que permite desarrollar platos, bandejas o boles biodegradables y compostables.

La obtención de polímeros a partir de procesos de fermentación bacteriana es una tecnología con enorme potencial donde existen varios desarrollos de gran in-

terés (Fernández Pan y Maté Caballero, 2011), si bien el escalado a la producción industrial es un reto. De manera general se obtienen derivados del polihidroxicanoato (PHA). Estos materiales son muy versátiles y totalmente biodegradables. Muestran bajas permeabilidades al oxígeno y al vapor de agua, lo que hace que sean interesantes para su estudio y desarrollo, pues presentan propiedades similares a las del polipropileno cuando muestran cadena corta, y un comportamiento más parecido al polietileno cuando tienen cadena media.

Aun así, todavía hay un gran potencial de desarrollo de estas tecnologías. Hay mejoras de funcionalidad que desarrollar en cuestiones como las propiedades barrera del oxígeno vapor de agua o requerimientos de resistencia térmica.

Recubrimientos comestibles

Otra de las tecnologías que han evolucionado en los últimos años, para la conservación de productos frescos, es el desarrollo de películas y recubrimientos comestibles, para el mantenimiento de la calidad y el incremento de la vida útil, principalmente de frutas y vegetales. Los desarrollos en este tipo de matrices alimentarias tienen mucho sentido, pues son precisamente frutas y vegetales los alimentos perecederos que contribuyen en mayor proporción a la generación de desperdicio, por su corta vida útil.

Una película o recubrimiento comestible se puede definir como una capa fina y continua de material comestible que se dispone sobre una superficie alimentaria para mejorar la calidad y aumentar la vida útil del alimento (Ciolacu, Nicolau y Hoorfar, 2013). Los métodos de aplicación suelen ser métodos de inmersión o rocío. La idea asociada a los recubrimientos comestibles data de la Edad Media, donde se aplicaban ceras para la preservación de frutas (Fernández Pan, 2011). En la actualidad, estos recubrimientos se elaboran a partir biopolímeros, a partir de hidrocoloides, lípidos e incluso mezclas bifásicas y trifásicas formando emulsiones. El uso de biopelículas busca actuar como barrera contra el O_2 , el CO_2 , la humedad y el agua, tratando de conservar las características nutricionales y sensoriales, y en el caso de frutas y hortalizas reducir la tasa de respiración reduciendo la producción de etileno, lo que garantiza un incremento en la conservación de la firmeza y la frescura. Además, también logra evitar la proliferación de microorganismos patógenos, e incluso es capaz de ralentizar las reacciones de oxidación y pardeamiento, y ofrecer protección contra la radiación VIS UV, que es un catalizador de los procesos de oxidación.

Los recubrimientos comestibles ofrecen aún un enorme potencial de desarrollo en otros tipos de productos frescos, más allá de frutas y vegetales. Si bien existen investigaciones que demuestran su posible aplicación en productos cárnicos, concretamente en carne de pollo (Kumar y Dubey, 2020), una de las líneas más estudiadas en este sentido consiste en la funcionalización de las películas, para buscar efectos positivos en los alimentos recubiertos. Por ejemplo, el uso de antimicrobianos,

saborizantes, colorantes, conservantes naturales, vitaminas, antioxidantes, etc. Sin embargo, la heterogeneidad y las diferentes propiedades fisicoquímicas (polaridad, hidrofobicidad, tamaño) de todos estos componentes, dificultan su incorporación en las biopelículas, y la nanotecnología es la herramienta que puede ayudar a la incorporación de estos nuevos ingredientes. Así, la nanotecnología permite la obtención de emulsiones formadas por partículas de tamaño nanométrico (Kalpana y otros, 2019), que en sinergia con los componentes activos que se quieren inmovilizar, proporciona recubrimientos con funcionalidad propia, que permite exaltar propiedades de manera dirigida, por ejemplo, su carácter y actividad antimicrobiana, modificar el grado de permeabilidad al oxígeno en función de las necesidades del alimento a proteger, etc.

Envasado inteligente y herramientas de sensórica avanzada para el control de la vida útil

El uso de sistemas capaces de devolver información sobre las condiciones de seguridad alimentaria y vida útil de un alimento, a lo largo de toda la cadena alimentaria, es una herramienta muy interesante que puede ayudar a reducir el desperdicio tanto en el momento de la producción como en el último eslabón de la cadena alimentaria en el hogar. Desde esta perspectiva, cobran especial importancia el envasado inteligente y las herramientas de sensórica que permitan obtener información veraz, precisa, *in situ* y a tiempo real, con la que poder tomar decisiones más ágiles, para garantizar la seguridad alimentaria y optimizar la gestión de posibles desperdicios.

Los envases inteligentes son aquellos que incorporan en su estructura algún tipo de sensor, generalmente en un formato similar al de una etiqueta, que proporciona información clave para conocer el estado en el que se encuentra un alimento desde el punto de vista de la calidad y la seguridad alimentaria (Prado y otros, 2011). Los principales parámetros que interesa monitorizar son aquellos relacionados con:

- La posible ruptura de la cadena de frío de un alimento, hecho que puede acelerar el proceso de deterioro de un alimento y reducir su vida útil.
- También aquellos que dan información sobre la posible proliferación no esperada de microorganismos sobre el alimento fresco, provocando su deterioro y el que no sean aptos para el consumo.
- Parámetros de madurez y frescura de un alimento, que además de dar información relativa a su inocuidad, también pueden dar información relacionada con su calidad sensorial.

Este tipo de sensores que se incorporan en los sistemas de envasado suelen basar su funcionamiento principalmente en dos conceptos muy diferentes. Por un lado, cambios de color no reversibles que proporcionan una traza indeleble de sí, por

ejemplo, un alimento ha estado expuesto a una temperatura inadecuada durante un tiempo excesivo o, por otro lado, sensores electroquímicos capaces de detectar los compuestos volátiles que se generan en el interior de un envase, consecuencia de la alteración sufrida por el alimento.

En los últimos años, se ha incrementado notablemente la búsqueda de soluciones rápidas, precisas y fiables, de los parámetros de calidad y seguridad alimentaria, para su aplicación en las zonas agrícolas, y en las plantas de transformación de alimentos. La tecnología de espectroscopia de infrarrojo cercano (NIR), tecnología madura y ampliamente implantada en laboratorios de análisis y control de calidad de alimentos, está reapareciendo actualmente, en la investigación de aplicaciones para análisis de alimentos, como consecuencia de los avances respecto a la portabilidad y miniaturización de estos equipos, la reducción de coste, y los avances en las técnicas de análisis masivo de datos e inteligencia artificial. Por ello están apareciendo herramientas que permiten aplicaciones múltiples. A día de hoy, se ha demostrado por ejemplo el uso de la tecnología NIR para determinar la vida útil *in situ* de carne de cerdo envasada en atmósfera modificada (Arias y otros, 2022). La implementación del grado de maduración de frutas y hortalizas, mediante la obtención de información a través de un equipo NIR portátil, es otra aplicación desarrollada que permite la toma de decisiones sobre el momento óptimo de recolección de frutos, lo que mejora sin duda la toma de decisiones y optimiza la logística de recolección y conservación de frutas y vegetales.

Aun así, existen barreras que dificultan su implantación en la cadena alimentaria. Por ejemplo, la dificultad de su incorporación en líneas de producción industrializadas, para poder dar respuestas con la velocidad adecuada, o la precisión de las medidas obtenidas. Y aunque existen aplicaciones capaces de dar información útil para el consumidor final —como las características nutricionales de un alimento o su estado de inocuidad—, es necesario aún trabajar en la velocidad de respuesta, la precisión, la reducción de tamaño, la portabilidad y los costes, para su implementación definitiva.

CONCLUSIONES

Una correcta gestión de la vida útil de un alimento en todos los eslabones de la cadena contribuye a la reducción de la generación de desperdicio alimentario. La vida útil depende de muchos factores y existen herramientas variadas para el control, verificación y mejora de la vida útil de un alimento como los Challenge test, la microbiología predictiva o los estudios acelerados.

Además, existen nuevas opciones para incrementar la vida útil que poco a poco van implantándose en el mercado, como son los nuevos materiales de envasado, los recubrimientos comestibles, el envasado inteligente, y la sensórica avanzada con tecnologías para el control *in situ* y en línea, como por ejemplo los sensores NIR.



BIBLIOGRAFÍA

- ARIAS, E., V. SIERRA, N. PRADO, P. GONZÁLEZ, G. FIORENTINI, J. DÍAZ y M. OLIVÁN (2022): «Development of a Portable Near-Infrared Spectroscopy Tool for Detecting Freshness of Commercial Packaged Pork», *Foods*, núm. 11, p. 3808.
- CAMPANO, C., V. RIVERO-BUCETA, M. J. FABRA, M. AUXILIADORA PRIETO (2022): «Gaining control of bacterial cellulose colonization by polyhydroxyalkanoate-producing microorganisms to develop bioplasticized ultrathin films», *International Journal of Biological Macromolecules*, núm. 223, Parte A, pp. 1495-1505. Disponible en: <<https://www.sciencedirect.com/journal/international-journal-of-biological-macromolecules/vol/223/part/PA>>.
- CIOLACU, L., A. NICOLAU y J. HOORFAR (2013): *Edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. In Global Safety of Fresh Produce: A Handbook of Best Practice, Innovative Commercial Solutions and Case Studies*, Woodhead Publishing Limited.
- COMISIÓN EUROPEA (2018): «Market study on date marking and other information provided on food labels and food waste prevention». Doi: 10.2875/808514.
- CORRADINI, M. G. (2018): «Shelf Life of Food Products: From Open Labeling to Real-Time Measurements», *Annual Review of Food Science and Technology*, marzo, 25(9), pp. 251-269. Doi: 10.1146/annurev-food-030117-012433. Disponible en: <<https://www.combase.cc/index.php/es/>>.
- DIRECCIÓN GENERAL DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (2021): «Informe del desperdicio alimentario en España 2021». Disponible en: <https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/desperdicio/07052022_desperdicio_alimentario_2021_v2_tcm30-626538.pdf>.
- EFSA PANEL ON BIOLOGICAL HAZARDS (BIOHAZ) (2020): «Guidance on date marking and related food information: parte 1 (date marking)», *EFSA Journal*, 18(12), p. 6306. Doi: 10.2903/j.efsa.2020.6306.
- EURL (2021): «EURL Lm Technical guidance document on challenge tests and durability studies for assessing shelf-life of ready-to-eat foods related to *Listeria monocytogenes*».
- EUROSTAT (2023): «Food waste and food waste prevention-estimates». Disponible en: <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Food_waste_and_food_waste_prevention_-_estimates>.
- EU PLATFORM ON FOOD LOSSES AND FOOD WASTE (2019): «Recommendations for Action in Food Waste Prevention. EU Platform on Food Losses and Food Waste». Disponible en: <https://food.ec.europa.eu/system/files/2021-05/fs_eu-actions_action_platform_key-rcmnd_en.pdf>.
- FERNÁNDEZ-PAN, I. (2011): *Desarrollo de películas comestibles antimicrobianas para la mejora de la seguridad y calidad microbiológica de productos cárnicos frescos*, tesis doctoral, Dpto. de Tecnología de Alimentos de la Universidad Pública de Navarra: Pamplona, España.
- FERNÁNDEZ-PAN, I. y J. I. MATÉ-CABALLERO (2011): «Recubrimientos comestibles an-

- tomicrobianos para el aumento de la seguridad y la vida comercial de productos cárnicos», *Eurocarne*, núm. 197, pp. 46-49.
- ISO20976-1 Microbiology of the food chain – Requirements and guidelines for conducting challenge test of food and feed products – Part 1: Challenge tests to study the growth potential, lag time and maximum growth rate.
- KALPANA, S., S. PRIYADARSHINI, M. MARIA-LEENA, J. MOSES, C. ANANDHARAMAKRISHNAN (2019): «Intelligent packaging: Trends and applications in food systems», *Trends in Food Science & Technology*, núm. 93, pp. 45-157.
- KATSAROVA, Ivana (2016): «Tackling food waste. The EU's contribution to a global issue». European Parliamentary Research Service», *European Parliamentary Research Service*, pp. 1-10.
- KUMAR, N. y R. DUBEY (2020): «Edible films and coatings: an update on recent advances», en Kunal Pal e Indranil Banerjee (eds.): *Biopolymer. Based Formulations*, pp. 675-695.
- MAN, Dominic (2022): *Shelf Life. Food industry briefing series*, Blackwell Science.
- PRADO, N., V. FERNÁNDEZ-IBÁÑEZ, P. GONZÁLEZ y A. SOLDADO (2011): «On-Site NIR Spectroscopy to Control the Shelf Life of Pork Meat», *Food Analytical Methods*, núm. 4, pp. 582-589.
- REGLAMENTO (CE) N.º 178/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo de 28 de enero de 2002. Disponible en: <<https://www.boe.es/doue/2002/031/L00001-00024.pdf>>.
- N.º 2073/2005 de la Comisión de 15 de noviembre de 2005 relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios. Disponible en: <<https://www.boe.es/doue/2005/338/L00001-00026.pdf>>.
- N.º 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de octubre de 2011. Disponible en: <<https://www.boe.es/doue/2011/304/L00018-00063.pdf>>.
- SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA. MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (2020): «Informe del desperdicio alimentario en la industria y la distribución en España. Octubre 2020».

¿Está la sociedad asturiana preparada para la sostenibilidad? El libro *Caminando hacia una alimentación sostenible en Asturias* es resultado de la investigación realizada en el marco del Consorcio COMENSAL. En él se ofrece una mirada profunda y multidisciplinar sobre el desafío de transformar y conducir el sistema alimentario de la región hacia la sostenibilidad alimentaria. Esta obra es el resultado de un esfuerzo colectivo en el que se ha propiciado la colaboración entre los agentes del ámbito productivo, de la industria y la distribución alimentaria, de la restauración, de los gestores de residuos y de los consumidores, así como de la administración y la ciencia. Con un enfoque participativo en el que se promueve la co-creación de soluciones a través del diálogo y la reflexión conjunta, el libro no solo ofrece un diagnóstico de la situación actual, sino también un análisis detallado sobre las barreras y oportunidades en este camino, además de reflexiones críticas sobre cómo fomentar una alimentación sostenible, saludable y justa en Asturias. A pesar de las diferencias de poder y de las tensiones inherentes al sistema alimentario, en esta obra se constata que es posible encontrar puntos de consenso y trabajar colectivamente hacia un objetivo común. COMENSAL nos ha dejado sobre la mesa una «receta» para avanzar conjuntamente hacia la sostenibilidad: el diálogo entre todos los agentes de la cadena. La ciencia tiene ahora la responsabilidad de «cocinar» ese diálogo. Por todo ello, estamos ante una obra de lectura indispensable para investigadores, para formuladores de políticas y para todas las personas interesadas en transformar sus propias prácticas alimentarias.