

Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre la seguridad alimentaria de alimentos secados al aire libre que se producen de acuerdo a métodos tradicionales de producción y que requieren una adaptación de los requisitos de higiene que deben cumplir

Número de referencia: AESAN-2021-012

Informe aprobado por el Comité Científico en su sesión plenaria de 28 de julio de 2021

Grupo de trabajo

Pablo Fernández Escámez (Coordinador), Carlos Alonso Calleja, Carlos Manuel Franco Abuín, Elena González Fandos*, Sonia Marín Sillué, David Rodríguez Lázaro* y Antonio Valero Díaz

Comité Científico

Carlos Alonso Calleja Universidad de León	Ángel Gil Izquierdo Consejo Superior de Investigaciones Científicas	Francisco J. Morales Navas Consejo Superior de Investigaciones Científicas	M^a del Carmen Recio Iglesias Universitat de València
Houda Berrada Ramdani Universitat de València	M^a José González Muñoz Universidad de Alcalá de Henares	Victoria Moreno Arribas Consejo Superior de Investigaciones Científicas	Ana M^a Rivas Velasco Universidad de Granada
Irene Bretón Lesmes Hospital Gregorio Marañón de Madrid	Isabel Hernando Hernando Universitat Politècnica de València	Silvia Pichardo Sánchez Universidad de Sevilla	Gloria Sánchez Moragas Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Pablo Fernández Escámez Universidad Politécnica de Cartagena	Esther López García Universidad Autónoma de Madrid	M^a del Puy Portillo Baquedano Universidad del País Vasco	Antonio Valero Díaz Universidad de Córdoba
Carlos M. Franco Abuín Universidade de Santiago de Compostela	Sonia Marín Sillué Universitat de Lleida	Magdalena Rafecas Martínez Universitat de Barcelona	
Secretario técnico Vicente Calderón Pascual	*Colaboradores externos: Elena González Fandos (Universidad de La Rioja), David Rodríguez Lázaro (Universidad de Burgos)		

Resumen

La Unión Europea reconoce que los métodos tradicionales de producción de alimentos son un patrimonio valioso e insustituible que debe perdurar en el tiempo. Por ello, el Reglamento (CE) N° 852/2004 permite una cierta flexibilidad en su aplicación siempre que no se pongan en peligro los objetivos de higiene de los alimentos.

En España se producen desde hace décadas alimentos, tanto de origen animal como vegetal, que se secan al aire libre hasta que alcanzan una actividad de agua (a_w) reducida que permite su conservación a temperatura ambiente. Entre estos alimentos se encuentran, entre otros, pasas, orejones, higos secos, ñoras, pescado o pulpo seco que, al menos en parte, se secan al aire libre.

El Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) ha opinado que el procesado de alimentos desecados de forma natural da lugar a una adecuada conservación, siempre que se alcance una a_w que inhiba la proliferación de microorganismos patógenos y la producción de toxinas en los mismos. Algunas de las fases del proceso pueden dar lugar a una inactivación microbiana. Es sobre todo necesario garantizar la ausencia de formación de toxinas, siendo las aflatoxinas las que se han identificado con mayor frecuencia. Así, se considera que se debe llevar a cabo un secado en el menor tiempo posible, asegurando una bajada de a_w en los primeros 2-3 días por debajo de 0,90 para inhibir el desarrollo de aflatoxinas, debiendo continuar dicho secado hasta alcanzar niveles de a_w inferiores a 0,70 que impiden el crecimiento de microorganismos patógenos y alteradores.

Es necesario garantizar unas adecuadas condiciones higiénicas durante el procesado para prevenir la contaminación por patógenos y/o toxinas. Si bien a las condiciones de conservación indicadas no pueden proliferar, son capaces de mantenerse viables en el producto final, por lo que podrían suponer un riesgo para la salud del consumidor. Son especialmente relevantes los microorganismos con una baja dosis infectiva y que se han identificado en productos desecados (tales como *S. aureus* y *Salmonella*) y las toxinas microbianas. Las comunidades autónomas deben velar por el cumplimiento de los requisitos para garantizar que no supongan un riesgo en estos productos.

Si bien este tipo de productos cuenta con bajas a_w en el rango de 0,6 a 0,8 de acuerdo con datos bibliográficos encontrados, al no contar con esta información para cada uno de los productos evaluados, no es posible establecer de forma individual el grado de seguridad alcanzado. También la diversidad de factores utilizados en algunos de ellos (aditivos o conservantes, procesos de pasteurización, etc.) requieren una evaluación a nivel individual una vez se disponga de toda la información necesaria.

Por tanto, el secado debe alcanzar niveles de a_w inferiores a 0,70 en el menor tiempo posible para considerar este tipo de productos estables, pues en estas condiciones no hay evidencias científicas de que la seguridad y estabilidad de los productos desecados esté comprometida, siempre que se mantengan unas buenas prácticas higiénicas durante su conservación y almacenamiento. Para niveles de a_w finales más altos, se puede lograr una adecuada conservación mediante una combinación de factores que se demuestre que es efectiva durante la vida útil de dicho producto, manteniendo las mencionadas prácticas higiénicas adecuadas.

Palabras clave

Desecados, tradicionales, actividad de agua, a_w , conservación.

Report of the Scientific Committee of the Spanish Agency for Food Safety and Nutrition (AESAN) on the safety of air-drying outdoors, foods that are produced by traditional methods and which require an adjustment of the hygiene requirements that must be fulfilled

Abstract

The European Union recognises that traditional methods of food production are a valuable and irreplaceable heritage that must be preserved over time. Therefore, Regulation (EC) No. 852/2004 permits a degree of flexibility in its application provided food hygiene goals are not compromised.

For decades, both plant and animal-based foods have been produced in Spain which are air-dried outdoors until reaching a low water activity (a_w) that enables their preservation at room temperature. These foods include, raisins, dried apricots, dried figs, ñora peppers, dried fish or octopus that are at least partially air-dried, among others.

The AESAN Scientific Committee is of the opinion that the processing of naturally dried foods leads to their correct preservation, provided they reach an a_w that inhibits the proliferation of pathogens and the production of toxins in them. Some of the stages in the process may cause microbial inactivation. Above all, it is necessary to ensure the absence of the formation of toxins, with aflatoxins being the ones that have been most frequently identified. Thus, it is considered that the drying should be conducted in the least time possible, ensuring decreased a_w , within the first 2-3 days, of below 0.90 to inhibit the development of aflatoxins, and this drying should be continued until a_w levels lower than 0.70 are reached, preventing the growth of pathogens and microorganisms that cause spoilage.

It is necessary to guarantee suitable hygienic conditions during processing in order to prevent contamination by pathogens and/or toxins. Although they cannot proliferate in the stated preservation conditions, they can remain viable in the final product, therefore they may pose a risk to consumer health. Microorganisms with a low infective dose and those that have been identified in dried products (such as *S. aureus* and *Salmonella*) and microbial toxins are especially relevant. Autonomous communities must monitor compliance with the requirements to ensure that they do not pose a risk in these products.

Although these types of products have a low a_w , within the range of 0.6 to 0.8 according to available literature, given that this information is not available for each assessed product, the level of safety reached cannot be established on an individual basis. Additionally, the diverse factors used in some of them (additives and preservatives, pasteurisation processes, etc.) require individual assessment once all the necessary information is available.

Therefore, the drying must reach a_w levels below 0.70 in the least time possible for these types of products to be considered stable, as given these conditions, there is no scientific evidence that shows that the safety and stability of the dried products are compromised, provided good hygiene practices are maintained during their preservation and storage. For final levels of a_w that are higher, correct preservation may be achieved through a combination of factors which proves that it is effective throughout the shelf life of the product, maintaining the aforementioned appropriate hygiene practices.

Key words

Dried, traditionals, water activity, a_w , preservation.

Cita sugerida

Comité Científico AESAN. (Grupo de Trabajo) Fernández P., Alonso, C., Franco, C.M., González-Fandos, E., Marín, S.M., Rodríguez, D. y Valero, A. Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre la seguridad alimentaria de alimentos secados al aire libre que se producen de acuerdo a métodos tradicionales de producción y que requieren una adaptación de los requisitos de higiene que deben cumplir. *Revista del Comité Científico de la AESAN*, 2021, 34, pp: 71-88.

1. Introducción

1.1 Antecedentes

La normativa de la Unión Europea sobre higiene de los alimentos da a los Estados miembros la posibilidad de adaptar, mediante normativa nacional, los requisitos establecidos en el anexo II del Reglamento (CE) N° 852/2004 (UE, 2004a) y en el anexo III del Reglamento (CE) N° 853/2004 (UE, 2004b), en circunstancias específicas, entre las que se incluye permitir seguir utilizando métodos tradicionales en cualquiera de las fases de producción, transformación o distribución de alimentos.

Esta medida de flexibilidad tiene como finalidad darle continuidad y valorizar el empleo de métodos tradicionales para la elaboración de alimentos, ya que la Unión Europea los reconoce como un patrimonio valioso e insustituible que debe perdurar en el tiempo. Los alimentos tradicionales han ido sufriendo a lo largo del tiempo una serie de adaptaciones a los nuevos retos del mercado como cambios en las tendencias y hábitos de consumo, demanda de productos saludables, continuo incremento de productos industrializados y evolución en criterios de seguridad alimentaria y cumplimiento de la legislación vigente (Boncinelli et al., 2017).

Los Estados miembros de la Unión Europea que deseen adoptar las medidas nacionales para adaptar requisitos en la producción de alimentos tradicionales, lo deben notificar a la Comisión Europea y a los demás Estados miembros. La notificación debe incluir una descripción detallada de los requisitos que deben ser adaptados y de la naturaleza de la adaptación que se pretende, describirá los productos alimenticios y los establecimientos a que se refiera y explicará los motivos de la adaptación, incluso, cuando proceda, facilitando un resumen del análisis de peligros efectuado e indicando las medidas previstas para asegurar que la adaptación no comprometa los objetivos de los reglamentos.

En España se producen desde hace décadas alimentos, tanto de origen animal como vegetal, que se secan al aire libre hasta que alcanzan una actividad de agua (a_w) reducida que permite su conservación a temperatura ambiente. Entre estos alimentos se pueden destacar, entre otros, pasas, orejones, higos secos, ñoras, pescado o pulpo seco que, en ocasiones, se secan al aire libre.

Para la elaboración de estos alimentos tradicionales es necesario adaptar algunos requisitos recogidos en los reglamentos de higiene, tanto relativos a las instalaciones, pues en ocasiones no existe un local acondicionado como tal, y a las características de las superficies, como a las condiciones de producción.

Se ha solicitado al Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) un informe en el que se determine si los métodos de producción que se siguen para la elaboración de estos alimentos garantizan la seguridad desde el punto de vista microbiológico, indicando, de ser necesario, las medidas necesarias para asegurar que el proceso de producción tradicional no comprometa los objetivos de los reglamentos de higiene.

Para realizar el informe solicitado se ha trasladado al Comité Científico la información aportada por varias comunidades autónomas, incluyendo para cada alimento concreto, una descripción del proceso productivo.

1.2 Marco legislativo

Las disposiciones legales referentes a la seguridad alimentaria de las elaboraciones tradicionales se han ido recogiendo en distintas reglamentaciones en virtud de la necesidad de preservar los procesos de elaboración vinculados a un territorio concreto, así como las formulaciones originales de elaboración.

Concretamente, en el Reglamento (CE) N° 852/2004 se habla de que “La flexibilidad también es conveniente para poder seguir utilizando métodos tradicionales en cualquiera de las fases de producción, transformación o distribución de alimentos y en relación con los requisitos estructurales de los establecimientos” (UE, 2004a). La flexibilidad es particularmente importante para las regiones con limitaciones geográficas especiales, incluidas las regiones ultraperiféricas a las que se refiere el apartado 2 del artículo 299 del Tratado. No obstante, la flexibilidad no debe poner en peligro los objetivos de higiene de los alimentos. Por otra parte, dado que todos los alimentos fabricados con arreglo a las normas de higiene circularán libremente en toda la Comunidad, el procedimiento por el que los Estados miembros puedan aplicar la flexibilidad debe ser completamente transparente. Debe preverse que, en caso necesario, para resolver discrepancias se mantendrá un debate en el seno del Comité Permanente de la Cadena Alimentaria y de Sanidad Animal, creado mediante el Reglamento (CE) N° 178/2002 (UE, 2002).

Los Estados miembros podrán adoptar medidas nacionales de adaptación de los requisitos establecidos en el anexo II con arreglo a los apartados 4 a 7 siempre que no quede comprometida la realización de los objetivos del presente Reglamento.

- a. Las medidas nacionales contempladas en el apartado 3 tendrán por objeto:
 - i) permitir seguir utilizando métodos tradicionales en cualquiera de las fases de producción, transformación o distribución de alimentos; o bien
 - ii) responder a las necesidades de las empresas del sector alimentario en regiones con limitaciones geográficas especiales;
- b. En cualesquiera otras circunstancias, únicamente se aplicarán a la construcción, diseño y equipamiento de los establecimientos.

2. Alimentos secados al aire libre producidos mediante métodos tradicionales

Uno de los métodos tradicionales de producción de alimentos es el secado al aire libre de determinados productos de origen animal o vegetal. Originariamente, este proceso se realizaba con el objetivo de conservar dichos productos durante largos periodos de tiempo. Actualmente, estos métodos tradicionales aportan además un valor culinario especial.

A continuación, se describen los procesos productivos de una serie de alimentos que se producen en España mediante este tipo de método, utilizando para ello la información aportada por las comunidades autónomas. Se pueden agrupar en productos del mar y de origen vegetal.

2.1 Tipos de productos considerados

2.1.1 Productos del mar

- Pescado seco en salazón:
 - Congrio seco elaborado en secaderos tradicionales al aire libre.
 - Mojama de atún y hueva de mújol con fase de oreado/secado al aire libre.
 - Bonito, atún, melva y caballa. Se utiliza el pescado entero, sometido a secado al aire libre.
 - Bacalao y bacaladilla. La forma más habitual después del proceso de salado es el de secado al aire libre.
 - Pescado seco a partir de elasmobranquios. Se utilizan las subespecies *Raja spp.*, el gató (*Scylliorhinus canicula*) y la musola (*Mustelus mustelus*). Se procede al secado con exposición al sol y al aire.
- Pulpo seco:
 - Pulpos de buen tamaño se dejan en un baño de agua y sal y a continuación se cuelgan al aire libre con exposición al sol.

2.1.2 Productos de origen vegetal

- Frutas secadas mediante exposición al sol y al aire:
 - Pasas de uva o de ciruela secadas mediante exposición al sol y/o exposición al aire.
 - Higos secos mediante exposición al sol.
 - Albaricoques secos u orejones de albaricoque, melocotón, manzana y pera, secados mediante exposición al sol y/o al aire libre.
- Hortalizas secadas mediante exposición al sol y/o al aire:
 - Ñoras mediante secado natural al sol.
 - Hortalizas frescas y orejones de tomate expuestos al sol.

2.2 Características del secado al aire libre o mediante exposición al sol

El secado al aire libre o al sol utiliza la radiación solar para producir un calentamiento sobre un determinado material. Para ello, los alimentos se extienden sobre grandes superficies al aire libre en el suelo o en bandejas y se dejan secar hasta conseguir una desecación que haga que pueda mantenerse estables durante su almacenamiento. Regularmente el alimento se voltea para exponer diferentes lados y aumentar la eficiencia del secado (Ekechukwu y Norton, 1999) (Saravacos y Kostaropoulos, 2002) (Belessiotis y Delyannis, 2011). Este método es ampliamente utilizado en el caso de algunos frutos como las uvas, higos, dátiles y otras frutas (Hussein et al., 1986) (Ekechukwu y Norton, 1999) (Doymaz, 2005) (Belessiotis y Delyannis, 2011).

Los principales inconvenientes del secado al sol residen en los largos tiempos de secado (hasta 30 días), la dependencia del clima y la exposición a condiciones de lluvia, polvo, insectos y otros animales (Belessiotis y Delyannis, 2011). Para ello, en el secado al sol mediante exposición directa, el alimento se seca en un contenedor específico con una cubierta transparente para protegerlo de la lluvia, viento, polvo, insectos y animales. La tapa transparente permite en parte el paso de la radiación solar. La humedad se vaporiza y es arrastrada por convección natural del aire (Sharma et al., 2009).

En estos procesos, la temperatura del producto depende de la intensidad de la radiación solar y oscila entre 40 y 80 °C (Ekechukwu y Norton, 1999) (Belessiotis y Delyannis, 2011).

En cambio, en el secado solar indirecto el material no se expone directamente a la radiación solar. Se utilizan unidades adyacentes con placas solares para calentar el aire de secado, para producir un proceso de secado por convección (Sharma et al., 2009). Esta técnica también depende de la luz solar directa pero los tiempos de secado se reducen de 15 a 30 horas (Belessiotis y Delyannis, 2011). Algunos sistemas incluyen energía eléctrica o calentadores para llevar el aire a la temperatura deseada cuando la energía solar es insuficiente. La temperatura típica del aire de secado puede estar entre 20 y 30 °C por encima de la temperatura ambiente (Fudholi et al., 2010).

2.3 Factores a considerar para el secado al aire libre de alimentos tradicionales

En este tipo de productos la técnica de conservación se basa en la reducción del contenido en humedad, alcanzando una baja a_w . El secado mediante métodos tradicionales debe permitir alcanzar una a_w que inhiba el desarrollo de microorganismos patógenos y la producción de toxinas, así como la proliferación de microorganismos alterantes. También es necesario garantizar una correcta manipulación higiénica, pues existen patógenos que pueden permanecer viables en estos productos durante largos períodos de tiempo, aunque no sean capaces de multiplicarse.

En relación con el efecto del secado sobre la conservación de estos alimentos, está ampliamente aceptado que productos con una a_w menor de 0,83 o un pH inferior a 3,9 no permiten el crecimiento o la producción de toxinas de microorganismos patógenos alimentarios (NACMCF, 2010) (EFSA, 2012). Entre las bacterias patógenas más representativas en este tipo de productos, destaca *Staphylococcus aureus*, que puede proliferar en alimentos con bajo contenido de humedad (a valores de a_w superiores a 0,85). Se considera que niveles de a_w por debajo de 0,60 no permiten ningún tipo de proliferación microbiana. En el intervalo entre 0,605 y 0,690 tan solo se ha observado crecimiento de unas pocas especies microbianas, básicamente algunos hongos xerófilos (*Aspergillus penicillioides*, *Eurotium amstelodami* (*Aspergillus amstelodami*) y *Xeromyces bisporus*), la levadura *Zygosaccharomyces rouxii* y algunas arqueas halófilas (Tokuoka y Ishitani, 1991) (Yakimov et al., 2015) (Stevenson et al., 2015). Los alimentos secados que cuentan, al menos, con una etapa de secado al aire libre o expuestos al sol y que alcanzan una baja a_w que los hace estables son los que se consideran en este informe.

2.4 Peligros biológicos identificados en alimentos secados al aire tradicionales

Entre los principales peligros biológicos identificados en este tipo de productos se encuentran (además de *S. aureus*, ya mencionado), *Salmonella* spp., bacterias esporuladas (*Bacillus cereus*, *Clostridium botulinum*) y hongos productores de micotoxinas. Estos agentes se han identificado en varios de estos productos y se han asociado a distintas alertas sanitarias (Chen et al., 2009) (Sospedra et al., 2010) (Syamaladevi et al., 2016). En ellas no se ha especificado el método de secado. Se han encontrado 115 alertas sanitarias debidas a la presencia de *Salmonella* en frutos secos y

semillas (2005-2021). Los resultados encontrados en el portal de RASFF (*Rapid Alert System Feed and Food*) muestran que el patógeno de origen bacteriano más frecuentemente notificado es *Salmonella*, seguido de *Bacillus cereus*. Estos microorganismos patógenos son vehiculados por este tipo de alimentos, pero no son capaces de proliferar en los mismos. Se ha demostrado que pueden ser capaces de mantenerse en estado viable durante largos periodos de tiempo. Los alimentos que han dado lugar a un mayor número de alertas son las setas desecadas. No obstante, se puede decir que las alertas sanitarias son escasas en relación con patógenos de transmisión alimentaria, siendo más frecuentes las alertas relacionadas con presencia de micotoxinas (aflatoxinas y ocratoxina A).

Las toxinas que se encuentran naturalmente en los alimentos de baja humedad son habitualmente micotoxinas. Se sabe que *Aspergillus*, *Fusarium*, *Alternaria* y *Penicillium* las producen. Están clasificados en el reino de los hongos (Taniwaki et al., 2018), siendo la aflatoxina B1 (AFB1), producida predominantemente por *Aspergillus flavus*, la micotoxina más conocida y peligrosa. El Reglamento (CE) N° 1881/2006 recoge los límites máximos de AFB1 y aflatoxinas totales en frutos de cáscara arbóreos y frutas deshidratadas, de AFB1, aflatoxinas totales y ocratoxina A en frutos del género *Capsicum* deshidratados, y de ocratoxina A en uvas pasas (UE, 2006). La contaminación por micotoxinas en los cultivos comienza durante la fase de maduración en el campo y continúa durante las etapas de cosecha, secado y almacenamiento. Para evitar la formación de estas sustancias, el proceso de secado debe realizarse en ambientes cerrados, higiénicos y de humedad controlada. Las diferentes investigaciones demuestran que una estrategia de secado adecuada y eficiente podría mejorar la calidad de los alimentos y evitar la proliferación de los hongos y sus toxinas (Xing et al., 2017).

3. Requisitos para la elaboración de alimentos tradicionales desecados

Para la elaboración de este grupo de alimentos se deben tener en cuenta una serie de premisas. Si bien se ha puesto de manifiesto que, a pesar de que los alimentos de baja humedad se consideran estables desde un punto de vista microbiológico, pueden presentar riesgos para el consumidor debido, entre otros, a estos aspectos:

- Muchas especies microbianas, incluidos patógenos, son capaces de sobrevivir en condiciones de desecación durante largos periodos de tiempo. Incluso se ha demostrado que la persistencia en este tipo de alimentos puede ser superior a aquellos que presentan un alto contenido de humedad (Beuchat et al., 2013). Este hecho es especialmente relevante en aquellos microorganismos productores de toxinas, o que presentan dosis infectivas bajas.
- Los tratamientos que tradicionalmente son efectivos para la inhibición microbiana en alimentos con alto contenido en humedad (pasteurización, altas presiones etc.), no son tan eficientes cuando se aplican sobre los alimentos de baja humedad.
- Los procedimientos de limpieza y desinfección pueden ser más complejos, ya que durante la elaboración de estos alimentos es necesario preservar una baja humedad.
- Dado su prolongado tiempo de vida útil, el almacenamiento de los alimentos de baja humedad durante largos periodos de tiempo a temperatura ambiente por parte de los consumidores puede producir la proliferación de ciertas bacterias esporuladas, algunas de ellas productoras de toxinas, y mohos micotoxigénicos, por lo que pueden suponer un riesgo sanitario.

3.1 Procedimientos de higiene y seguridad en la elaboración de alimentos desecados

Para la elaboración de alimentos tradicionales desecados, la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) establece una serie de recomendaciones y principios básicos de higiene y seguridad, entre los que se encuentran:

- Prevención de la contaminación cruzada durante la elaboración de estos alimentos e implementación de Buenas Prácticas de Higiene (BPH) y los principios del APPCC (Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico).
- El almacenamiento de los ingredientes utilizados para la elaboración de alimentos tradicionales desecados que no van a ser tratados térmicamente, tales como sal, azúcar, especias o hierbas debe realizarse en compartimentos separados.
- La rehidratación de estos alimentos, si es preciso llevarla a cabo, debe hacerse en cortos periodos de tiempo, para evitar un posible crecimiento de posibles patógenos o alterantes.
- Se deben llevar a cabo procedimientos de muestreo en superficies y zonas de contacto con alimentos y/o productos.
- La materia prima utilizada debe ser de buena calidad en su estado de madurez fisiológica para someterse a un proceso de secado al sol. Además, debe estar correctamente higienizada antes de proceder al secado. Es preciso, asimismo, eliminar partes externas que presenten defectos o estén dañadas.
- Los alimentos de origen vegetal con altos contenidos de humedad pueden sufrir pardeamientos si el secado es demasiado intenso. Se recomienda que el proceso de secado sea gradual (bajada en humedad).
- No se deben mezclar materias primas o cultivos con diferentes estadios de madurez, ya que el producto final perdería calidad. La apariencia y textura del vegetal debe ser apta para poder someterse al secado al sol (no debe ser irregular).
- A ser posible, el periodo de cosecha debe ser en épocas de ausencia de lluvia para evitar que el producto adquiera humedad y facilite la proliferación microbiana.

Asimismo, el *Codex Alimentarius* ha publicado recomendaciones similares para este tipo de productos (CXC-75-2015) (Codex Alimentarius, 2015).

En estos alimentos se pueden utilizar conservantes, como el SO_2 y ciertas acciones para el blanqueamiento para favorecer su conservación y mantener su calidad. Deben seguir la normativa vigente para el uso de dichos compuestos en cada categoría de alimentos.

En general, se considera que las materias primas deben cumplir los requisitos microbiológicos y de ausencia de toxinas que establece la normativa. También es necesario seguir las recomendaciones sobre las condiciones higiénicas de las superficies de secado CAC/RCP 3-1969 (Codex Alimentarius, 2011).

4. Evaluación de los alimentos tradicionales desecados propuestos

El Comité científico ha clasificado los alimentos a evaluar en dos categorías: los de origen marino y los de origen vegetal.

Se han recibido datos climáticos de algunas comunidades autónomas (Canarias y Comunidad Valenciana), que revisten un gran interés por su relación con un secado correcto. Sería necesario profundizar en este aspecto para correlacionar datos climatológicos con la seguridad alimentaria de lotes de productos tradicionales. Esto se ha hecho en condiciones de procesado más controladas, por lo que disponer de esta información de forma sistematizada puede dar lugar a que se realicen estudios que correlacionen aspectos como la velocidad del viento, temperatura, horas de luz y otras variables climatológicas con la seguridad y estabilidad de estos productos.

4.1 Productos de origen marino

Se pueden diferenciar los productos secados al aire y los secados mediante exposición a sal o salmueras, que a su vez pueden tener una fase de secado al aire. Su procesado incluye etapas que pueden diferir entre productos, tales como congelado, eviscerado, salado y secado durante periodos que van de 2 a 30 días, dependiendo de los pasos y de las condiciones climatológicas.

Un reciente estudio ha puesto de manifiesto que el pescado seco presenta una microbiota característica que está relacionada con los métodos de preparación (Hauptmann et al., 2020).

El proceso tradicional genérico puede esquematizarse así (Figura1):

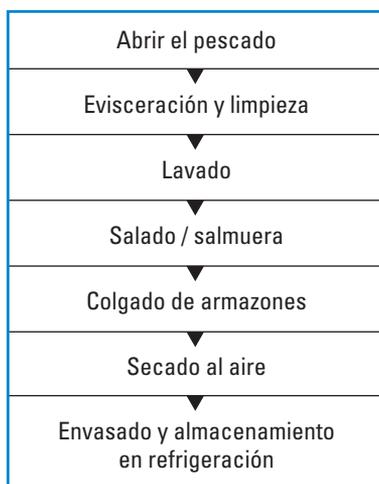


Figura 1. Proceso de desecado de productos de origen marino.

Las etapas a considerar para garantizar su inocuidad son (Codex Alimentarius, 2020):

- Durante la fase de salado, la penetración de la sal dependerá del contenido en lípidos del pescado, temperatura, cantidad y composición de la sal, composición de la salmuera, etc. Es necesario garantizar una penetración de la sal de forma rápida que contribuya a disminuir la actividad de agua en las primeras horas de conservación.
- Cuando se lleva a cabo el salado de pescado que puede acumular histamina, la exposición a temperaturas que permiten la formación de toxina por bacterias se debe limitar en cada etapa del proceso. Las especies asociadas pertenecen a los géneros *Scombridae*, *Clupeidae*,

Engraulidae, Coryphaenidae, Pomatomidae, Scomberesocidae. Si la especie sometida a secado pertenece a alguna de ellas es necesario establecer condiciones de procesado que controlen o minimicen la síntesis de histamina.

- Para minimizar la presencia y proliferación de bacterias y hongos filamentosos en pescado salado y desecado, se debe evitar reutilizar la sal, para evitar el riesgo de recontaminación.

Los principales peligros biológicos identificados en esta categoría de productos son: *S. aureus* y *Clostridium botulinum*.

Se ha evaluado la viabilidad de *S. aureus* en productos de pescado desecados (con a_w de 0,48 en pescado seco y 0,76 en trozos de calamar) (Moon et al., 2017). Observaron que *S. aureus* sobrevive durante más tiempo a 10 °C que a 24 o 35 °C, no sintetizándose toxina estafilocócica a ninguna de las temperaturas evaluadas. No obstante, *S. aureus* puede permanecer viable hasta 150 días durante el almacenamiento dependiendo de la temperatura.

Si bien el secado al sol es un método tradicional y económico, puede dar lugar a contaminación si no se protege la materia prima durante el mismo. Los estándares de India señalan que el pescado seco debe tener un porcentaje de humedad inferior al 15 % para garantizar su estabilidad (Indian Standards, 2001) (Nagwekar et al., 2017). Estos autores han establecido la a_w de una especie de pez desecado, *Harpadon nehereus* (con valores de 0,60), estableciendo que otras técnicas de secado (por ejemplo, secado por aire caliente) dieron lugar a una mejor calidad microbiológica que el secado con exposición al sol. Todos estos estudios indican la necesidad de unas buenas medidas higiénicas durante el secado tradicional, para impedir contaminación por microorganismos patógenos y alteradores, que pueden dar lugar a una mala calidad microbiológica del producto final.

4.2 Productos de origen vegetal

Se pueden clasificar a su vez en frutas (uvas pasas, higos, albaricoques, etc.) y hortalizas (pimientos) deshidratadas.

El proceso tradicional genérico puede esquematizarse así (Figura 2):

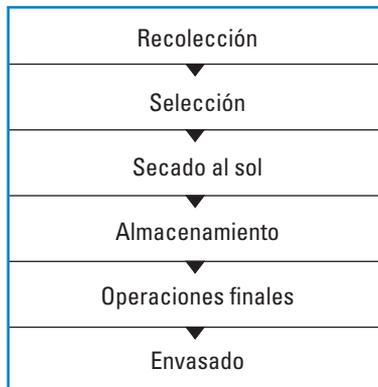


Figura 2. Proceso de desecado de productos de origen vegetal.

Las etapas a considerar para garantizar su inocuidad son:

Selección: la sequía y los daños causados por insectos en los productos en el campo pueden aumentar el nivel de contaminación por hongos. Las frutas y hortalizas cosechadas (pimientos, higos, uvas, albaricoques, etc.) deben presentar buena calidad, de manera que aquellas que presenten daños deben excluirse para reducir el riesgo de contaminación por hongos. En algunos casos se procede al lavado para eliminar la suciedad y otros materiales extraños. En cualquier caso, una correcta selección visual eliminará los trozos de moho, desechos y otras materias extrañas que puedan contaminar las partes sanas de las frutas y hortalizas.

Peligros microbiológicos identificados: *Salmonella*, *Bacillus cereus* y presencia de micotoxinas.

Secado al sol: en este tipo de productos, el proceso de secado da lugar a una reducción del contenido en humedad hasta niveles de 15-25 % (Tabla 1). Dicho proceso se produce en un tiempo que va desde 1 o 2 días a 2 semanas. Es necesario que se lleve a cabo en un tiempo que impida la proliferación microbiana, y en particular, la fúngica. El factor más importante para el crecimiento de hongos y la formación de toxinas es la actividad del agua (Magan y Aldred, 2005). La duración del secado durante el mes de agosto en España puede variar de 7 días en las uvas pasas hasta 15 días en el caso de las ñoras, que en el mes de septiembre pasan a ser 10 días en las uvas pasas y 25-30 días en el caso de las ñoras. Las temperaturas diurnas pueden tomar valores de 28 a 45 °C y la humedad relativa entre 50 y 75 %.

Tabla 1. Ejemplo de parámetros de secado en alimentos tradicionales

Producto	Humedad inicial	Humedad final	Referencia
Pimientos	70-80 %	<15 %	(Aranda et al., 2017)
Higos	80-90 % 30-50 % del suelo	<24 % <0,65 a _w	(Codex Alimentarius, 2008) (Villalobos et al., 2016)
Pasas	75-80 %	18-31 % 0,6 a _w	(OIV, 2013) (Codex Alimentarius, 2019a)
Albaricoques	80-85 %	<25 % sulfurados 0,80 a _w <20 % no sulfurados 0,70 a _w	(Codex Alimentarius, 2019b)

Durante el secado convencional (al sol), los hongos generalmente provienen del aire y de la tierra. En general, los recuentos de mohos muestran valores al inicio del secado de 10^3 - 10^4 ufc/g. Teniendo en cuenta las recomendaciones de la Comisión del *Codex* (Codex Alimentarius, 2011) para los diferentes vegetales deshidratados, para evitar el incremento de carga fúngica será necesario:

- Utilizar superficies de secado que no acumulen carga fúngica de secados previos.
- Mantener la superficie de secado separada del suelo.
- Mantener la zona de secado libre de insectos y otras plagas.

Por lo que respecta al crecimiento fúngico durante el período de secado, deberá evitarse de manera que indirectamente se evite la producción de micotoxinas, para ello deberá tenerse en cuenta los valores de humedad, temperatura y tiempo. Por lo que respecta al pH en estas frutas y hortalizas adopta valores de 5-6, valores que son cercanos al óptimo para el crecimiento de hongos micotóxicos, y cuya variación tendrá un impacto menor en el crecimiento fúngico.

La actividad de agua inicial de frutas y hortalizas es cercana a 0,98, lo que significa que el crecimiento será óptimo si no se realiza un secado rápido, lo cual implica, basándose en *Aspergillus flavus*:

- Asegurar la bajada a 0,90 a_w en los primeros 2 o 3 días (Marín et al., 2012).
- Asegurar posteriormente el descenso continuado hasta una a_w segura, que no permita la proliferación de patógenos de transmisión alimentaria, inferior a los valores informados en la Tabla 1.
- La aplicación de compuestos con actividad antimicrobiana como el SO_2 puede contribuir a la seguridad del proceso.
- Los tratamientos previos, por ejemplo, con hidróxidos (como en el caso de las pasas), contribuyen a acelerar la pérdida de humedad eficientemente.
- Por lo que respecta a la temperatura, el mantenimiento de la misma en valores superiores a 37 °C ralentiza o incluso impide el crecimiento de *A. flavus* (su temperatura óptima de crecimiento está alrededor de 30 °C) (Marín et al., 2012). Sin embargo, la fluctuación de temperatura entre el día y la noche lo hace inviable.

En relación con los peligros de tipo bacteriológico, se ha demostrado que la pasteurización de distintos productos de origen vegetal desecados (albaricoques, pasas, nueces de macadamia y otros frutos secos) ha dado lugar a distintas reducciones de microorganismos patógenos, incluida *Salmonella* (Acuff et al., 2020).

Almacenamiento: es una etapa importante para evitar que el nivel de humedad aumente y esta condición pueda causar contaminación y proliferación microbiana. En el caso de frutos secos, pimientos e higos el almacenamiento se hará en condiciones de refrigeración (Galván et al., 2021).

Finalmente, se establecen unas recomendaciones comunes para todos los tipos de alimentos evaluados:

- Es necesario que se lleve a cabo una reducción del contenido de humedad en los primeros días de secado, que permita alcanzar una a_w por debajo de 0,83 (que es el límite para el crecimiento de patógenos y la síntesis de toxinas). Se debe seguir desecando el producto de

forma continuada hasta llegar a una a_w inferior a 0,70 en el menor tiempo posible, que permita la estabilidad biológica del producto.

- Los locales de almacenamiento deben reunir buenas condiciones de almacenamiento que eviten cambios fisicoquímicos o recontaminación del producto.
- Es necesario llevar a cabo una correcta gestión de plagas.
- Se debe mantener el producto en estructuras separadas del suelo.
- Es necesario, dentro de lo posible, evitar oscilaciones de temperatura.

Conclusiones del Comité Científico

El procesado de alimentos desecados de forma natural da lugar a una adecuada conservación, siempre que se alcance una actividad de agua (a_w) que inhiba la proliferación de microorganismos patógenos y la producción de toxinas en los mismos. Algunas de las fases del proceso pueden dar lugar a una inactivación microbiana. Sin embargo, es necesario garantizar la ausencia de formación de toxinas, siendo las aflatoxinas las que se han identificado con mayor frecuencia. Así, se considera que se debe llevar a cabo un secado en el menor tiempo posible, asegurando una bajada de a_w en los primeros 2-3 días por debajo de 0,90 para inhibir el desarrollo de aflatoxinas, debiendo continuar dicho secado hasta alcanzar niveles de a_w inferiores a 0,70 que impiden el crecimiento de microorganismos patógenos y alteradores.

Es necesario garantizar unas adecuadas condiciones higiénicas durante el procesado para prevenir la contaminación por patógenos y/o toxinas. Si bien a las condiciones de conservación indicadas no pueden proliferar, son capaces de mantenerse viables en el producto final, por lo que podrían suponer un riesgo para la salud del consumidor. Son especialmente relevantes los microorganismos con una baja dosis infectiva y que se han identificado en productos desecados (tales como *S. aureus* y *Salmonella*) y las toxinas microbianas. Las comunidades autónomas deben velar por el cumplimiento de los requisitos para garantizar que no supongan un riesgo en estos productos.

Si bien este tipo de productos cuenta con bajas a_w en el rango de 0,6 a 0,8 de acuerdo con datos bibliográficos encontrados, al no contar con esta información para cada uno de los productos evaluados, no es posible establecer de forma individual el grado de seguridad alcanzado. También la diversidad de factores utilizados en algunos de ellos (aditivos o conservantes, procesos de pasteurización, etc.) requieren una evaluación a nivel individual.

El secado debe alcanzar niveles de a_w inferiores a 0,70 en el menor tiempo posible para considerarlos estables, pues en estas condiciones no hay evidencias científicas de que la seguridad y estabilidad de los productos desecados esté comprometida, siempre que se mantengan unas buenas prácticas higiénicas durante su conservación y almacenamiento. Para niveles de actividad de agua finales más altos, se puede lograr una adecuada conservación mediante una combinación de factores que se demuestre que es efectiva durante la vida útil de dicho producto, manteniendo las mencionadas prácticas higiénicas adecuadas.

Agradecimientos

El Comité Científico agradece la información facilitada sobre alimentos secados al aire libre que se producen de acuerdo a métodos tradicionales de producción proporcionada por distintas comunidades autónomas: Canarias, Castilla-La Mancha, Comunidad Valenciana, Galicia, Islas Baleares y La Rioja.

Referencias

- Acuff, J.C., Wu, J., Marik, C., Waterman, K., Gallagher, D., Huang, H., Williams, R.C. y Ponder, M.A. (2020). Thermal inactivation of *Salmonella*, Shiga toxin-producing *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, and a surrogate (*Pediococcus acidilactici*) on raisins, apricot halves, and macadamia nuts using vacuum-steam pasteurization. *International Journal of Food Microbiology*, 333, pp: 108814.
- Aranda, E., Casquete, R., Hernández, A. y Martín, A. (2017). Influencia del proceso de secado del pimiento en las características del Pimentón de La Vera. En libro: *La agricultura y la ganadería extremeñas 2016*. Fundación CB. Badajoz, pp: 153-166.
- Belessiotis, V. y Delyannis, E. (2011). Solar drying. *Solar Energy*, 85, pp: 1665-1691.
- Beuchat, L.R., Komitopoulou, E., Beckers, H., Betts, R.P., Bourdichon, F., Fanning, S., Joosten, H.M. y ter Kuile, B.H. (2013). Low-water activity foods: increased concern as vehicles of foodborne pathogens. *Journal of Food Protection*, 76 (1), pp: 150-172.
- Boncinelli, F., Contini, C., Romano, C., Scozzafava, G. y Casini, L. (2017). Territory, environment, and healthiness in traditional food choices: insights into consumer heterogeneity. *International Food and Agribusiness Management Review*, 20, pp: 143-157.
- Chen, Y., Freier, T., Keuhem, J., Moorman, M., Scott, J., Meyer, J., Morille-Hinds, T., Post, L., Smoot, L., Hood, S., Shebuski, J. y Banks, J. (2009). *Control of Salmonella in Low-Moisture Food*. Grocery Manufacturers Association, Washington.
- Codex Alimentarius (2008). Code of Practice for the Prevention and Reduction of Aflatoxin Contamination in Dried Figs. CAC-RCP 65-2008.
- Codex Alimentarius (2011). Código de prácticas de higiene para las frutas desecadas. CXC 3-1969.
- Codex Alimentarius. (2015). Código de prácticas de higiene para alimentos con bajo contenido de humedad. CXC 75-2015.
- Codex Alimentarius (2019a). Norma para las uvas pasas. CXS 67-1981.
- Codex Alimentarius (2019b). Normas para los albaricoques secos. CXS 130-1981.
- Codex Alimentarius (2020). Code of practice for fish and fishery products. Rome. Disponible en: <https://doi.org/10.4060/cb0658en> [acceso: 21-07-21].
- Doymaz, I. (2005). Sun drying of figs: an experimental study. *Journal of Food Engineering*, 71 (4), pp: 403-407.
- EFSA (2012). Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria. EFSA Panel on Biological Hazards. Scientific Opinion on Public health risks represented by certain composite products containing food of animal origin. *EFSA Journal*, 10 (5): 2662, pp: 132.
- Ekechukwu, O.V. y Norton, B. (1999). Review of solar-energy drying systems II: an overview of solar drying technology. *Energy Conversion & Management*, 40 (6), pp: 615-655.
- Fudholi, A., Sopian, K., Ruslan, M.H., Alghoul, M.A. y Sulaiman, M.Y. (2010). Review of solar dryers for agricultural and marine products. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14 (1), pp: 1-30.
- Galván, A.I., Rodríguez, A., Martín, A., Serradilla, M.J., Martínez-Dorado, A. y Córdoba, M.G. (2021). Effect of Temperature during Drying and Storage of Dried Figs on Growth, Gene Expression and Aflatoxin Production. *Toxins*, 13 (2): 134, pp: 1-14.
- Hauptmann, A.L., Paulova, P., Castro-Mejía, J.L., Hansen, L.H., Sicheritz-Pontén, T., Mulvad, G. y Nielsen, D.S. (2020). The microbial composition of dried fish prepared according to Greenlandic Inuit traditions and industrial counterparts. *Food Microbiology*, 85, pp: 103305.

- Hussein, A.M., Sommer, N.F. y Fortlage, R.J. (1986). Suppression of *Aspergillus flavus* in raisins by solar heating during sun drying. *American Phytopathological Society*, 76 (3), pp: 335-338.
- Indian Standard (2001). Fish – Dried and Dry-salted – Specification. IS 14950:2001, Bureau of Indian Standards, New Delhi.
- Magan, N. y Aldred, D. (2005). Conditions of formation of ochratoxin A in drying, transport and in different commodities. *Food Additives and Contaminants*, 22, pp: 10-16.
- Marín, S., Ramos, A.J. y Sanchis, V. (2012). Modelling *Aspergillus flavus* growth and aflatoxins production in pistachio nuts. *Food Microbiology*, 32 (2), pp: 378-388.
- Moon, H.J., Min, K.J., Park, N.Y. y Park, H.J. (2017). Survival of *Staphylococcus aureus* in dried fish products as a function of temperature. *Food Science and Biotechnology*, 26, pp: 823-828.
- NACMCF (2010). National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods (NACMCF). Parameters for determining inoculated pack/challenge study protocols. *Journal of Food Protection*, 73, pp: 140-202.
- Nagwekar, N., Tidke, V. y Thorat, B.N. (2017). Microbial and biochemical analysis of dried fish and comparative study using different drying methods. *Drying Technology*, 35, pp: 1481-1491.
- OIV (2013). Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV). Recomendaciones de la OIV respecto de la producción de uvas pasas. OIV-VITI 493-2013.
- Saravacos, G.D. y Kostaropoulos, A.E. (2002). Food dehydration equipment. En libro: *Handbook of food processing equipment*. Saravacos, G.D. and Kostaropoulos, A.E. editors. 1st Ed. USA: Springer, pp: 331-382.
- Sharma, A., Chen, C.R. y Vu Lan, N. (2009). Solar-energy drying systems: a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13 (6-7), pp: 1185-1210.
- Sospedra, I., Soriano, J.M. y Mañes, J. (2010). Assessment of the microbiological safety of dried spices and herbs commercialized in Spain. *Plant Foods for Human Nutrition*, 65, pp: 364-368.
- Stevenson, A., Burkhardt, J., Cockell, C.S., Cray, J.A., Dijksterhuis, J., Fox-Powell, M., Kee, T.P., Kminek, G., Mcgenity, T.J., Kenneth, N., Timmis, K.N., Timson, D.J., Voytek, M.A., Westall, F., Yakimov, M.M. y Hallsworth, J.E. (2015). Multiplication of microbes below 0.690 water activity: implications for terrestrial and extraterrestrial life. *Environmental Microbiology*, 17 (2), pp: 257-277.
- Syamaladevi, R.M., Tang, J., Villa-Rojas, R., Sablani, S., Carter, B. y Campbell, G. (2016). Influence of water activity on thermal resistance of microorganisms in low-moisture foods: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15 (3), pp: 353-370.
- Taniwaki, M.H., Pitt, J.I. y Magan, N. (2018). *Aspergillus* species and mycotoxins: occurrence and importance in major food commodities. *Current Opinion in Food Science*, 23, pp: 38-43.
- Tokuoka, K. y Ishitani, T. (1991). Minimum water activities for the growth of yeasts isolated from high-sugar foods. *Journal of General and Applied Microbiology*, 37, pp: 111-119.
- UE (2002). Reglamento (CE) N° 178/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 28 de enero de 2002, por el que se establecen los principios y los requisitos generales de la legislación alimentaria, se crea la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y se fijan procedimientos relativos a la seguridad alimentaria. DO L 31 de 1 de febrero de 2002, pp: 1-42.
- UE (2004a). Reglamento (CE) N° 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, relativo a la higiene de los productos alimenticios. DO L 139 de 30 de abril de 2004, pp: 1-54.
- UE (2004b). Reglamento (CE) N° 853/2004, de 29 de abril de 2004, del Parlamento Europeo y del consejo, por el que se establecen normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal. DO L 139 de 30 de abril de 2004, pp: 55-205.
- UE (2006). Reglamento (CE) N° 1881/2006 de la Comisión de 19 de diciembre de 2006 por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios. DO L 364 de 20 de diciembre de 2006, pp: 5-24.
- Villalobos, M.C., Córdoba, M.G., Serradilla, M.J. y Martín, A. (2016). Sistemas de secado alternativos al secado al sol en higos. En libro: *La agricultura y la ganadería extremeñas 2015*. Fundación CB. Badajoz, pp: 177-192.

- Xing, F., Liu, X., Wang, L., Selvaraj, J.N., Jin, N., Wang, Y., Zhao, Y. y Liu, Y. (2017). Distribution and variation of fungi and major mycotoxins in pre- and post-nature drying maize in North China Plain. *Food Control*, 80, pp: 244-251.
- Yakimov, M.M., Lo Cono, V., La Spada, G., Bortoluzzi, G., Messina, E., Smedile, F., Arcadi, E, Borghini, M., Ferrer, M., Schmitt-Kopplin, P., Hertkorn, N., Cray, J.A. y Hallsworth, J.E. (2015). Microbial community of the Deep-sea brine Lake Kryos is active below the chaotropy limit of life as revealed by recovery of mRNA. *Environmental Microbiology*, 17, pp: 364-382.