

Tecnologías para la industria alimentaria

Liofilización de alimentos



Ministerio
de Economía
República Argentina

Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca

Tecnologías para la industria alimentaria

Liofilización de alimentos

La integración de tecnología en la industria alimentaria es fundamental para aumentar la competitividad, optimizar procesos, reducir costos y garantizar productos de alta calidad. Por este motivo, desde la Dirección Nacional de Alimentos y Desarrollo Regional hemos elaborado esta ficha, que ofrece un análisis integral sobre el uso, la disponibilidad, las consideraciones normativas, la legislación aplicable y las oportunidades que esta tecnología presenta en mercados nacionales e internacionales. Esta herramienta busca proporcionar soluciones innovadoras adaptadas tanto a pequeñas como a grandes empresas.

ÍNDICE

Concepto	03
Proceso	03
1. Preparación	03
2. Congelación	03
3. Desección primaria	04
4. Desección secundaria	05
Proveedores	08
Legislación	09
Mercados	09
Referencias	11

Concepto



Se basa en el desecado de determinados materiales por medio de la sublimación del agua contenida en éstos. Se realiza congelando el producto y se remueve el hielo aplicando calor en condiciones de vacío, de esta forma el hielo sublima evitando el paso por la fase líquida.

Por medio de esta tecnología se puede extraer más del 95% del agua contenida en un alimento, lo que se traduce en un gran beneficio con relación al costo del transporte, ya que permite cargar mayor cantidad de mercadería sin necesidad de cadena de frío (se logra un producto más estable microbiológicamente).

Al finalizar el proceso, el alimento se convierte en una estructura rígida que conserva la forma y el volumen, pero con peso reducido, preservando sus características nutritivas y organolépticas. Al rehidratarlo se recuperarán la textura, el aroma y el sabor original.

Proceso



Involucra cuatro etapas principales:

1. PREPARACIÓN:

Antes de comenzar el proceso, es fundamental el acondicionamiento de la materia prima, ya que los productos liofilizados no pueden ser manipulados una vez completado el proceso. Lo que suele hacerse con alimentos como guisantes o arándanos es agujerear la piel con el objetivo de aumentar su permeabilidad. Los líquidos, por otro lado, se concentran previamente con el fin de bajar el contenido de agua, lo que acelera el proceso de liofilización.

2. CONGELACIÓN

La segunda etapa se lleva a cabo en congeladores independientes (separados del equipo liofilizador) o en el mismo equipo. El objetivo es congelar el agua libre del producto. Para ello se trabaja a temperaturas entre -20 y -40°C .

Para la optimización de este proceso es fundamental conocer y controlar:

- › La temperatura en la que ocurre la máxima solidificación.
- › La velocidad óptima de enfriamiento.
- › La temperatura mínima de fusión incipiente.

Con esto se busca que el producto congelado tenga una estructura sólida, sin que haya líquido concentrado, de manera que el secado ocurra únicamente por sublimación.

En los alimentos se pueden obtener mezclas de estructuras luego de la congelación, que incluyen cristales de hielo eutécticos, mezclas de eutécticos y zonas vítreas amorfas. Estas últimas se forman por la presencia de azúcares, alcoholes, cetonas, aldehídos y ácidos, así mismo como por las altas concentraciones de sólidos en el producto inicial.

Respecto de la velocidad de congelación se debe tener en cuenta lo siguiente:

VELOCIDAD DE CONGELACIÓN	
CONGELACIÓN RÁPIDA	CONGELACIÓN LENTA
<ul style="list-style-type: none"> › La temperatura de los alimentos desciende aproximadamente unos 20°C en 30 minutos. › Cristales pequeños. › Al rehidratarse conservan textura y sabor original. › Apariencia clara del producto seco. › Se aplica en alimentos sólidos, ya que evita la ruptura de la membrana o pared celular y estructuras internas. 	<ul style="list-style-type: none"> › La temperatura deseada se alcanza en 3 a 72 horas (aparatos domésticos de congelación). › Cristales grandes. En su formación causan ruptura de la membrana o pared celular y estructuras internas. › Al hidratarse presentan textura y sabor diferente al original. › Apariencia oscura del producto seco. › Se aplica en líquidos, ya que la formación de cristales grandes favorece la presencia de canales para el movimiento del vapor de agua.

3. DESECACIÓN PRIMARIA

La tercera etapa del proceso consiste en la desecación primaria del producto, por sublimación del solvente congelado (agua en la mayoría de los casos).

Para este cambio de fase es necesario reducir la presión en el interior de la cámara, mediante una bomba de vacío, y aplicar calor al producto (calor de sublimación, alrededor de 550 Kcal/Kg en el caso del agua), sin subir la temperatura. Esto último se puede hacer mediante conducción, radiación o fuente de microondas. Los dos primeros se utilizan comercialmente combinándose su efecto al colocarse el producto en bandejas sobre placas calefactoras separadas una distancia bien definida. De esta manera se consigue calentar por conducción, en contacto directo desde el fondo y por radiación, desde la parte superior. Por otro lado, la calefacción por medio de microondas presenta dificultad porque puede provocar fusión parcial del producto, debido a la potencial formación de puntos calientes en su interior; por lo cual actualmente no se aplica comercialmente. Los niveles de vacío y de calentamiento varían según el producto a tratar.

Al inicio de esta tercera etapa, el hielo sublima desde la superficie del producto y a medida que avanza el proceso, el nivel de sublimación retrocede dentro de él, teniendo entonces que pasar el vapor por capas ya secas para salir del producto. Este vapor, se recoge en la superficie del condensador, el cual debe tener suficiente capacidad de enfriamiento para condensarlo todo, a una temperatura inferior a la del producto.

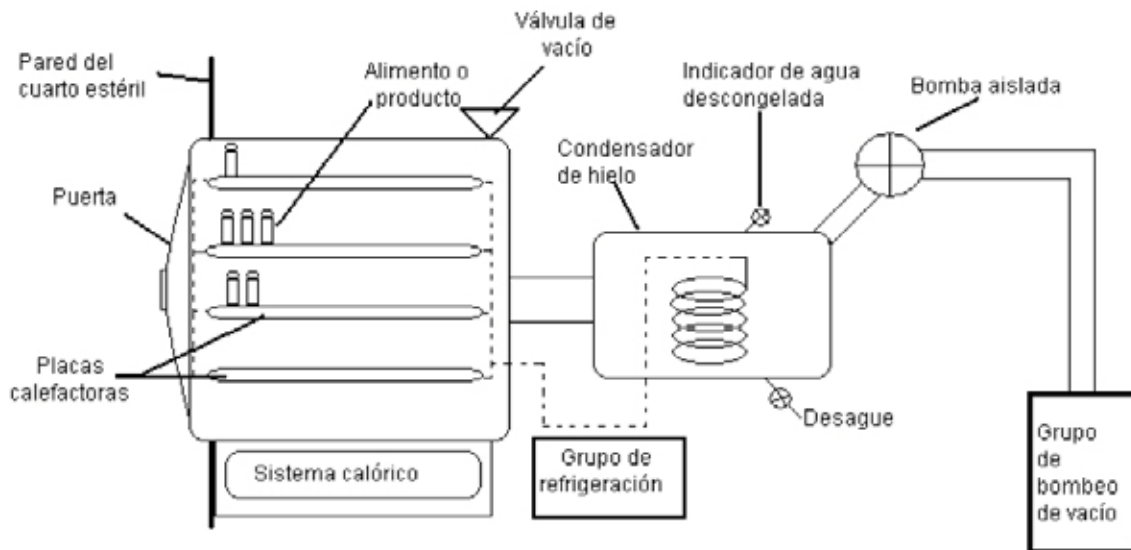
Para mejorar el rendimiento de esta operación, es primordial efectuar controles sobre la velocidad de secado y sobre la velocidad de calentamiento de las bandejas. El primero se debe a que, si el secado es demasiado rápido, el producto seco fluirá hacia el condensador junto con el producto seco. Produciéndose así una pérdida por arrastre de producto. El segundo de los controles, debe realizarse siempre ya que, si se calienta el producto velozmente, el mismo fundirá y como consecuencia el producto perderá calidad. Para evitarlo la temperatura de los productos debe estar siempre por debajo de la temperatura de las placas calefactoras mientras dure el cambio de fase. No obstante, al finalizar la desecación primaria, la temperatura del alimento subirá asintóticamente hacia la temperatura de las placas.

Para tener una liofilización buena y rápida es necesario poder controlar exactamente esta temperatura y tener la posibilidad de regular la presión total y parcial del sistema.

4. DESECACIÓN SECUNDARIA

La cuarta y última etapa del proceso de liofilización, se trata de la desecación secundaria del producto por medio de desorción. Esta consiste en evaporar el agua no congelable, o agua ligada, que se encuentra en los alimentos; logrando que el porcentaje de humedad final sea menor al 2%. Como en este punto no existe agua libre, la temperatura de las

bandejas puede subir sin riesgo de que se produzca fusión. Sin embargo, en esta etapa la presión disminuye al mínimo, por lo que se realiza a la máxima capacidad de vacío que pueda alcanzar el equipo. Es importante, finalmente, controlar el contenido final de humedad del producto, de manera que se corresponda con el exigido para garantizar su estabilidad.



Esquema general de un equipo de liofilización

DESCRIPCIÓN GENERAL	
EQUIPOS	FUNCIONES
CAMARA DE SECADO	<ul style="list-style-type: none"> › Provee al proceso de un ambiente limpio y estéril. › Da las condiciones de presión y temperaturas exigidas para la congelación y posterior secado del producto.
CONDENSADOR	<ul style="list-style-type: none"> › Recoge el vapor de agua producto de la sublimación, y lo desublima.
SISTEMA DE VACIO	<ul style="list-style-type: none"> › Está conectado a la cámara del condensador. › Proporciona las condiciones de presión indicadas para las etapas de desecado primarias y secundarias.
INSTRUMENTACIÓN (medidor de temperatura de producto-estante, controlador de calefacción de estante, medidor de vacío cámara-condensador)	<ul style="list-style-type: none"> › Son de vital importancia para el control del proceso, de manera que el resultado del mismo siempre sea el mejor posible.

Aplicaciones:



Se utiliza en industrias farmacéuticas, para preservar antibióticos, vacunas (por ejemplo, la vacuna del sarampión), plasma, hemoderivados, vitaminas, extractos, leche materna.

En la industria química, la técnica se emplea para el preparado de catalizadores, secado de materiales orgánicos, preservación de animales (taxidermia), conservación de documentos y libros antiguos, entre otros.

Con relación a la industria de los alimentos, se comenzó a utilizar en la fabricación de productos especiales para montañistas, astronautas, bases militares y otros similares. Desde hace un tiempo se comercializan liofilizados tanto como ingredientes industriales como para el consumidor en general, ampliándose así el mercado de estos productos de alto valor agregado.

Los alimentos pueden ser liofilizados en diferentes formatos: cubos, deshilachado, tiras, picado, granulado o polvo, y luego pueden ser utilizados como ingredientes industriales en la fabricación de snacks, sopas instantáneas, salsas, caldos en polvo, caldos en cubos, cup noodles, puré instantáneo, mezclas para risotto, entre otros.

SECTORES	PRODUCTOS LIOFILIZADOS
Cárnicos	Carne bovina
	Carne aviar: pechuga de pollo, pechuga de pavo, muslo de pollo.
	Carne porcina: jamón, lomo.
Frutas	Frutillas. Fresas, banana, ananá, moras, frambuesa.
Vegetales	Espárrago, choclo, zanahoria, brócoli, coliflor, apio, papa, hongos, aceituna, espinaca, ajíes, arroz, arvejas, cebolla.
Quesos	Queso Prato, Queso Mozzarella, Queso Provolone, Queso Blanco.
Otros	Café, sopas, zumos de frutas, levaduras, caldos, salsas, especias, champignones.

Proveedores:



El sistema de liofilización descripto, se corresponde con los equipos convencionales de Liofilización; los cuales son fabricados por muchas empresas proveedoras de esta tecnología, tanto en Argentina como en el resto del mundo. Los mismos se consiguen en escalas tipo laboratorio, piloto o industrial. En la siguiente tabla se especifican las características de cada uno:

EQUIPOS	LABORATORIO	PILOTO	INDUSTRIAL
Bomba de vacío	6 m ³ /h	18 - 35 m ³ /h	
Capacidad del condensador	6 - 10 kg	15 - 30 kg	30 - 300kg
Temperatura del condensador	- 50°C	- 50 a - 80°C	- 75°C
Superficie * (por cantidad de estantes)	0,33 m ² * (3)	0,48 - 1,8 m ² * (3 a 5)	2 - 12m ² * (5 a 8)

RAMIREZ NAVAS, Juan Sebastián. 2006. Liofilización, Estado del Arte. Universidad del Valle Programa Doctoral en Ingeniería. Ingeniería de Alimentos. Cali - Colombia

A continuación, se mencionan algunos proveedores que comercializan equipos de liofilización para la industria de alimentos:

En Argentina:

- › INVAP SA: <https://www.invap.com.ar/>
- › TUCKSON: <https://tukson.com.ar/>
- › VEQSA S.A.: <http://www.veqsa.com.ar/liofilizadores.html>
- › CIDI & Asociados: <https://www.biocidi.com.ar/web/>
- › RIFICOR: <https://rificor.com.ar/equipos/>

En el resto del mundo:

México:

- › Grupo Sinotec: <https://gruposinotek.com/>

China:

- › WALLEY MACHINERY: <http://vegetable-processing.com.ar/index.html>
- › Kemolo Freeze Dryer Co., Ltd.: <https://www.liofilizador.com/index-es.html>

- › JiasngSu BoLaiKe Refrigeration Science and Technology Development Co.:
<http://lyo-freezedryer.com.ar/>

Francia:

- › *Kalstein*: <https://www.kalstein.es/>

Alemania:

- › GEA group: <https://www.gea.com/es/stories/mind-the-food-how-freeze-drying-can-help-save-the-food-we-all-need/>

Legislación:



ARGENTINA: CAPÍTULO III. DE LOS PRODUCTOS ALIMENTICIOS.
CONDICIONES GENERALES. Art. 169.

Estados Unidos: <https://www.fda.gov/food>

Japón: <https://www.jstage.jst.go.jp/>

Unión Europea: Food, Farming, Fisheries - European Commission

Mercados:



El mercado de los alimentos liofilizados viene en alza. Los consumidores están cada vez más conscientes del cuidado de su salud, eligiendo opciones de alimentación más saludables.

Los productos liofilizados conservan el sabor y el gusto original de los alimentos, mantienen las cualidades nutricionales y proporcionan una larga vida útil.

Son fáciles de almacenar, cómodos de manipular y tienen corto tiempo de preparación. Hay un aumento en la demanda de productos alimenticios liofilizados como snacks, alimentos listos para comer, lácteos, bebidas, frutas y verduras, y productos de panadería y confitería.

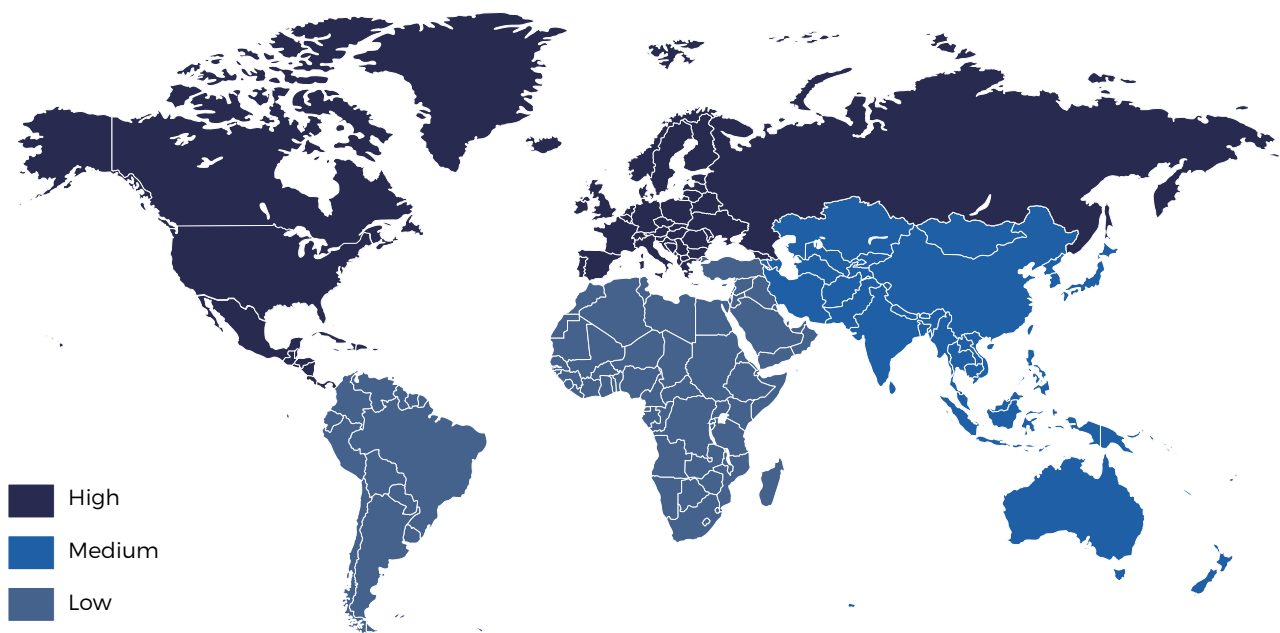
Los principales canales de distribución son: supermercados e hipermercados, tiendas de conveniencia y tiendas en línea, entre otros.

América del Norte representa la mayor cuota de mercado, liderado por Estados Unidos, cuyos consumidores valoran las opciones conscientes de salud y están dispuestos a invertir en alimentos de calidad.

En segundo lugar, se encuentra Europa (donde prevalece el consumo de comidas preparadas, los productos de panadería, los productos con cereales, los snacks de frutas y los snacks de verduras, entre otros); y Asia. Cabe destacar que la región de Asia y el Pacífico se está expandiendo rápidamente, impulsado por un aumento en el consumo de alimentos procesados y una creciente preferencia por las comidas preparadas.

Por último, se sitúan África y Latinoamérica, cuyo principal país consumidor de frutas liofilizadas es Brasil.

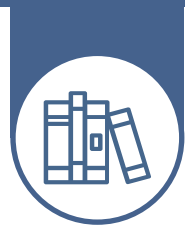
Freeze-Dried Food Market: Market size (%), by Geography, Global 2023



Source: Modor Intelligence

El tamaño del mercado de alimentos liofilizados en 2023 fue de USD 2.986,5 millones. Se espera que para 2029, crezca a una CAGR del 7.52% para llegar a USD 4.599,3 millones.

Referencias:



- › Tecnologías para la Industria Alimentaria, Ficha N°3: Liofilización de alimentos. Magalí Parzanese, SAGYP.
https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_03_Liofilizados.pdf
- › http://www.conal.gob.ar/sitio/_pdf/20230519182101.pdf
- › <https://www.mordorintelligence.ar/industry-reports/freeze-dried-food-market>
- › <https://www.mordorintelligence.ar/industry-reports/north-america-freeze-dried-product-market>
- › <https://www.mordorintelligence.ar/industry-reports/south-america-freeze-dried-product-market>
- › <https://www.mordorintelligence.ar/industry-reports/middle-east-and-africa-freeze-dried-product-market>
- › <https://www.mordorintelligence.ar/industry-reports/europe-freeze-dried-food-market>
- › <https://www.businessresearchinsights.com/es/market-reports/freeze-dried-fruits-vegetables-market-107181>



**Ministerio
de Economía**
República Argentina

**Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca**