

ISSN 0378-8040



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS



**PRESENTE Y PERSPECTIVAS DE LA
INDUSTRIA DE "SNACKS" EN CHILE**

NOVIEMBRE 2001

PUBLICACIONES MISCELANEAS AGRICOLAS Nº 50

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

Representante Legal: Mario Silva Geneville
Director Responsable: María Verónica Díaz M.
Director Alterno: María de la Luz Hurtado P.

**PRESENTE Y PERSPECTIVAS DE LA INDUSTRIA DE
«SNACKS» EN CHILE**

Editor: María Luz Hurtado P.

Comité Editor: Ana María Estévez A.
María Luz Hurtado P.

Para referencia bibliográfica citar: Universidad de Chile
Fac. Cs. Agronómicas
Public. Misc. Agric. N° 50

Dirigir correspondencia a: Dirección de Publicaciones
Facultad de Ciencias Agronómicas
Universidad de Chile
Casilla 1004
Santiago, Chile

For bibliographical reference, cite as follows: Universidad de Chile
Fac. Cs. Agronómicas
Public. Misc. Agric. N° 50

Mail Adress: Dirección de Publicaciones
Facultad Ciencias Agronómicas
Universidad de Chile
Casilla 1004
Santiago, Chile

Prohibida su reproducción parcial o total sin autorización de los autores

ISSN 0378-8040

ISSN 0378-8040

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPTO. AGROINDUSTRIA Y ENOLOGÍA

**PRESENTE Y PERSPECTIVAS DE LA INDUSTRIA DE
“SNACKS” EN CHILE**

Editor: María Luz Hurtado P.

PUBLICACIONES MISCELÁNEAS AGRÍCOLAS Nº 50

SANTIAGO – NOVIEMBRE 2001

CONTENIDO

	Pág.:
SITUACION ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LOS ALIMENTOS "SNACK" Ana María Estévez A. Ingeniero Agrónomo M.S.	1-4
USO Y PROCESAMIENTO DE FRUTOS DE NUEZ COMO MATERIA PRIMA María Luz Hurtado P. Ingeniero Agrónomo Mg. Sc.	5-12
SNACKS DE FRUTAS Carmen Sáenz H. Quim. Farm., Dr.	13-22
EFFECTO DE LA FRITURA Y EL TOSTADO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS "SNACK" Berta Escobar Alvarez. Profesora de Química y Cs. Naturales	23-29
ELABORACIÓN DE "SNACK" EXTRUIDOS Ana María Estévez A. Ingeniero Agrónomo M.S.	31-35
BARRAS DE CEREALES Berta Escobar Alvarez. Profesora de Química y Cs. Naturales	37-40
CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE PAPAS FRITAS Hugo Núñez Kalasic, Ingeniero Agrónomo	41-48
ASPECTOS NUTRICIONALES DEL CONSUMO DE "SNACK" Ana María Estévez A. Ingeniero Agrónomo M.S.	49-52
ENVASES PARA PRODUCTOS "SNACK" María Luz Hurtado P. Ingeniero Agrónomo Mg. Sc.	53-59

SITUACION ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LOS ALIMENTOS "SNACK"

Ana María Estévez A. Ingeniero Agrónomo M.S.
 Depto. Agroindustria y Enología
 Facultad de Ciencias Agronómicas

ASPECTOS GENERALES

El término "snack" es difícil de definir; en español, se puede traducir como bocadillo, tentempie o botana. En general, en esta categoría se agrupan los alimentos en porciones pequeñas, individuales, de fácil consumo, fácil manipulación, que no requieren preparación previa al consumo y que están destinados a satisfacer el hambre entre las comidas formales.

La orientación inicial de los "snack" era hacia la satisfacción de los sentidos en horarios entre comidas; lo único que importaba era que fueran de buen sabor y de buena textura y por ello fueron llamados alimentos basura. Esta situación ha cambiado radicalmente en la última década, encontrándose ahora una orientación hacia la satisfacción de necesidades nutricionales.

Los "snack" se pueden clasificar de acuerdo a su gusto o al tipo de tecnología involucrada en su elaboración.

De acuerdo al gusto que ellos tengan se agrupan en:

Snack dulces

- * Frutas deshidratadas: pasas, dátiles, ciruelas, manzanas, damascos, duraznos.
- * Cabritas o "popcorn".
- * Galletas y galletones.
- * Pieles y rollos de frutas.
- * Barras: de cereales; de granola; rellenas con pastas de frutas; energéticas; cubiertas de chocolate.
- * Extruidos con sabor a frutas.

Snack salados

- * Nueces: almendras, nueces, maní, macadamia, cajú, pecana, nuez de Brasil.
- * Extruidos: dilatados, "chips" y bastones (ramitas y otros) con diferentes sabores.
- * Galletas: con diferentes ingredientes.
- * Papas "chips"
- * "Chips" de maíz: tipo tortillas

De acuerdo a la tecnología de procesamiento se agrupan en:

De primera de generación:

Nueces, frutas deshidratadas, papas "chips", cabritas,...

De segunda generación:

Extruidos de cereales, bastones, galletas, pieles de frutas,...

De tercera generación:

"Chips" de papas, "chips" de maíz, barras de cereales, extruidos de frutas,...

La amplitud del concepto es variable en los diferentes países; algunos incluyen entre ellos además, productos lácteos como yogurt y flanes, minipizzas, caramelos y bombones, lo que hace muy difícil comparar datos provenientes de diferentes regiones.

SITUACIÓN DEL MERCADO.

El mercado de los "snack" a nivel mundial se encuentra en continuo crecimiento; se estima que su tasa de crecimiento promedio en la última década ha sido de 3,5% anual. Continuamente aparecen nuevos productos lo que lo hace ser un sector de gran dinamismo donde las tendencias conservadores no tienen lugar.

En EEUU los "snack" salados significaban en 1990 un negocio de US\$10 billones, ascendiendo a US\$15 billones en 1995 y con un valor esperado para el año 2000 de US\$ 21 billones. La Unión Europea es el segundo en el negocio, seguido por Japón, Australia y Sudáfrica.

El negocio de los "snack" se caracteriza por tener márgenes pequeños, provocado por la necesidad de pagar en los supermercados y

tiendas por tener un lugar donde vender, por la necesidad de hacer costosas campañas de promoción y por tener que hacer frecuentes ventas de oferta. Esto ha llevado a que los mercados estén cubiertos por unas pocas empresas grandes que pueden absorber estos mayores costos fijos. Sin embargo, las pequeñas compañías tienen un lugar interesante que ocupar, como es la satisfacción de los segmentos no tradicionales: grupos especiales, alimentos orgánicos, productos energéticos, etc..

Estos productos se venden en cualquier lugar, desde supermercados, tiendas de venta al paso, quioscos, máquinas. Se estima que el 45% se vende en supermercados, el 15% en tiendas de alimentos (tipo minimarket), el 12% en tiendas de venta al paso y quioscos y el 12% en los lugares de trabajo (oficinas, colegios, universidades, fábricas).

El primer lugar de ventas lo ocupan las papas "chips" con un 31% de ellas; luego siguen los bastones con un 11%; las nueces con 9% y los extruidos con 6%.

SITUACIÓN EN CHILE

La industria nacional de "snack" ha crecido en los últimos años pero con tendencias diferentes a las que se observan en el nivel mundial. Hasta 1992 era un mercado estable, consolidado, que no dedicaba gran inversión a la promoción, que ofrecía productos que se habían integrado a la dieta habitual del chileno en ocasiones más o menos comunes, aperitivo, fiestas, recreos. Con el cambio en la estructura del sector productor de "snack" adquiere mayor dinamismo, dedica mayor inversión al marketing y publicidad y se hace de mayor competencia. Esto trajo una elevación de los estándares de calidad e inversiones en los procesos tecnológicos. Sin embargo, en Chile las empresas productoras de "snack" dedican pocos recursos a la investigación y desarrollo de productos y en la mayoría de los casos, adaptan formulaciones para producir productos exitosos en otros mercados más evolucionados. Es importante señalar que en casi todas las empresas dedicadas a la producción de "snack" existe una capacidad instalada ociosa importante, que fluctúa entre 20 y 60%.

Existe una condición limitante, inherente a la actividad, que es la amplitud del mercado y por tanto la incapacidad de satisfacer las necesidades de todos sus segmentos; de ahí surge la necesidad identificar los segmentos más atractivos y orientar hacia ellos la producción. Frente a esta situación se observa un comportamiento diferente según el tamaño de la empresa; las empresas grandes optan por los segmentos con altos volúmenes de ventas, en tanto que las más pequeñas prefieren los nichos especiales donde pueden desarrollar ventajas competitivas.

Según antecedentes informales, los "snack" dulces se prefieren en la mañana y el motivo principal de su consumo es por hambre, en tanto que los salados se consumen preferentemente en la noche y motivados por el gusto; se consumen entre una a dos veces por semana, en momentos de ocio, generalmente en la casa o con amigos. Los jóvenes (menores de 30 años) los consumen en sus lugares de estudio o trabajo, con una frecuencia mayor (hasta 3 veces por día), en algunos casos por ansiedad o nerviosismo y todos ellos compran envases pequeños.

CONSUMO

El consumo de "snack" continúa aumentando, ya que cada vez existe una relación más estrecha entre alimentación y diversión. Se estima que en EEUU el 98% de la población consume "snack" con valores de 10 Kg/año per cápita, lo que es más del cuádruple del consumo por persona a nivel mundial; en la Unión Europea los niveles de consumo son cercanos a 4,5 Kg/año per cápita. Se consumen a cualquier hora, en cualquier situación, sin restricciones de grupos demográficos, culturales, socioeconómicos o etarios. Los jóvenes los consumen de dos a tres veces al día, siendo su principal motivación sus características sensoriales (sabor y textura), el pasar el hambre o el disipar el nerviosismo. Son el símbolo del alimento que satisface las demandas de una sociedad en movimiento: fáciles de transportar y manipular, rápidos, divertidos y baratos.

Los hábitos de vida han cambiado; existe un gran segmento de adolescentes que son muy independientes, deciden por sí solos sus compras y que se caracterizan por no tener una

mayor lealtad por un marca determinada y por ser compradores impulsivos que están dispuestos a experimentar con nuevos productos.

TENDENCIAS

Las fronteras entre los alimentos tradicionales y los alimentos "snack" son cada vez más difusas; con el énfasis actual hacia la conveniencia y a comer en movimiento (en el auto, en el transporte, caminando), cada comida puede tomar la categoría de "snack" y ser consumido en cualquier momento del día. Por esto, las posibilidades son ilimitadas y cada día se encuentran nuevos sabores, colores y formas, además de combinaciones de ingredientes. Paralelamente a esto, han perdido nitidez los límites entre alimentos y medicinas.

* Se observa un interés sin precedente por los alimentos saludables que permitan alimentarse y obtener un buen beneficio nutricional. Los consumidores quieren información nutricional fidedigna.

* La alimentación está cada vez más personalizada, orientada a grupos especiales con necesidades particulares.

* Se espera de los alimentos: sabor, salud, conveniencia y buen precio; los consumidores no están dispuestos a transar ninguno de estos atributos por lo que su satisfacción se plantea como un gran desafío para la industria procesadora.

Algunas de las tendencias más destacadas son:

Snack dulces

* Extruidos

El área de los productos extruidos tiene grandes posibilidades: productos saborizados con sabores no tradicionales como moccha, toffee, nougat, mantequilla de maní; cubiertos con chocolate blanco u oscuro; productos rellenos con cremas de frutas (frutilla, lima/limón, naranja amarga, guinda ácida, kiwi, durazno, piña colada).

* Barras

Emergen como productos ricos en fibras, proteínas, minerales, y vitaminas con el uso de ingredientes como mezclas de cereales, nueces, frutas deshidratadas; tipo granola o muesli;

ingredientes naturales para retención de humedad como purés de frutas (ciruelas, manzanas), o hidrocoloides, lo que permite contar con productos más blandos y de fácil deglución.

* Otros

Aparecen productos tradicionales "renovados" como "popcorn" con cobertura de chocolate o caramelo o productos de introducción reciente como los "chip" de frutas (manzanas, membrillos, peras) con menor tenor graso.

Snack salados

* Papas "chips" / "chips" de maíz

Se observan nuevas versiones como extra delgadas; extra gruesas; con cáscara; extruidas; saborizadas; introducción de especias que proporcionan sabor y a la vez, propiedades antioxidantes que retardan el desarrollo de rancidez. Junto a lo anterior, se introduce el uso de reemplazantes de grasas como medio de fritura, para obtención de productos bajos en grasas.

* Extruidos

Posibilidades enormes de uso de materias primas diferentes; de saborización; de nuevas formas. Las principales ventajas que los hacen muy atractivos son: buena apariencia, sabores variados, bajo contenido de materias grasas.

* Nueces:

Existe una revalorización de su consumo con la introducción de nueces saborizadas con cebolla, ajo, tocino ahumado; y las mezclas de nueces exóticas y finas, con frutas deshidratadas en pequeños trozos

* Galletas y bastones:

Desarrollo de productos con diferentes sabores: cebolla/crema ácida; ajo/almondra; ají jalapeño. Aparejado a ello, está el desarrollo de nuevas salsas para untar: quesos, hortalizas/especias; combinación de sabores dulces y especias (miel /mostaza).

En síntesis, las posibilidades futuras de los "snack" son insospechadas siempre que se tengan en cuenta las necesidades y requerimientos de la población en términos de

diversificación de oferta y respuesta rápida a la demanda.

REFERENCIAS

- Anónimo, 1994. Consumer Trends. Food Tech 48(4):16-18.
- Hollingsworth, P., 1995. Snack Foods. Food Tech 49(10): 58-60.
- Hollingsworth, P., 1996. Developing Foods for the next Millennium. Food Tech 50(6): 110-118.
- Pszczola, D. 1998. Take a Snack on the wild Side. Food Tech 52(11):72-74.
- Servicio Nacional del Consumidor, 1999. Bocado: calorías al ataque. 5p. <http://www.sernac.cl>
- Sloan, E. 1994. Top Ten Trends. Food Tech 48(7): 89-100.
- Sloan, E. 1996. The Top Ten Trends. Food Tech 50(7): 55-71.
- Sloan, E. 1997. Sweetning the Pot. Food Tech 51(12):20.
- Sloan, E. 1998. Food Industry Forecast: Consumer Trends to 2020 and beyond. Food Tech 52(1): 37-44.
- Tettweiler, P. 1991. Snack Foods Worldwide. Food Tech 45(2): 58-60.

USO Y PROCESAMIENTO DE FRUTOS DE NUEZ COMO MATERIA PRIMA

María Luz Hurtado P. Ingeniero Agrónomo Mg. Sc.
Depto. Agroindustria y Enología
Facultad de Ciencias Agronómicas

INTRODUCCIÓN

Actualmente se cultivan en Chile en forma comercial cuatro especies de frutales tipo nuez: el nogal, el almendro, y en menor escala, el avellano europeo y el castaño. En los últimos años se ha estudiado la posible introducción de nuevas especies que contribuirán a la diversificación de la producción de este tipo de frutos como: el pistacho (8 ha), el pecano (9 ha) y la macadamia, cuya explotación comercial puede llegar a representar una actividad productiva rentable.

En el mercado de los frutos de nuez existen mayoristas y detallistas. Dentro de los mayoristas se distinguen tres actividades: Intermediarios de frutos sin procesar (feria mayoristas de Santiago), Intermediarios con procesamiento y acondicionamiento del producto y los Intermediarios agroindustriales.

Por otra parte, el principal punto de venta al detalle lo constituyen los supermercados. La venta a través de supermercados representa la mayor salida para los frutos de nuez; la mayoría de ellos les dan un espacio sustancial en una estantería, lo cual es un buen indicio de la importancia de este negocio.

En relación a los usos que estos productos tienen a nivel mundial, existen tres destinos principales:

- ◆ Consumo humano directo, básicamente en estado original, tostados, salados, fritos, ahumados o condimentados, principalmente como "snack".
- ◆ Mercado minorista y mercados institucionales, hoteles, restaurantes.
- ◆ Industrias procesadoras de alimentos: panaderías, confitería

El mercado de los snacks está relacionado con los alimentos que acompañan a los tragos o bebidas y es un área importante para estos frutos de nuez.

Los snack de frutos de nuez se presentan en varias formas, pero principalmente salados o tostados. Pueden venderse en forma separada o mezclados.

Para los propósitos industriales, los frutos de nuez se usan principalmente en tortas y galletas, confitería, chocolates, barras cubiertas de chocolate, cereales para el desayuno, barras de cereales y en la incorporación de otros productos como helados, yoghurt y manjar.

CARACTERÍSTICAS DE LAS MATERIAS PRIMAS

Los frutos de nuez, representados por diversas especies, se encuentran en todo el mundo y son parte de la alimentación, y aunque no constituyen una comida por sí mismos, se complementan en guisos, productos de repostería, confitería y snacks (Cuadro 1). La mayoría de estos frutos son preparados previamente a su consumo para realzar las propiedades que las hacen atractivas como su aroma, sabor y textura. Para ello, son descascaradas, secadas, peladas o blanqueadas, tostadas, saladas, fritas, trozadas o recubiertas de azúcar.

El consumo de este tipo de frutos ha aumentado considerablemente a nivel mundial en los últimos veinte años. Existe una gran demanda por ellos en todas sus formas, dado que su consumo se asocia a una alimentación saludable porque son ricas en fibra, aceite con ácidos grasos insaturados, proteínas con buen balance aminoacídico, vitamina A y E que actúan como antioxidante y retardadores del envejecimiento.

Cuadro 1. Principales nueces y su uso

ESPECIE	USOS
Almendra	Mezclas; Tostadas, saladas; Confitería; Pastas
Nuez	Repostería, confites
Avellana	Tostadas, saladas; Mezclas; Chocolatería, confites
Pistacho	Snack, confitería
Pecana	Tostado, salado, confitería, pastelería y consumo directo
Macadamia	Pastelería, confites, consumo natural, salado, tostado, con coberturas
Maní	Snack, confitería, repostería
Castaña	Tostado, confitado, puré, harina
Cajú	Snack, confitería

Almendras

Las almendras se agrupan en dos tipos: la almendra dulce que se produce para obtener el fruto; y la almendra amarga, relativamente insignificante en el comercio internacional, que proporciona la materia prima para el aceite y se usa como agente saborizante.

Las almendras son un constituyente común de las mezclas de nueces, como también tiene un amplio consumo cuando son tostadas y saladas. Sin embargo, su mayor uso lo constituye como ingrediente de productos horneados, confitería y en la elaboración de pastas de almendras.

Las almendras saladas provienen del procesamiento de semillas con cáscara o sin ella, tostándolas en aceite o en seco, y luego aplicándoles sal u otro sazónador.

Para hacer almendras saladas, las semillas generalmente no se blanquean (remoción de testa). Si el blanqueo es necesario, las almendras se remojan en agua caliente hasta que la testa se suelte lo suficiente como para ser removida por frotación. Otro método consiste en pasar las semillas por una solución caliente que

contiene 8 g/L de glicerol y 45 g/L de carbonato de sodio en agua. Las testas se remueven con corrientes de agua, y si quedara solución alcali remanente, se neutraliza sumergiendo las almendras blanqueadas en una solución de ácido cítrico. Las almendras húmedas, generalmente se someten a secado antes del tostado.

Las almendras se pueden tostar en seco. Para tostar las almendras en seco se usa una corriente de aire caliente que fluye a través de un tambor rotatorio perforado o en un sistema de lecho fluidizado. Durante el proceso, la humedad interna disminuye en aproximadamente un 1% y la temperatura aumenta hasta unos 150°C. El tostado en aceite es probablemente el método más usado, y puede ser un método en continuo o en lotes. Las almendras se sumergen en aceite que se ha calentado entre 120° y 180°C. Posteriormente, una vez que las almendras se retiran del aceite, se enfrían, se salan y se secan.

Se ha usado en forma experimental el calentamiento dieléctrico y el microondas para el tostado de almendras y otras nueces.

Un porcentaje considerable de almendras se procesan como snack a través de coberturas con sal sabor a humo, ajo, paprika, con azúcar, canela y otros saborizantes.

Para la elaboración de pastas tipo mantequilla, el proceso tiene las siguientes operaciones: selección, descascarado, tostado, remoción de testa (blanqueado), molienda y adición de sal; se debe agregar pequeñas cantidades de aceite vegetal hidrogenado, dextrosa, jarabe de glucosa, glicerina, lecitina u otro emulsificante. Se requiere evitar la separación de fases y la cristalización de grasas, azúcares y sal, para lo cual son críticas las temperaturas de tostado, el enfriamiento rápido y el uso de emulsificantes.

Avellana

El fruto del avellano europeo se consume tostado o tostado y salado; entero o partido; solo o en mezclas con otros fruto de nuez, para el mercado de los snacks que acompañan a las bebidas y los tragos. También existe un consumo considerable de pepitas de avellanas sin tostar o salar, que se mezclan con otros frutos secos como duraznos, ciruelas o

manzanas, y que se venden en los supermercados en las estanterías de los frutos deshidratados. También la avellana se utiliza en la elaboración de pastas para chocolates y helados.

En Chile, el producto que se comercializa para la elaboración de confites y chocolates es importado en su totalidad desde Europa.

Pecano

El pecano se encuentra en Chile aún en etapa de experimentación, y por lo tanto falta determinar todavía los aspectos tecnológicos necesarios para lograr un buen producto comercial.

En Estados Unidos el pecano se consume en grandes cantidades anualmente, tostado y salado directamente como un producto snack.

El pecano difiere de otros frutos de nuez en que no se requiere la operación de blanqueado. El pecano se puede tostar en seco o en aceite y el tratamiento térmico requerido es mucho menor que el usado en maní, debido a que el contenido de humedad inicial del pecano es más bajo y debido también a que pocas veces se desea un sabor a tostado muy desarrollado. Por otra parte, el tostado en aceite entrega un producto más uniforme que el tostado en seco, y con menos daños mecánicos. El uso de antioxidantes en el medio de fritura aumentaría la vida útil del pecano tostado por fritura.

Las condiciones óptimas de tostado varían según el tamaño de la semilla, pero se habla de un promedio de 12 a 15 minutos a 190°C. Tratamientos térmico más cortos no desarrollan suficiente aroma y sabor, y tratamientos más severos le confieren un color oscuro y sabor amargo.

Una vez que los pecanos se han tostado, se deben enfriar rápidamente en túneles o bins perforados a través de circulación de aire forzado para permitir la salida de cualquier aroma indeseable que se haya podido acumular. Posterior a esto, los pecanos se limpian para eliminar impurezas. Finalmente las semillas tostadas se cubren con un 1% de sal fina. Una pequeña cantidad de pecanos tostados se comercializan con otros saborizantes.

La estabilidad en el almacenamiento de pecanos tostados es muy limitada y se recomienda almacenarlos al vacío en envases herméticamente sellados o en envases de vidrio, en una atmósfera rica en nitrógeno.

El fruto del pecano además se usa para confitería, pastelería, heladería y consumo directo. El fruto contiene aproximadamente un 72% de aceite, razón por la cual se ha utilizado recientemente para la elaboración de mantequilla.

Existe una gran demanda por pecanos en productos de pastelería, tales como pasteles de frutas, "pies", galletas, rellenos para galletas y dulces de pecano. Los pecanos también se usan en productos de confitería incluyendo chocolates, "pralines" y helados.

Pistacho

El pistacho difiere de otros frutos de nuez por el característico color verde de su semilla. Este color varía desde el amarillo hacia el verde y no se limita sólo a la superficie, sino que se extiende hacia la semilla. En general, mientras más profundas son las sombras verdes, más valor tienen los frutos. La semilla ovalada es protegida por una cáscara delgada de color marfil. Cuando las condiciones son favorables, la cáscara se separa longitudinalmente antes de la cosecha, lo cual es una característica deseable, ya que los frutos generalmente son vendidos con cáscara.

Los pistachos se gradúan de acuerdo a la cantidad de frutos por kilo (onza). La nuez se comercializa internacionalmente con cáscara, después de haber sido sometida a un proceso de secado, tostado y salado, para ser consumidas como productos snacks. Los pistachos también se usan en forma comercial en confitería, helados, "candies", salsas, productos de panadería y para saborizar los postres, para lo cual deben ser descascarados y pelados.

Macadamia

La macadamia es un fruto tipo nuez que se utiliza en igual forma que los otros frutos secos, es decir, en panaderías, heladerías, pastelerías, confites, elaboración de postres y para alimentos tipo snacks como consumo directo,

natural y salado. La macadamia es un fruto rico en calorías y vitamina E.

En los mercados internacionales hay un gran interés por esta nuez. Se comercializa envasada al vacío, ya sea natural o tostada y se almacena a bajas temperaturas.

En el Departamento de Agroindustria y Enología de la Facultad de Ciencias Agronómicas, de la Universidad de Chile, se han realizado investigaciones respecto del procesamiento de este fruto, obteniendo buenos resultados cuando las macadamias fueron tostadas y posteriormente cubiertas con chocolate semi-amargo; chocolate dulce o caramelo.

CONSERVACIÓN DE FRUTOS DE NUEZ, PROBLEMAS EN ALMACENAMIENTO

La demanda del mercado mundial exige suministro de estos productos durante todo el año en condiciones de buena calidad, por lo cual es necesario aplicar métodos de conservación postcosecha que eviten o retarden las alteraciones. Por otra parte, el mayor consumo se concentra en productos con alto valor agregado.

La conservación postcosecha de los frutos de nuez es difícil debido a su alto contenido de materias grasas susceptibles de enranciamiento, situación que se hace más compleja cuando las semillas están descascaradas y/o partidas.

Composición química

Como se observa en el Cuadro 2, la mayoría de las nueces poseen un alto contenido de aceite

que fluctúa entre 50 y 73%, lo que le confiere inestabilidad en el procesamiento y almacenamiento. Cuando los niveles de materia grasa se acercan al límite inferior, el contenido de proteína de la especie generalmente es más alto y se encuentra habitualmente presencia de almidón.

El contenido de humedad de las nueces al momento de la cosecha es cercano al 50%, el que debe bajarse a menos de 10% para darle estabilidad y posibilidades de almacenamiento. El secado puede realizarse en forma natural o artificialmente usando bajas temperaturas (menor a 40°C).

El aporte proteico de las nueces no es alto, a excepción del maní que supera el 25%, pero su atractivo reside en que su composición aminoacídica es equilibrada, lo que le da una buena calidad; la proteína no es deficitaria en lisina o triptofano como la de otras fuentes vegetales y su digestibilidad es alta (superior al 85%).

Por otra parte, las nueces aparecen como un alimento interesante, dado que tienen un contenido importante de fibra y no presentan sustancias tóxicas. Entre ellas el principal problema son los taninos generalmente asociados al hollejo y que pueden interferir en la aprovechabilidad de la proteína y los minerales.

Las nueces son alimentos energéticos ya que todas ellas aportan sobre 500 Cal/100 g de parte comestible. En la actualidad, la demanda de este tipo de frutos ha aumentado, ya que se considera como un alimento natural, que exige una cuidadosa masticación para lograr la máxima percepción de su sabor y aroma.

Cuadro 2: Composición química proximal de algunas nueces

	Nuez	Almendra	Pistacho	Macadamia	Avellana	Maní
	g/100 g de parte comestible					
Humedad	3,3	4,7	5,3	3,2	7,5	5,4
Proteína	15,0	18,6	19,3	7,7	12,4	26,3
Lípidos	64,4	54,6	53,7	71,7	49,3	48,4
H. de C.	13,5	16,4	16,4	12,8	24,4	15,1
Fibra	2,1	2,7	2,6	3,0	3,6	2,5
Cenizas	1,7	3,0	2,7	1,6	2,8	2,3

Alteraciones en nueces

A pesar de su atractivo desde el punto de vista nutricional, su composición las hace extremadamente susceptibles a alteraciones que afectan su calidad.

Independientemente del ataque de organismos externos como roedores, pájaros, insectos y hongos, ellas sufren importantes cambios bioquímicos que deterioran su sabor, olor, color o textura.

Cambios enzimáticos:

- **Respiración y germinación:** las nueces recién cosechadas presentan alto contenido de humedad, que si no son reducidos rápidamente, permiten que los sistemas enzimáticos celulares responsables de la respiración y germinación actúen sobre los sustratos de la nuez. Esta actividad, normal de cualquier fruto, se ve favorecida por la alta humedad y la temperatura ambiente. Con esto se produce una disminución del contenido de carbohidratos, proteínas y alteraciones de sabor.
- **Envejecimiento:** las células de los cotiledones sufren una destrucción paulatina de los cuerpos proteicos, causando alteraciones del sabor y textura, tomando la característica de añejas. Estos cambios son producidos por la actividad de enzimas proteolíticas, lo cual se retrasa con bajas temperaturas.
- **Acción de las fenolasas:** las enzimas del tipo fenolasa (polifenoloxidasas, catalasa) catalizan la oxidación de sustancias fenólicas presentes en el hollejo. Los taninos, al ser oxidados, producen sustancias pardas que se van acumulando durante el almacenamiento produciendo un oscurecimiento progresivo del hollejo y un aumento de la astringencia y sabor amargo. Las fenolasas están presentes en las células de los cotiledones, pero al producirse alteración celular por envejecimiento, se favorece el contacto de enzima y sustrato. Esta acción también se acrecienta con la presencia de nueces partidas.
- **Cambios enzimáticos en las materias grasas:** en las nueces están presentes dos tipos de enzimas que actúan sobre los lípidos. Las lipasas que hidrolizan a los triglicéridos y fosfolípidos, produciendo ácidos grasos libres, responsables en parte del sabor añejo. Posterior

a esto actúan las lipoxigenasas, que oxidan a los ácidos grasos libres, produciendo intensos olores y sabores asociados a la rancidez. La actividad de estas enzimas aumenta significativamente cuando hay ruptura de las nueces ya que hay una mayor superficie expuesta al oxígeno.

Cambios no enzimáticos:

- **Absorción de sabores extraños:** el alto contenido de materias grasas de las nueces permite la fijación de compuestos volátiles extraños a ellas, confinándoles sabores y aromas indeseables.
- **Cambios de color y sabor:** cuando las nueces absorben agua para lograr su humedad de equilibrio con el ambiente, hay una migración de los taninos solubles de la cáscara y del hollejo, al cotiledón lo que causa coloración oscura y sabor astringente y amargo.
- **Cambios de textura:** cuando las nueces se deshidratan en forma inadecuada (temperaturas sobre 65°C) se altera su textura. En las nueces con alto contenido de aceite, éste migra a la superficie tomando la nuez una apariencia grasosa, textura seca y áspera y sabor a cocido, que rápidamente se transforma en rancio.
- **Pérdida de sabor y aroma:** a medida que transcurre el almacenamiento y se observa el envejecimiento celular, hay una migración al exterior de compuestos volátiles responsables del sabor y aroma, resultando nueces insípidas y con poco aroma.
- **Rancidez oxidativa:** sin lugar a dudas es el cambio más importante que ocurre en nueces durante el almacenamiento. El alto contenido de aceite de las nueces, más la presencia de oxígeno, temperatura y humedad elevadas, hacen que la rancidez oxidativa ocurra rápidamente. Los ácidos grasos insaturados son más susceptibles a la oxidación, especialmente el ácido linolénico. Estos ácidos grasos pueden absorber oxígeno en su doble enlace, generando una reacción de autopropagación en cadena con producción de peróxidos y luego aldehídos responsables del olor propio de los aceites que han sufrido esta alteración. Debido a que la descomposición de los lípidos por oxidación tiene gran importancia tanto desde el punto de vista de la aceptabilidad como de la

calidad nutritiva de los productos alimenticios, es importante valorar su intensidad. Para esto, se han diseñado muchos métodos, dentro de los cuales los más usados son: el Índice de peróxido, que aunque es un método clásico para cuantificar rancidez oxidativa, su exactitud es cuestionable ya que los resultados varían según el procedimiento empleado, además de ser un análisis muy sensible a los cambios de temperatura; la cromatografía gaseosa, que se basa en la determinación cuantitativa de algunas fracciones como los volátiles que son productos típicos de la oxidación; el hexanal es el producto mayoritario de la oxidación del ácido linoleico y este ácido graso corresponde a un 60% de los lípidos presentes en la nuez .

Factores de deterioro en nueces

Mantener la calidad y la vida útil de las nueces durante el almacenamiento depende de su contenido de humedad, la humedad relativa, la temperatura y el nivel de oxígeno.

Contenido de humedad

Factor propio de la nuez que contribuye al proceso de deterioro. La nuez al ser cosechada tiene una cantidad de agua disponible suficiente para que se produzcan ciertas reacciones de alteración. Durante el proceso de secado de las nueces se remueve gran parte del agua libre; sin embargo, las nueces secadas tienden a absorber agua del ambiente cuando están sometidas a humedad relativa alta.

Humedad relativa

La presencia de altos niveles de humedad ambiente aumentan la incidencia del deterioro en nueces. Con valores sobre un 75% de humedad relativa, el producto absorbe agua hasta saturación, es decir, un gran aumento en el contenido de humedad del producto resulta de un pequeño incremento en la humedad relativa. Esto contribuye al deterioro y al ataque por microorganismos.

Temperatura

La relación entre el contenido de humedad de un material y la humedad relativa en equilibrio es dependiente de la temperatura. La humedad relativa en equilibrio aumenta un 3% por cada 10°C de aumento en la temperatura. A una humedad relativa cualquiera, el aire contiene más vapor de agua a alta temperatura que a

baja temperatura. Bajas temperaturas reducen el ataque de insectos y retardan el crecimiento de hongos y el deterioro, incluso la oxidación lipídica. Se recomiendan temperaturas entre 0° y 10°C para nueces, dependiendo del tiempo de almacenamiento esperado.

Nivel de oxígeno

El oxígeno es fundamental en todas las reacciones de oxidación, sean enzimáticas o no, y su acción se acelera en la medida que se favorece su contacto con los reactantes. Un ambiente bajo en oxígeno, menos del 5%, es un factor beneficioso junto a un manejo de temperatura apropiado, para mantener la calidad en nueces.

La concentración de oxígeno es uno de los factores ambientales más importantes que afectan la oxidación de los lípidos. La velocidad de oxidación es independiente de la concentración de oxígeno a presiones parciales de oxígeno muy altas, pero cuando la presión parcial de oxígeno es baja, la velocidad es aproximadamente proporcional a ella. Sin embargo, la velocidad de oxidación también se ve influenciada por otros factores como la temperatura y el área superficial. Por esto, para aumentar la vida útil de nueces, se usa envasar en condiciones de bajo oxígeno.

Tratamientos en postcosecha

El objetivo principal que persigue el almacenamiento es conservar la calidad del producto lo más cercana a la calidad que presenta al momento de la cosecha, esto se logra por la disminución de la actividad biológica, del daño por microorganismos y por reducción de las pérdidas por transpiración. La vida de almacenamiento puede prolongarse cosechando en el momento adecuado, controlando enfermedades, controlando y modificando la atmósfera, aplicando tratamientos químicos, de radiación, de bajas temperaturas, entre otras.

Disminución de la temperatura

La disminución de la temperatura para la conservación de frutas, hortalizas, nueces y otros alimentos permite retardar o disminuir las actividades metabólicas y retrasar el desarrollo de microorganismos. La temperatura de almacenamiento depende del producto que se

desea conservar y debe tener mínimas fluctuaciones para evitar la pérdida de peso; el recinto debe mantenerse con una humedad relativa adecuada para cada tipo de producto y que sea lo suficientemente alta para evitar deshidratación del producto.

En almendras y nueces las recomendaciones son almacenar a una temperatura de 0°C y 60 a 75% de humedad relativa, con una duración de 15 y 12 meses, respectivamente, cuando se almacenan con cáscara. Al descascararlas, el período disminuye a 7 meses para la almendra y 5-6 meses para la nuez.

Radiaciones ionizantes

La aplicación de radiaciones ionizantes a los alimentos está empezando a considerarse como un tratamiento alternativo, seguro y económico, esto debido a los exigentes estándares de higiene en la manipulación de alimentos y a las crecientes restricciones al uso de fumigantes. Se reconoce como un método efectivo para reducir pérdidas postcosecha y asegurar la calidad higiénica en los alimentos. Sin embargo, informaciones bibliográficas indican que en nueces las radiaciones provocan cambios importantes en el sabor y aroma.

Modificación de atmósferas

El principio de la modificación de la atmósfera se refiere a la remoción o adición de gases en la atmósfera que rodea al producto, resultando una composición diferente a la del aire. Generalmente se trata de reducción del nitrógeno y oxígeno, y aumento del anhídrido carbónico o uso de vacío; con ello se obtiene una disminución de la respiración, reducción en la producción de etileno, cambios en la textura y composición de los frutos y semillas.

La atmósfera modificada se puede definir como el aislamiento de un producto alimenticio dentro de un envase o material barrera a los gases, en el cual el ambiente gaseoso se ha cambiado, de manera de inhibir los agentes deteriorantes, como las bacterias aeróbicas y las reacciones oxidativas, las cuales requieren oxígeno.

Una alternativa de envasar en condiciones de bajo oxígeno podría ser el uso de un recubrimiento comestible continuo alrededor de cada nuez, que tenga una baja permeabilidad al O₂, de manera de reducir la concentración de oxígeno dentro de la nuez y retrasar la rancidez oxidativa. La concentración de oxígeno residual

dentro de la nuez dependería de la permeabilidad de la cobertura al O₂ y de la velocidad de consumo de oxígeno dentro del tejido.

Un recubrimiento comestible debe crear una barrera que restrinja el intercambio de CO₂ y O₂, es decir, crear una atmósfera modificada. Sin embargo, esta atmósfera modificada creada por el recubrimiento, no debería proporcionar condiciones anaeróbicas que puedan causar este tipo de respiración por parte del producto, como tampoco cambios indeseables en el sabor y aroma y crecimiento de microorganismos anaeróbicos.

Las ventajas asociadas con el uso de recubrimientos comestibles son el consumo directo con el producto, el uso de materiales poco costosos, el mejoramiento de las propiedades mecánicas, organolépticas, nutricionales y de conservación mediante el retardo de la transferencia de agua, gases, grasas y solutos, la disminución de las pérdidas de sustancias volátiles (aromas).

La obtención de un recubrimiento comestible implica el uso de un constituyente capaz de formar una matriz continua. Para esto se utilizan materiales como lípidos, resinas, polisacáridos y proteínas. Además, para mejorar la flexibilidad y elongación de la sustancia polimérica se adicionan plastificantes, ceras y aceites.

Los recubrimientos comestibles elaborados a base de polisacáridos como celulosa, pectina, almidón, quitosán y gomas, son en general una buena barrera a los gases, pero su naturaleza hidrofílica los convierte en una mala barrera a la migración de humedad. La permeabilidad al O₂ y CO₂ de las películas en base a polisacáridos permite crear una atmósfera modificada deseable.

En el Departamento de Agroindustria y Enología se ha estudiado el uso de recubrimiento en base a almidón de diferentes especies (papa y maíz, comercial y modificado), de nueces de nogal descascaradas, almacenadas por 6 meses a 18°C, resultando, en algunos casos, un buen control de la tasa respiratoria de las nueces, la disminución del índice de peróxidos al final del período de almacenamiento, y una buena calidad sensorial.

REFERENCIAS

- Baldwin, E.A., Nisperos-Carriedo, M.O. and Baker, R.A. 1995. Edible coatings for lightly processed fruits and vegetables. *HortScience*, 30(1): 35-37.
- Barbosa-Cánovas, G.V.; Brancoli, N.; Palou, E. and Guerra, M. 1997. Edible films and coatings in food processing: a review. *Biotechnology International*, 1: 247-258.
- Church, I.J. and Parsons A.L. 1995. Modified atmosphere packaging technology: a review. *J. Sci. Food Agric.* 67: 143-152.
- Contardo, M.R. 1996. Análisis de mercado de frutos de nuez : avellano europeo, macadamia, pecano y pistacho. Tesis Ing. Agr. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. 198 p.
- Estévez, A.M. 1991. Proceso de deterioro de nueces en almacenaje. p. 159-169. In: Primer curso internacional de postcosecha, Santiago, 15-18 de Octubre de 1991. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Departamento de Producción Agrícola. Santiago, Chile. 283p.
- FAO. 1996. Frutos de nuez:: Situación de mercado y perspectivas. Santiago, Chile. FAO. 135p.
- Fernández, c. 1998. Análisis del mercado internacional del pecano y el potencial de producción y exportación en Chile. Tesis Ing. Agr. Santiago, U. Sto. Tomás, Escuela de Ingeniería de Ejecución Agropecuaria.
- Greve, L.C., McGranahan, G., Hasey, J., Snyder, R., Kelly, K., Goldhammer, D. and Labavitch, J.M. 1992. Variation in polyunsaturated fatty acids composition of Persian walnut. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117: 518-522.
- Guilbert, S. y Biquet, B. 1995. Películas y envolturas comestibles. En: Embalaje de los alimentos de gran consumo. Ed. Acribia, Zaragoza, España. p. 331-371.
- Kader, A.A. 1992. Postharvest handling systems: tree nuts. In: Postharvest technology of horticultura crops. 2nd Ed. University of California. p.253-259.
- Maté, J.; Saltveit, M. and Krochta, J. 1996. Peanut and Walnut rancidity: effects of oxygen concentration and relative humidity. *J. Of Food Sc.* 61 (2) : 465-468.
- Matz, S. 1993. Snacks based on nuts. Chapter 16. In: *Snack Food Technology*. 3th Edition. Ed. Van Nostrand Reinhold, N.Y. p: 197 – 210.

SNACKS DE FRUTAS

Dra. Carmen Sáenz H.
Depto. Agroindustria y Enología
Facultad de Ciencias Agronómicas

INTRODUCCIÓN

Desde hace muchos años la fruta se ha tratado de preservar de distintas formas, a fin de hacerla menos perecedera y aprovechar así sus características nutritivas y sensoriales que la hacen tan apetecible.

Uno de los primeros modos que se conocen utilizados por el hombre para preservar alimentos es la deshidratación; quizá es el primer método junto con la salazón, que utilizaron nuestros primeros antecesores en el planeta. Un buen ejemplo de esto son las pasas; las ciruelas deshidratadas; los orejones de damasco y durazno; las manzanas deshidratadas en rodajas y cubitos. El modo de consumo ha sido incorporarlas generalmente, a algunos postres o platos salados: las pasas por ejemplo en queques y postres; en Chile, en las empanadas, pasteles de papas, etc; los orejones han sido consumidos a veces en forma directa o reconstituidos como compotas, de postre. Las manzanas deshidratadas en rodajas o anillos, también se han servido rehidratadas. Las manzanas en cubitos y las pasas, son quizás de los primeros productos que se han

utilizado directamente y propiamente como snacks; para servir como aperitivos en mezcla con maní, nueces, etc. , formando parte así, de muchos tipos de snacks, y también se los incluye, junto con las pasas y otros trozos de frutas, en algunas mezclas de cereales para el desayuno.

Características tecnológicas de frutas

Las frutas siempre han tenido mucha aceptación en la alimentación humana debido a un sinnúmero de características que las hacen muy apetecidas, tanto desde el punto de vista nutritivo, como sensorial. Su sabor (relación sólidos solubles / acidez), su color, su aporte de vitaminas y de minerales; y ahora su aporte en fibra, componente muy buscado en la alimentación actual, debido a sus propiedades, que ayudan a la digestión, a prevenir la obesidad, controlan en cierta manera la diabetes, etc.

En el Cuadro 1 se observan algunas características de las frutas más utilizadas en la preparación de snacks.

Cuadro 1. Características tecnológicas de frutas (g/100g)

Fruta	Humedad	FDT* (FC)**	E.N.N. (x dif)	Cenizas	Cal	pH	pH
Ciruelas	88,3	1,6 (0,4)	10,1	0,4	40	< 4,5	2,8-4,6
Damascos	84,2	(1,1)	12,8	0,5	54	< 4,5	---
Duraznos	86,6	2,4 (0,3)	11,6	0,4	47	< 4,5	3,4-4,2
Manzana	84,2	2,4 (0,5)	14,5	0,2	56	< 4,5	2,9-3,3
Kiwi	79,7	(1,7)	16,4	0,7	76	< 4,5	
Tuna	81,4	(3,1)	13,5	0,5	56	> 4,5	6,0-6,5
Membrillo	82,9	(1,4)	12,6	2,7	47	< 4,5	
Plátano	75,5	(0,7)	21,3	0,8	84	< 4,5	
Uva	81,3	1,6 (0,6)	16,3	0,4	67	< 4,5	3,4-4,5
Pasas	25,5	(1,7)	68,9	1,5	259	< 4,5	

Fuente: Tabla de Composición Química de Alimentos Chilenos (1990), Guías de Alimentación para la Población Chilena (1997)

* Fibra dietaria

** Fibra cruda

Cabe señalar el contenido de agua que tienen todas las frutas; el alto contenido de hidratos de carbono (calorías) y cenizas. Entre las cenizas se encuentran minerales de gran interés, que

son uno de los principales aportes que hacen las frutas a la dieta, junto con algunas vitaminas. En el Cuadro 2 se observa el contenido de los principales minerales y vitaminas que aportan estas frutas.

Cuadro 2. Minerales y vitaminas presentes en las frutas (mg/100g)

Fruta	Calcio	Fósforo	Hierro	Sodio	Potasio	Vitamina C
Ciruelas	6	19	0,4	2	198	---
Damascos	32	33	1	2	346	11
Duraznos	14	53	1,2	2	232	29
Manzana	7	10	0,2	1	108	5,6
Kiwi	53	75	0,7	1,1	371	96
Tuna	57	32	1,2	---	---	18
Membrillo	21	---	0,3	---	---	27,5
Plátano	16	29	0,8	2	344	4,1
Uva	12	14	1	3	198	3,6
Pasas	64	58	1,3	---	---	7,7

Fuente: Tabla de Composición Química de Alimentos Chilenos (1990)

El sodio no es muy conveniente para las personas con hipertensión; sin embargo el potasio y el fósforo, son minerales muy valorados en la dieta.

Todos estos componentes tienen requerimientos mínimos para una dieta sana y es por todos conocido que los procesos aplicados a las frutas hacen que parte de algunos de ellos se pierdan por su termosensibilidad, por lixiviación, etc. Este es un punto en el cual todo proceso tecnológico debe ser estudiado a fondo para no deteriorar en demasía la calidad nutritiva y sensorial de los productos.

DESHIDRATACIÓN

El proceso de deshidratación, como ya se señalara, se conoce desde hace muchos siglos y consiste fundamentalmente en extraer agua de las frutas a fin de conservarlas por la disminución de su actividad de agua (a_w). El concepto de a_w es bien conocido, como un indicador del agua disponible tanto, para reacciones químicas, como para crecimiento y desarrollo de microorganismos.

$$a_w = \frac{P_w}{P_w^o}$$

P_w = presión de vapor del agua en equilibrio con el alimento

P_w^o = presión de vapor del agua pura a la misma temperatura

La a_w varía de 0 a 1 y es superior a 0,98 para alimentos frescos, mientras que los productos secos tienen a_w por debajo de 0,6. La actividad de agua está relacionada con el contenido de humedad de un alimento (a temperatura constante) por medio de una isoterma de sorción. Se puede decir que para un alimento con alto contenido de humedad, la mayor parte del agua, aproximadamente un 95%, se comporta de manera similar al agua pura, es decir, se puede congelar, está disponible como solvente y además está en una cantidad tal que facilita diversos tipos de reacciones, así como el crecimiento microbiano. Por lo tanto, hay una relación estrecha entre la estabilidad de un producto y su actividad de agua.

En la Figura 1, se observa una isoterma típica de un alimento.

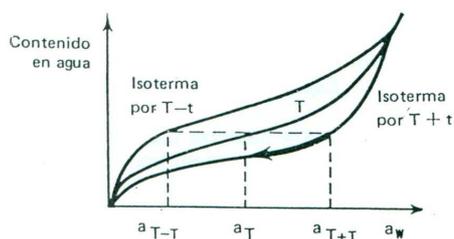


Figura 1. Isoterma de sorción típica de un alimento (Cheftel y Cheftel, 1976)

La zona I de la isoterma abarca el intervalo de a_w entre 0 y 0,25, y representa el agua fuertemente ligada, difícil de eliminar mediante deshidratación y que no congela a -40°C . Esta agua no actúa como solvente. En la zona II, el a_w está entre 0,25 y 0,8, esta agua unida a la de la zona I, constituyen en conjunto el 5% del agua de los alimentos. La zona III corresponde a valores de a_w superiores a 0,8 y constituye el "agua libre" y tiene propiedades muy similares a las del agua pura; se puede congelar, sirve como solvente y es suficiente como para permitir reacciones químicas deteriorativas y crecimiento microbiano. Esta agua constituye más del 95% del agua total en un alimento de alta humedad, como la fruta fresca.

Se sabe que los microorganismos tienen, como organismos vivos, requerimientos mínimos de agua para su vida, por lo que al disminuir el agua disponible, se les coloca en un ambiente adverso para crecer y desarrollarse, de modo que se frena así el deterioro de los alimentos por esta vía.

Se sabe que los microorganismos requieren de un mínimo de agua para crecer y reproducirse, y esto relaciona los valores de a_w con el crecimiento microbiano. Es así como a a_w menores de 0,9 se inhibe el crecimiento de la mayoría de las bacterias, incluidas las patógenas, excepto *S. aureus* que puede crecer a $a_w=0,86$. La contaminación por hongos y levaduras, ocurre por el contrario a a_w mucho más amplias, entre 0,61 y 0,9. Por tanto al bajar el a_w ya sea por evaporación del agua o por adición de solutos (azúcares), los microorganismos ponen en marcha su mecanismo de osmoregulación a fin de compensar la pérdida de agua que se produce

al estar en un medio hipertónico. Al no poder hacerlo, mueren por lisis celular.

Ventajas de la deshidratación como método para preservar alimentos.

La deshidratación tiene varias ventajas como método de preservación; y actualmente se observa un renovado interés por este proceso. Las ventajas que aparecen asociadas a la deshidratación como método de conservación son:

- atractivos especiales para aumentar la vida útil de las materias primas (costos, complejidad, etc.)
- disminución del peso (respecto a la fruta fresca)
- disminución del tamaño o tamaño más compacto
- uso de frutas de descarte (por calibre, color, etc.)

La deshidratación provoca a la vez algunos cambios en las materias primas a las que se aplica, entre ellos se ven modificadas la textura, sabor, aroma y color. La pérdida de agua, y en ocasiones las temperaturas aplicadas, afectan otras características de los productos. La extracción del agua arrastra algunos compuestos responsables del aroma de los vegetales y estos una vez deshidratados tienen un aroma distinto, pero no necesariamente peor que el de los alimentos frescos. También tienen otro color; las frutas tienen varios compuestos químicos responsables del color: clorofilas, carotenos, betalaínas, antocianos, etc, que tienen mayor o menor estabilidad al calor y a otros factores químicos como el pH y el O_2 y físicos, como la luz.

La efectividad del proceso de secado se ve influida por distintos factores:

estructura y composición del material: afectan la migración de agua desde el interior hasta la superficie

contenido de sólidos solubles: un mayor contenido de sólidos solubles aumenta la retención de agua en el producto

tamaño del producto: en general la velocidad de secado es proporcional al tamaño del trozo, e inversamente proporcional al grosor

humedad inicial del producto: el agua libre se extrae más fácilmente de los productos y esto ocurre al inicio de la deshidratación

temperatura y humedad relativa del aire de secado: a mayor temperatura y menor humedad aumentan la velocidad de secado, sin embargo temperaturas altas pueden producir caramelización

velocidad y turbulencia del aire: al aumentar la velocidad y turbulencia del aire, se obtiene una reducción en el tiempo de secado

Como ya se indicara, la deshidratación de frutas enteras o trozadas ha sido un hecho común en la industria procesadora de frutas, pero la búsqueda cada vez mayor de nuevos productos y nuevos métodos para aprovechar las materias primas vegetales, ha llevado a desarrollar lo que actualmente se conoce como láminas de frutas o "cueros de frutas". Este desarrollo seguramente se ha basado en la aceptación que tienen por parte de los consumidores las frutas deshidratadas.

Productos de humedad intermedia

Los productos de humedad intermedia llamados también de contenido medio de agua, presentan una humedad de 15-35% y una actividad de agua (a_w) entre 0,6 y 0,8. La disminución del a_w se logra muchas veces por adición de sacarosa o cloruro de sodio, de modo de aumentar el contenido de materias disueltas en la fase acuosa. Estos alimentos presentan la ventaja de tener mayor vida útil que los alimentos al estado fresco y a la vez una textura más blanda, respecto a la fruta deshidratada, lo que permite que puedan consumirse sin previa rehidratación.

En general los alimentos de humedad intermedia combinan la disminución del a_w con otros factores que aseguren la buena conservación de las frutas. Estos son la disminución del pH, la adición de conservadores permitidos, principalmente para controlar hongos y levaduras, como el sorbato de potasio. La disminución del pH por aumento de la acidez, es un modo de asegurar una mayor vida útil. Se sabe que los microorganismos tienen pH óptimos para crecer y desarrollarse, es así como las bacterias tienen un pH entre 4 y 9, mientras que los hongos entre 1,5-11 y las levaduras 1,5-8. Esto indica que las bacterias difícilmente atacarán los derivados de frutas deshidratados, sin embargo, el peligro está en los hongos y las levaduras. Existe una interacción a_w - pH, de modo que un producto de menor pH podrá tener un a_w mayor, que otro de mayor pH a igual a_w

para impedir el desarrollo de un determinado microorganismo.

LÁMINAS DE FRUTAS

Las láminas de frutas son productos, como su nombre lo indica, delgados, hechos a partir de purés de distintos frutos. Se las conoce comercialmente como barras de frutas o rollos de frutas, esto último por su forma de ser presentadas al consumidor. Tienen su origen en los países islámicos, donde se fabrican principalmente a partir del fruto del damasco y se conocen con el nombre de "Kamar-Eddin". En occidente se desarrollaron como muchas otras cosas, como consecuencia de la 2ª Guerra Mundial; Cruess en 1942, comenzó el estudio de raciones de emergencia para las fuerzas armadas, logrando barras de alto contenido energético, las que podían ser almacenadas a temperaturas de -18°C a 40°C sin sufrir deterioro. La ventaja principal de estos productos desde el punto de vista del consumidor es su textura. Por tratarse de una delgada lamina, a pesar de que la humedad a la que se llega es baja, la textura se mantiene en tal condición, que su consumo directo las hace muy apetecibles, sobre todo por los niños. La idea de introducir estos productos, es contribuir con alimentos sanos y seguros a la dieta de niños que muchas veces consumen "comida chatarra" basada en productos fritos, de alto contenido de grasa.

Las láminas de frutas se obtienen utilizando distintas especies, además de las ya mencionadas: manzanas, peras, mangos, piñas, ciruelas, frutillas, etc.

En términos generales el proceso de obtención de las láminas se puede dividir en cuatro etapas:

- Preparación de la materia prima
- Obtención de la pulpa
- Secado
- Almacenamiento

- Preparación de la materia prima: como en todo proceso, hay que lavar la fruta, pelarla cuando es necesario, trozarla, etc.

- Obtención de la pulpa: esta puede obtenerse mediante un método "hot-break" o "cold-break", dependiendo de si se requiere prevenir el

pardeamiento o no. Cuando las frutas y las pulpas que se obtienen son de colores claros, se utiliza el primer método, a fin de prevenir el pardeamiento (se inactivan las enzimas), para esto se suele escaldar la fruta por 15 min en agua caliente.

La pulpa obtenida puede concentrarse para disminuir el tiempo de secado, con o sin adición de azúcar.

- Secado: para el secado de las pulpas, existen varios métodos. Uno de los más sencillos consiste en depositar la pulpa en bandejas, ya sean metálicas o de madera, con un capa de espesor entre 0,6 - 0,8 mm de pulpa. Para evitar que el producto se adhiera a la bandeja, se puede emplear un film plástico (cloruro de polivinilo) entre la bandeja y la pulpa, o bien untar la bandeja con glicerina o incorporar aceite de oliva a la pulpa, el cual también le confiere al producto, una textura agradable.

El empleo de bandejas metálicas hace un 20-30% más eficiente el proceso de secado, ya que la conductividad térmica del metal es superior a la de la madera.

El secado se puede efectuar en túneles de secado, secadores de tambor o al sol, en los lugares en que la luminosidad y la humedad relativa lo permiten.

Las temperaturas de secado dependerán también de las características de las pulpas: color, contenido de vitaminas, etc.

Se han hecho ensayos a distintas temperaturas y velocidades de aire de secado de pulpas de frutas. En el Cuadro 3 se observan diversas condiciones de secado, aplicadas en la obtención de láminas de frutas.

Cuadro 3. Condiciones de secado de algunas pulpas

Producto	Temperatura (°C)	Veloc. aire (m/s)	Tiempo (hr)
Manzana	105-107	4,6 - 7,5	3
Tuna	60	0,014 - 0,028	40 - 48
Varias frutas	57 - 60	---	4 - 8
Manzana/kiwi	60	2	6,5

- Almacenamiento: los envases que se recomiendan para este tipo de productos son los que se usan en general para alimentos deshidratados: polipropileno; laminados, etc. No existen referencias de condiciones de almacenamiento para este tipo de productos, sin embargo, se recomiendan lugares frescos y secos. Se podría señalar que al igual que para otros productos deshidratados, las condiciones serían: 20 °C y 60% H.R. Para un almacenaje más prolongado algunos autores recomiendan la refrigeración o la congelación.

Aditivos utilizados

Para preservar el color

El color es un atributo que forma parte de la apariencia y es por tanto lo primero que ve el consumidor para escoger un producto. Los compuestos responsables del color en frutas pueden sufrir deterioro por varios factores entre ellos la temperatura y el aumento del pH. La

clorofila, por ejemplo se transforma en pigmentos pardos por el calor o la acidez. Los antocianos, responsables de los colores rojos y violetas de muchas frutas, varían su color dependiendo del pH. Los carotenos, también se afectan por la luz, el O₂ y la temperatura.

Por otra parte, los purés de frutas de color claro, como manzana, durazno, damasco, pera y plátano, tienden a pardearse durante la deshidratación, ya sea porque sufren cambios en los pigmentos o porque sufren reacciones de pardeamiento químico o enzimático. El color puede preservarse por adición de ácido ascórbico, bisulfito de sodio o jugos de frutas que contenga algún aditivo en forma natural (los jugos de piña y limón contienen ácido ascórbico). Estos últimos influirán en el sabor y aroma del producto deshidratado, por lo cual deben ser compatibles con él y ser ensayados antes de su adición en su aceptación por parte de los consumidores.

También para mejorar su aceptabilidad, se pueden añadir otras especies como canela y para influir y mejorar la textura: trozos de nueces o coco.

Para mejorar la conservación

Adición de ácidos: ascórbico o cítrico. Esto ayuda además a mejorar la armonía del sabor, cuando se trata de frutas muy dulces.

Preservantes propiamente tales

Se suelen utilizar sorbato de potasio y benzoato de sodio en las dosis recomendadas por la legislación.

Formulaciones, características químicas, físicas y sensoriales

A continuación se hace mención a algunas formulaciones utilizadas para la obtención de estas láminas (Cuadro 4).

Cuadro 4. Formulaciones de pulpas de frutas para la elaboración de láminas

Fruta	Azúcar (%)	Acido (%)	Aditivos	Otros
Mango	10 - 15	Jugo limón (3 %)	Metabisulfito (2 g /kg)	---
Kiwi	15	---	SO ₂ (0,5 g/kg)	---
Kiwi/manzana	15 (S o G)*	---	---	---
Manzana	---	---	---	---
Tuna	10	Acido cítrico (0,11%)	Metabisulfito de sodio (0,15%)	Canela
Tuna/membrillo	10	Acido cítrico (0,7-1,1%)	Metabisulfito de sodio (0,15 %)	Canela

S: sacarosa; G: glucosa

De estas formulaciones, 2 de ellas han sido experimentadas en el Depto. de Agroindustria y Enología de nuestra Facultad. Las láminas de mezcla de kiwi/manzana y las de tuna/membrillo. Ensayos preliminares se han efectuado en láminas de frutilla, con excelentes resultados tanto por su color como por su sabor. A continuación se analizan con más detalle algunos de los datos y características de estas láminas.

Láminas de kiwi/manzana

El fruto del kiwi se caracteriza por un alto contenido de ácido ascórbico y un intenso color verde, por la presencia de clorofila, muy susceptible al deterioro durante los tratamientos térmicos. Por su parte la manzana es rica en pectinas lo que proporciona firmeza a los productos elaborados con ella; dependiendo de la variedad, la manzana es más o menos susceptible de sufrir pardeamiento enzimático, el que puede reducirse mediante la adición de ácido ascórbico. En la elaboración de las láminas se aprovechan las características individuales de cada especie.

Cuadro 5. Mezclas de manzana y kiwi

Tratamiento	Mezclas *	Azucares**
A	75% M / 25%K	100% S
B	75% M / 25% K	50% S + 50% G
C	50% M / 50% K	100% S
D	50% M /50% K	50% S + 50% G
E	25% M / 75% K	100% S
F	25% M / 75% K	50% S + 50% G

*M: manzana; K: kiwi; **S: sacarosa; G: glucosa

Se probaron en este ensayo distintas proporciones de kiwi y manzana, así como dos edulcorantes: glucosa y sacarosa. Uno con un poder edulcorante mayor que el otro y uno más susceptible de sufrir pardeamiento que el otro.

En el Cuadro 5 se observan los diversos tratamientos efectuados.

La línea de flujo utilizada para la elaboración de las láminas de manzana/kiwi es la que se presenta a continuación en la Figura 2:

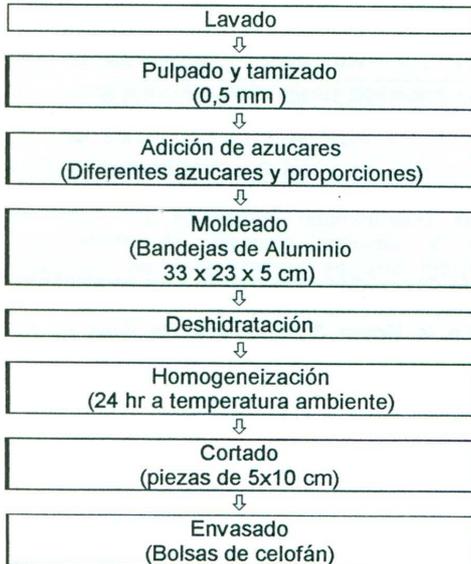


Figura 2. Línea de flujo para preparar láminas de fruta

A las láminas se les determinaron varios atributos sensoriales y características físicas y químicas, entre ellas a_w , color, contenido de humedad y calidad y aceptabilidad sensorial. Los resultados se observan en los Cuadros 6, 7 y 8.

Todos los tratamientos presentaron una a_w menor de 0,63, lo que como ya se ha señalado, es una ventaja para su preservación durante el almacenamiento. En relación con el color, en las láminas con mayor contenido de manzana y glucosa se observó una mayor contribución de rojo ($a^* = 4,76$).

Estas láminas se dejaron con una humedad menor que un 12-15 %, pero eso es manejable con tiempos de secado menores.

La aceptabilidad de las muestras fluctuó entre 5 y 7,

La calidad sensorial indicó que el mejor aroma y color fue el de la mezcla 25%M/75%K y 100% S; sin embargo, la mayor aceptabilidad fue la del tratamiento 75%M/25%K y 100% sacarosa (7,0). Esto indica, que la sacarosa da un mejor color que la glucosa (sufre menos pardeamiento y varía por ello menos el aroma, el pardeamiento provoca un "off-flavor" característico de aroma a té) y ello lleva a una mejor aceptabilidad, que correspondió a "me gusta medianamente" en la Escala Hedónica de 1 - 9 puntos

Cuadro 6. Humedad, a_w y color de las láminas

Tratamiento	Humedad (%)	a_w	Color		
			L*	a*	b*
75M/25K	9,4-10,8	0,61-0,63	44	4,3	20
50/50	8,12-10,6	0,58-0,61	43	4,2	20
25M/75 K	9,12-10,7	0,4-0,59	40	3,3	17

Cuadro 7. Acidez y vitamina C de las pulpas

Mezclas *	Acidez (% ácido cítrico)**	Vitamina C (mg/100g)**
75% M / 25%K	1,7	18,5
50% M/ 50% K	2,0	18,7
25% M/ 75% K	2,5	25,7

Manzana (M); Kiwi (K); ** antes de la adición de azúcar

Cuadro 8. Azúcares totales, acidez y calorías de laminas con diferentes proporciones de kiwi y manzana

Tratamiento	Azúcares Totales (g/100 g)	Acidez (% ácido cítrico)	Acido Ascórbico (mg/100g)	Calorías (Kcal/100g)
A	79,9 a	0,44 bc	16,0 b	382,6 a
B	76,6 a	0,40 c	22,1 ab	367,6 b
C	75,8 a	0,52 bc	19,8 ab	378,4 ab
D	80,7 a	0,47 bc	29,3 ab	371,8 ab
E	76,7 a	0,72 a	36,5 a	372,3 ab
F	77,8 a	0,59 ab	33,1 ab	376,3 ab

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Láminas de tuna/membrillo

La elaboración de las láminas de tuna y membrillo, fue algo distinta a la señalada para

las de kiwi/manzana, debido a las características propias de estas frutas.

En la Figura 3 se observa la línea de flujo utilizada en este caso.

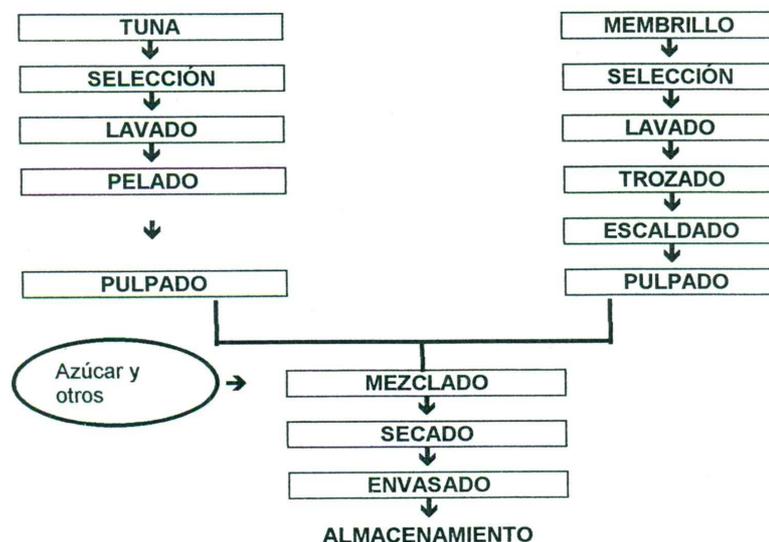


Figura 3. Línea de flujo para la elaboración de láminas de tuna y membrillo

Una de las frutas se peló, la otra no; una se escaldó, la otra no; esta operación tuvo como finalidad ablandar el tejido vegetal, destruir las enzimas que pudiesen originar alteraciones (color y textura), y aumentar la permeabilidad de las paredes celulares, lo que aumenta la velocidad de deshidratación.

Respecto a la evaluación sensorial de las láminas, estas presentaron una aceptabilidad variable, siendo mejor calificado el tratamiento 2 con nota 7,0; T1 y T3 obtuvieron ambos una calificación de 6. Las características físicas y químicas de estas láminas se observan en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Características físicas y químicas de las láminas de tuna y membrillo

Tratamientos	pH	Acidez (% ác. cítrico)	Vit. C (mg %)	L*	Color a*	b*	Humedad (%)	a _w	Calorías (Kcal/100g)
100% T	3,7 a	3,4 a	32,7 a	36,5 a	-0,5 a	14,8 a	16,0 a	0,55 a	320 a
75%T/25%M	3,8 a	2,8 b	24,5 b	40,7 b	-0,4 a	19,4 b	15,7 a	0,57 ab	327 a
50%T/50%M	4,2 b	1,3 c	15,9 c	43,6 b	0,6 a	21,3 b	15,0 a	0,60 b	321 a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Láminas de mango

Estas láminas, están descritas por Paltrinieri et al (1993). Ya se señaló anteriormente las proporciones de diversos aditivos y lo interesante de estas barras es que fueron secadas mediante un secador solar.

Rendimientos

El rendimiento de las láminas varía entre un 23 a un 36%, tanto para estas como para las de kiwi, dependiendo del porcentaje de humedad y de la cantidad de azúcar añadida.

Equipos de deshidratación utilizados para la obtención de láminas

Se han utilizado secadores solares portátiles cuando la luminosidad así lo permite; por ejemplo, en la obtención de láminas de pulpa de mango, colocando la pulpa en bandejas de aluminio o de acero en rango de 15 Kg de pulpa por m² de bandeja.

También se han utilizado túneles de secado de bandejas, en las que se ha puesto la pulpa en bandejas de aluminio, de 33x23x5 cm. Se colocó una capa de pulpa de un espesor entre 0,8 -1,0 cm, de modo que al deshidratar quede de solo unos milímetros. Se indicaron anteriormente algunas condiciones de proceso.

Otro sistema que podría ser utilizado para secar este tipo de pulpas son los secadores de rodillo.

La velocidad de secado dependerá del ΔT entre el fluido calefactor (vapor) y la pulpa; la velocidad a la que gira el rodillo y el espesor de la pulpa.

Se puede concluir que estos snacks de frutas son interesantes desde el punto de vista nutritivo, la tecnología para su producción no es compleja y pueden ser una alternativa para aumentar el consumo de frutas.

REFERENCIAS

- Aguilera, J.M. 1997. Temas en Tecnología de Alimentos. Vol 1. Instituto Politécnico Nacional, México, D.F. 337 p.
- Alvarez, M. 1997. Elaboración de láminas de tuna con incorporación de pulpa de membrillo. Memoria de Título. Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. 65 p.
- Castillo, C.; Uauy, R. y Atalah, E. 1997. Guías de Alimentación para la población chilena. 1ª Ed. Santiago, Chile. 164 p.
- Cheftel, J.C.; Cheftel, H. and Besançon, P. 1989. Introducción a la Química y Tecnología de Alimentos. 1ª Reimpresión. Ed. ACRIBIA, Zaragoza, España.
- Estévez, A.M.; Sáenz, C. and Stier, A. 1998. Jornadas Internacionales de Alimentos de Origen Agropecuario. In: Resúmenes. Mendoza, Argentina, 30 Sep, 1º-2 Oct., p.29.
- Lodge, N. 1981. Kiwifruit: two novel processed products. Food Technology of New Zealand 7:38-43.
- Paltrinieri, G.; Figuerola, F. y Rojas, L. 1993. Procesamiento de frutas y hortalizas mediante métodos artesanales y de pequeña escala. Manual Técnico. FAO, Santiago, Chile. 186 p.
- Sáenz, C.; Estévez, A.M. and Stier, A. 1999. Dried fruit leathers from kiwifruit and apple pulp. Acta Horticulturae 498: 331-336
- Schmidt-Hebbel, H.; Pennacchiotti, I.; Masson, L. and Mella, A. 1990. Tabla de Composición de los Alimentos. 8ª Ed. Facultad de Ciencias

Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile. 62 p.

Raab, C. and Oelhler, N. 1990. Making dried fruit leather. Oregon State University, Extension Service, 2 pag.

Kitson, J.A. and McGregor, D.R. 1982. Technical note; Drying fruit purees on an improved pilot plant drum-drier. J. Food Tech. 17:285-288.

Ewaidah, E. and Hassan, B. 1992. Prickly pear sheets: A new fruit product. Intern. J. Food Sci. Tech. 27: 353-358.

Sepúlveda, E., Sáenz, C. and Alvarez, M. 1996. Elaboración de láminas de fruta: tuna (*Opuntia ficus indica*) y membrillo (*Cydonia oblonga* Mill). Textos Completos CICTA -5. IX Seminario Latinoamericano y del Caribe de Ciencia y Tecnología de Alimentos. PSM Publicaciones Soporte Magnético. 6p.

Stier, A. 1996. Elaboración y caracterización de láminas deshidratadas de pulpa de kiwi y manzana. Tesis Magister en Ciencias Agropecuarias, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. 57 p.

EFFECTO DE LA FRITURA Y EL TOSTADO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS SNACK

Berta Escobar Alvarez
Depto. Agroindustria y Enología
Facultad de Ciencias Agronómicas

INTRODUCCION

La popularidad de los alimentos fritos persiste, a pesar de la preocupación pública acerca de las calorías, el colesterol y las grasas saturadas y del conocimiento de que la ingesta de grasa debe moderarse como parte de una dieta equilibrada.

En la actualidad se elabora una gran variedad de alimentos tipo "snack" en los cuales se utilizan los procesos de fritura, tostado y salado. A pesar de que a los "snack", tanto dulces como salados, se les ha criticado por su bajo aporte nutritivo, su consumo sigue creciendo y por ende el desarrollo de estos productos no ha encontrado límite para definir la gran diversidad de formas, colores, dimensiones y combinaciones de ingredientes.

Dentro de los "snack" fritos salados, los que representan la mayor producción son las papas fritas, también están las galletas saladas y tostadas, el maní que para ser consumido debe tostarse previamente y luego es frito y salado.

Como estos productos fritos/tostados/salados son tan consumidos, es necesario conocer como estos procesos se deben realizar para que no afecten a los alimentos.

FRITURA

La fritura es una operación destinada a modificar las características físicas y organolépticas del alimento, tales como, textura, color, aroma, "bouquet". En el proceso de fritura se utilizan grasas y aceites como medio de transferencia de calor al producto.

Cuando un alimento se sumerge en aceite caliente (180-190°C), ocurre transferencia simultánea de calor y masa. Se transfiere calor por convección desde el aceite caliente a la superficie del alimento y luego por conducción

desde la superficie hacia el interior. El agua que abandona el alimento genera un enfriamiento en el frente de evaporación. Las velocidades de transferencia de calor al alimento dependen de la diferencia de temperaturas entre éste y el aceite y del coeficiente de conductividad térmica superficial.

La transferencia de masa se caracteriza por la pérdida de humedad y la ganancia de aceite, fenómeno que opera en contracorriente; la temperatura del alimento aumenta rápidamente y el agua que contiene se elimina en forma de vapor, por lo que su superficie comienza a deshidratarse. A medida que transcurre el proceso, la cantidad de burbujas disminuye como consecuencia de la reducción de la humedad superficial. Se forma una corteza y el frente de evaporación va trasladándose hacia el interior del producto, la temperatura en la superficie del alimento alcanza la del aceite caliente y la interna aumenta lentamente hasta alcanzar 100°C.

La capa superficial desarrollada por la fritura posee una estructura porosa constituida por conductos capilares de diámetro variable; durante la fritura el agua y el vapor de agua que rellenan los capilares de mayor tamaño son desplazados por el aceite caliente.

El tiempo de fritura para un determinado alimento depende de:

- Tipo de alimento
- Temperatura del aceite
- Sistema de fritura (superficial o inmersión)
- Grosor del alimento
- Cambios que se pretende conseguir.

A mayor relación superficie/masa producto, mayor es la absorción de aceite, existiendo una relación lineal. La rugosidad del producto influye en la retención de aceite.

La pérdida de humedad es proporcional a la raíz cuadrada del tiempo de fritura.

La absorción de aceite de fritura se concentra principalmente en el área cercana a la superficie de contacto con el aceite. La mayoría de los productos aumentan su contenido de grasa luego de la fritura; no existe una correlación entre el contenido inicial de agua y la absorción de aceite como se ha postulado.

A temperaturas elevadas (210 – 240°C), los tiempos de fritura son mas cortos; sin embargo, a estas temperaturas el aceite se altera mas rápidamente; se producen ácidos grasos libres que modifican su viscosidad, sabor y aroma.

La temperatura de fritura esta determinada por las exigencias del producto a elaborar, los alimentos fritos pero blandos en su interior se frien a temperaturas altas, para formar rápidamente la corteza superficial y así retener una proporción de agua en el interior. Los alimentos en que la fritura debe producir una deshidratación, se frien a temperaturas bajas para que el frente de evaporación se desplace rápidamente hacia el interior antes de que se forme la corteza.

Las condiciones de calentamiento durante la fritura afectan tanto a la microestructura como a macromoléculas. Los mayores cambios microestructurales se producen a nivel de la corteza, donde se observa la deshidratación y encogimiento de células y gránulos de almidón gelatinizado, formación de ampollas y acumulación de aceite. La lámina media de la pared celular compuesta principalmente por sustancias pécticas, se suaviza y se debilita por efecto del calor. El agua sale de las células en estado de vapor, migra a la superficie por los canales aprovechando la separación entre las células causada por la presión de vapor, las proteínas sufren denaturación y posiblemente degradación.

Existen dos métodos de fritura comercial que se diferencian por la transmisión de calor: fritura superficial o por contacto y fritura profunda o por inmersión

◆ Fritura superficial o por contacto.

La transmisión de calor al alimento tiene lugar por conducción desde la superficie del metal a

través de una fina capa de aceite, ésta varía de acuerdo con la superficie del alimento.

Este método es adecuado para los alimentos que tienen relación superficie/volumen favorable (huevos, escalopas, hamburguesas)

◆ Fritura profunda o por inmersión.

Este tipo de fritura es un proceso que presenta una transferencia directa de calor desde el aceite caliente al alimento frío; la transmisión de calor se produce por una combinación de transmisión por convección (en la masa del aceite) y por conducción (en el interior del alimento). El alimento recibe en toda su superficie el mismo tratamiento térmico, lo cual le confiere un color y aspecto uniforme. Este tipo de fritura es aplicable a alimentos con cualquier forma.

Cuando se introduce el alimento frío en el aceite caliente ocurren varios cambios:

- El calor es transferido desde el aceite al alimento, hasta que éste se cuece y es removido del recipiente.
- La temperatura del aceite disminuye.
- La humedad del alimento sale en forma de vapor, el cual se evapora como espuma, que disminuye a medida que el alimento se va cocinando.
- Se produce pardeamiento deseable o caramelización en la superficie del alimento.
- El alimento absorbe aceite durante el proceso, entre un 3 a 30% de peso terminado, la mayor proporción se acumula cerca de la superficie del producto frito.

Tipos de aceite de fritura

Un buen alimento frito no se puede preparar sino se usa un aceite de buena calidad. Para freír se usan aceites vegetales, con y sin hidrogenar, grasas animales, mezcla de los anteriores, margarinas.

Los criterios usados para seleccionar los aceites y grasas son los siguientes:

- No debe contribuir con sabores extraños al alimento.

- Debe proporcionar una larga vida de fritura que haga económica la operación
- Tener resistencia a producir humo en exceso durante el uso continuado, a la rancidez y a la formación de polímeros.
- Proporcionar a los productos una superficie café-dorada exenta de grasa libre y de excelente textura.

Grasas de origen animal:

Dentro de las grasas del tipo animal está **butterfat** (de la leche de vaca), que forma parte de la mantequilla; manteca de cerdo y sebo comestible.

Aceites de origen vegetal:

- Aceite de soya: es el más importante, representa cerca del 60% del aceite vegetal consumido en USA y constituye el 55% del consumo en el resto del mundo. Contiene un 60% de ácidos grasos insaturados. Se usa en la preparación de shortening vegetal, para homeado y líquido, fritura, margarinas y ensaladas.
- Aceite de semilla de algodón: se usa en algunos shortening y en algunas margarinas, en ensaladas, fritura profunda y algunos snack.
- Aceite de maravilla (girasol): presenta buena estabilidad al sabor, tiene un alto % de ácido linoleico (55-70%)
- Aceite de coco: por tener alto peso molecular, tiene el problema que produce mucha espuma. Contiene 92% de ácidos grasos saturados
- Aceite de oliva: se usa para cocinar y en ensaladas. Tiene 72 % de ácido monoinsaturado
- Aceite de maíz: tiene un alto % de ácidos poliinsaturados (55%), se usa en la preparación de margarinas.
- Aceite de cartamo: presenta un alto contenido de ácido linoleico (75-80%) lo cual lo hace un aceite apetecido comercialmente. Su uso es limitado por su baja producción, alto costo y falta de estabilidad en el sabor.

- Aceite de palma y aceite de pepa de palma: Se usa en shortening, y margarinas, también como aceite de cocina. Contienen 50 % y 84 % de ácidos grasos saturados respectivamente.

- Aceite de canola: es el aceite de semilla de raps sin ácido erúxico, este aceite es un aceite vegetal de mayor calidad y propiedades nutricionales superiores, se usa para productos fritos en general, resiste mayor tiempo de calentamiento en comparación al aceite de maravilla. Es alto en ácidos grasos monoinsaturados (60%) y bajo en saturados, es estable sin ser hidrogenado.

Actualmente hay productos que reemplazan directamente a las grasas convencionales y proporcionan todas su funcionalidad, estos productos reciben el nombre de **SUSTITUTOS DE GRASAS O ACEITES:**

1.- Moléculas de ácidos grasos estables los cuales reaccionan con otras moléculas que preservan las propiedades funcionales de las grasas, pero bloqueando su digestión. Dentro de este grupo está el **OLESTRA**, que es un poliéster de sacarosa, no tiene calorías y reemplaza entre un 35 – 70% de los aceites de cocina. El olestra reduce las calorías en productos fritos

2.- Compuestos con glicerol los cuales pueden reaccionar con grupos que pueden ser digeridos pero no totalmente absorbidos. Dentro de este grupo está el **CAPRENIN** y el **SALATRIM**; tienen glicerol como base y combinación de ácidos grasos de cadena corta y larga, proporciona propiedades selectivas y se usan en productos alimenticios específicos.

Se están desarrollando nuevas fuentes potenciales de ácidos grasos seleccionados como:

- Perslane (Verdolaga): ácido graso W 3
- Lesquirella fenolleri: ácido graso insaturado C 18
- Meadowfoam: más del 95 % de C20 y gran cantidad de ácido graso monoinsaturado
- Honesty: más del 90 % de monoenoicos
- Cuphea: ácidos de cadena media C8 y C10
- Chia: aceite altamente insaturado, 20% de C18:2 y 60 % de C18:3.



Efecto del calor sobre los aceites o grasas

Los aceites de fritura deben ser estudiados para conocer el proceso y la calidad del producto frito resultante. Existen cambios visibles en los aceites durante la fritura, incluyendo oscurecimiento de color, aumento de viscosidad (50%), disminución del punto de vapor y aumento de espuma.

La mayoría de las propiedades de los aceites de fritura cambian por la temperatura. Inicialmente el aceite tiene una alta capacidad calórica, la cual disminuye con el uso. Esta baja que se produce es un "thermal flywheel" o baja de energía en aceite fresco.

Otra propiedad que comienza a caer y al final aumenta su valor es la viscosidad, la cual se produce como consecuencia de la formación de dímeros y polímeros.

La calidad del aceite de fritura y por lo tanto la calidad del alimento producido están muy ligadas. Se han descrito 5 fases por las que pasa el aceite durante el proceso de degradación:

- 1.- Aceite que inicialmente comienza a degradarse: el alimento es blanco, crudo, almidón no gelatinizado en el centro, olor a no cocido, no tostado en la superficie, solo una pequeña cantidad de aceite es incorporado al alimento.
- 2.- Aceite fresco: éste presenta un oscurecimiento leve al final de la fritura, el alimento está parcialmente cocido en el centro, tostado en la superficie y tiene mayor cantidad de aceite absorbido.
- 3.- Aceite óptimo: tiene color café-dorado y presenta una temperatura óptima para que el alimento se fría, el alimento está tostado, presenta una superficie rígida, olor delicioso, centro completamente cocido, absorción óptima de aceite.
- 4.- Aceite degradado: es oscuro y el alimento tiene una superficie cubierta de manchas, exceso de aceite absorbido, superficie dura.
- 5.- Aceite fundido: muy oscuro, hay un exceso de aceite en el producto, superficie colapsada, olor y sabor a quemado.

El uso, calidad y estabilidad de los aceites de fritura puede ser influenciada por muchos factores, como calor, luz, oxígeno y

contaminantes, los cuales aceleran su deterioro, algunos de estos elementos incluyen:

- Partículas del alimento en el medio de fritura, especialmente metales y sales que aumentan la tendencia a la oxidación e hidrólisis. Estos materiales pueden quemar y oscurecer el aceite de fritura, contribuyen al desprendimiento de olores y efectos adversos en el calor transferido. La filtración baja los niveles de estos contaminantes.
- Metales como Cu - Fe - Zn - Mg - Ca y Na catalizan reacciones de degradación en diferentes grados. Por ejemplo el pollo por su alto contenido de Fe puede causar rápidamente un trastorno (agotamiento) en la grasa de fritura.
- La contaminación por metales desde los equipos u otras superficies de contacto, son prooxidantes que aceleran la oxidación de las grasas. El Fe - Cu - Zn - o Bronce no pueden ser usados en recipientes para freír, las superficies deben reemplazarse por acero inoxidable, teflón u otros.
- Exposición a exceso de calor aumenta la degradación, se debe freír a temperatura normal.
- Los procesos que incorporen oxígeno aumentan el grado de degradación. Se debe tener cuidado de no agitar el aceite durante la fritura, la filtración también puede incorporar oxígeno.
- Sustancias alcalinas promueven la saponificación. La razón más común es la aparición de alcalis en la fritura después de un inadecuado lavado. Los jabones aceleran la velocidad de incorporación de oxígeno y aumentan la velocidad de oxidación, los residuos ácidos después de la neutralización aumentan la velocidad de hidrólisis y la consiguiente formación de ácidos grasos libres, mono y diglicéridos

Medidas en aceite sobre calentados

Cuando un aceite es sobrecalentado se producen compuestos volátiles y no volátiles (Figura 1).

Los compuestos volátiles cambian el aroma, por lo tanto es importante caracterizarlos porque pueden ser inhalados por la persona que está trabajando en la fritura profunda, una parte puede permanecer en el aceite de fritura siendo consumido en la dieta. La formación y

acumulación de estos compuestos no volátiles son los responsables de los cambios físicos y químicos.

Los productos de descomposición no volátiles permanecen en la grasa de fritura y promueven su degradación, son absorbidos por el alimento frito y por lo tanto consumido por las personas. La polimerización que se produce en el aceite en ausencia de oxígeno produce compuestos

cíclicos y polímeros de alto peso molecular que aumentan su viscosidad. Como consecuencia de ello, el coeficiente de transmisión de calor superficial durante la fritura es menor y la cantidad de aceite retenido por el alimento es mayor.

Todos estos compuestos oscurecen el aceite y le proporcionan aromas desagradables.

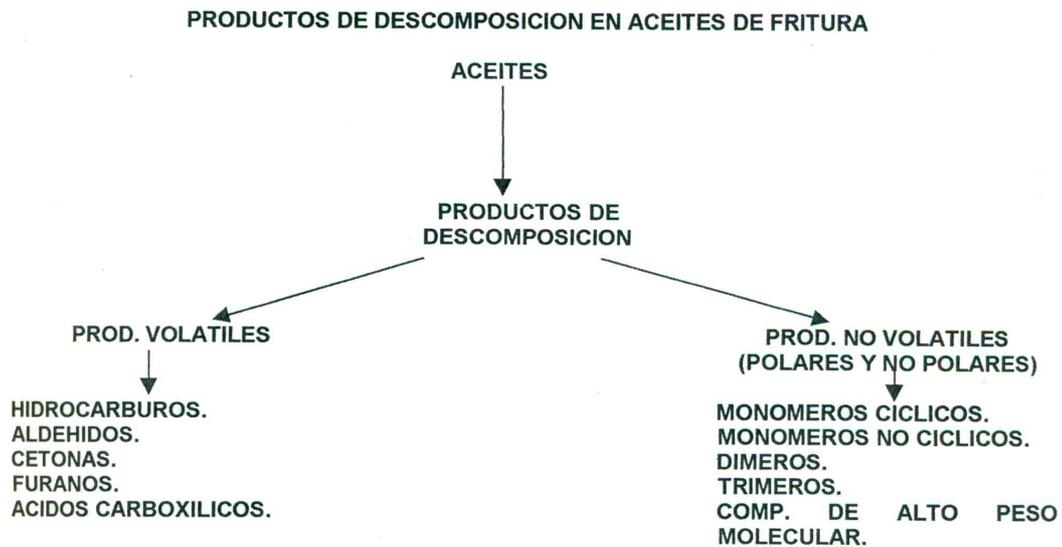


Figura 1. Productos formados por sobre calentamiento de aceites

Las reacciones químicas de oxidación, polimerización e hidrólisis ocurren rápidamente durante la fritura por inmersión en grasas. La extensión de estas reacciones depende de las condiciones de fritura, principalmente la temperatura, duración y aireación implicados. El tipo de comida que se fríe también afecta a la composición resultante de la grasa de fritura. En todas las frituras de alimentos se liberan ácidos grasos y su concentración en la grasa de fritura aumenta con el uso repetido. Cuando se fríen alimentos ricos en grasas, tales como pollo, algunas de las grasas de éste se extraen durante la fritura y son reemplazadas por la grasa con la cual se fríen. Estos intercambios modifican la composición de las grasas de fritura durante el proceso de cocción.

Es corriente en la práctica comercial descartar la grasa de fritura cuando:

- La fritura prolongada produce exceso de espuma en la grasa caliente.
- La grasa tiende a humear excesivamente.
- Se desarrolla un color oscuro y un sabor indeseable.

El calentamiento y enfriamiento intermitente del aceite produce en menos tiempo mayor cantidad de compuestos polares que los aceites calentados continuamente durante mayor tiempo. Aparentemente, esto es causado por el aumento de los acilperóxidos grasos mientras el aceite se enfría y por su descomposición por el calentamiento, provocando daño adicional a la

grasa. Esto se repite con cada ciclo de calentamiento y enfriamiento. Los polímeros de alto peso molecular son los responsables de la producción de espuma.

El efecto de la fritura sobre el valor nutritivo de los alimentos depende del tipo de fritura utilizado. Con temperaturas elevadas el desarrollo de la corteza superficial se produce con gran rapidez, lo cual protege al resto del alimento y por lo tanto retiene mayor proporción de nutrientes.

Los mutagenos cancerígenos no son problema en los aceites de fritura o en los alimentos fritos, si los aceites no son usados en exceso.

Hay que tener presente que una grasa se considera alterada (stress térmico) cuando se forma el 1% de ácidos grasos oxidados insolubles en éter de petróleo.

TOSTADO

El tostado es un proceso térmico realizado en hornos que involucra cambios de humedad, textura y color en el producto.

Un tostado adecuado en un producto permite obtener: humedad, textura, crocancia y color deseado; para esto es necesario que la temperatura del horno esté entre 150 y 220°C, además el tiempo debe ser muy bien controlado, para obtener una humedad final aproximada de 3% (dependiendo del producto).

El tostado de algunas materias primas como amaranto, avena, maní, germen de trigo etc. es muy importante ya que este proceso mejora el sabor, y aumenta el valor nutritivo de éstos, ya que se inactivan los factores antinutricionales como: **Inhibidores de Amilasas, Inhibidores de Proteasa, Hemaglutininas**, haciendo que las proteínas sean más digestibles.

El mayor problema que se presenta en los productos tostados por largo tiempo es la pérdida de aminoácidos esenciales como la lisina, se sabe que la pérdida de este aminoácido puede ser mayor al 30% en productos a temperatura constante de 232°C por un tiempo de 30 min, por lo tanto el tostado debe ser a temperatura alta por un corto tiempo.

El tostado además de realizarse en hornos convencionales, se puede realizar en placas calefactoras y en hornos microondas.

El tostado en placa calefactora se realiza con movimiento constante a temperatura alta y con tiempo bien controlado; el inconveniente de este proceso es que el producto no tiene un tostado parejo.

El tostado en horno microondas, presenta ventajas y desventajas; dentro de las ventajas están:

- ♦ Reducción de la pérdida de nutrientes esenciales, mejor conservación de las características propias del producto.
- ♦ Rapidez, los procesos pueden ser realizados en la cuarta parte del tiempo de lo que requieren los procesos térmicos convencionales.
- ♦ Uniformidad, el producto se calienta de manera uniforme, presentando un tostado parejo
- ♦ Mayor control de la temperatura.

El inconveniente es que no se pueden usar las mismas formulaciones que se usan en hornos convencionales como es el caso de las Donuts.

SALADO

Existe una gran variedad de snack salados ya sea fritos o tostados, la mayoría de éstos se usan en productos de cocktail. Estos productos pueden ser galletas, extruidos, palitos, papas fritas, etc.

Existen tres formas básicas de adicionar sal a los productos:

- **Inmersión en salmuera saturada al 26 %:** El producto queda de buena calidad ya que la sal se impregna, por lo que es muy difícil que se desprenda. El producto se coloca en un canastillo, se sumerge por 5 a 10 min en un recipiente que contiene la salmuera, luego se deja escurrir el agua; y se seca hasta que alcance la humedad inicial.
- **Frito en aceite con sal:** No es necesario tostar la materia prima. Tiene el inconveniente que el producto tiende a enranciarse fácilmente y además queda muy aceitoso.

- **Con aceite:** La que mas se utiliza, por ser la mas fácil y económica, consiste en agregar una pequeña cantidad de aceite al producto previamente tostado, luego se revuelve hasta que el aceite se adhiera, se le agrega sal y nuevamente se revuelve, logrando que el aceite retenga la sal. El mayor problema que tiene es que el salado no es uniforme y la sal se desprende.
- Existe otro método que consiste en: salar un producto previamente tostado, luego freír (fritura profunda) por corto tiempo, dejar escurrir y estando el producto aún caliente agregar el porcentaje de sal deseado.

REFERENCIAS

- Aguilera, J. 1997. Fritura de los alimentos. Temas en Tecnología de los alimentos. Programa Iberoamericano de Ciencias y Tecnología para el desarrollo. México. 42p.
- Anónimo. 1994 . Fast and Oils. Food Technology. November. 140- 192 p.
- Badui, S. 1994. Química de los alimentos. México. Ed . Alhambra mexicana. 430p.
- McGrady, J. 1994. Ingredients/Additives. More-Healthful Fats and Oils. Food Technology. November. p .148.

ELABORACIÓN DE "SNACK" EXTRUIDOS

Ana María Estévez A. Ingeniero Agrónomo M.S
 Depto. Agroindustria y Enología
 Facultad de Ciencias Agronómicas

INTRODUCCIÓN

Actualmente, existe en el mercado una amplia gama de productos denominados genéricamente como "snack"; entre ellos se encuentran todos aquellos alimentos listos para ser consumidos, que están envasados en porciones diseñadas para satisfacer el apetito en períodos entre comidas convencionales; en general son de bajo valor nutritivo y están destinados fundamentalmente para satisfacer requisitos sensoriales como sabor, color, crocancia, etc. Su consumo ha aumentado enormemente en los últimos años y de acuerdo a eso, también la variedad de productos que se pueden encontrar. Entre ellos, ocupan un lugar muy importante los "snack" producidos por cocción-extrusión, ya sean dulces o salados, expandidos o texturizados.

COCCIÓN-EXTRUSIÓN

La cocción-extrusión es un proceso continuo de cocción, en el que una mezcla de ingredientes se fuerza a pasar por una o varias condiciones de mezclado, amasado, cizalla o formación. Existe una amplia variedad de productos que se pueden fabricar por medio de este proceso, entre los que es posible mencionar, almidones precocidos y modificados, cereales para desayunos, productos "snack", sustitutos lácteos, proteína vegetal texturizada, alimentos para peces, alimentos secos y semihúmedos para mascotas, etc.

Dentro de la producción de cada uno de ellos, existe una gran posibilidad de variación, lo que aumenta más la gama de nuevos productos; muchas de estas variaciones involucran cambios relativamente simples como la modificación de formas o sabores. Otros, sin embargo, requieren cambios más profundos como nuevas combinaciones de ingredientes o diferentes condiciones de proceso.

Los dos factores de mayor importancia en la calidad de los extruidos son las características del extrusor y su operación; y las propiedades reológicas de las materias primas.

Extrusor

El extrusor consiste básicamente en dos componentes:

- ◆ Tornillo(s) que rotan dentro de un cilindro o canal.
- ◆ Moldes u orificios restrictivos al paso del producto.

En él se pueden distinguir tres secciones:

-Zona de transporte de polvo sólido, que va desde la alimentación hasta el inicio de la sección de amasado; en ella, el material llena sólo parcialmente la cavidad del tornillo y permanece como polvo; en esta etapa no hay grandes cambios moleculares en las materias primas.

-Zona de transición, que generalmente es muy corta; el material llena la cavidad del tornillo; se produce una compresión gradual, la temperatura va en aumento y empiezan los cambios moleculares.

-Zona de amasado, que llega hasta la cercanía del molde: en ella, la temperatura, cizalla y presión son máximas, se producen cambios más intensos, lo que tiene un profundo impacto en la calidad del producto.

Características de los extrusores

En cuanto a las características del extrusor, se puede hacer una diferenciación de acuerdo al número de tornillos que éste tenga:

- ◆ Extrusores de tornillo simple: se pueden usar en la elaboración de "snack"; cereales para desayunos; sustitutos lácteos; proteína vegetal

texturizada; normalmente se usan los de alta cizalla, para lo cual tienen un tornillo cónico que crea un espacio más restringido a medida que se acerca a la salida (molde), aumentando la presión interna (35 atm) y la temperatura (180-200°C). Estos extrusores trabajan con relaciones de compresión de hasta 5:1. Sus mayores limitaciones se relacionan con el contenido de humedad, de azúcar y de materias grasas de las materias primas.

♦ Extrusores de tornillo doble: permiten una mayor versatilidad en las características de las materias primas y en las condiciones de operación del extrusor; en ellos se puede procesar materiales muy secos o muy húmedos, altos en aceite o azúcar; y de diferente granulometría. El proceso se puede controlar mejor, ya que se independiza la salida del material extruído respecto de la velocidad de

alimentación y se regula con mayor facilidad la cizalla aplicada, la presión generada y el tiempo de residencia.

Características de las materias primas

Las materias primas más importantes en la elaboración de "snack" son los derivados de cereales. Estos se caracterizan por tener altos contenidos de almidón (75-85%), medianos de proteínas (7-19%) y bajos de lípidos, fibras y cenizas (cuando son refinados tienen entre 0,5 y 0,8%). Los derivados de cereales que se usan, más frecuentemente, como materias primas para la cocción-extrusión son los "grits" de maíz, los "grits" de arroz, la sémola de avena y la harina de trigo. La composición de algunos derivados de cereales se presenta en el Cuadro 1

Cuadro 1. Composición y granulometría de materias primas usadas en extrusión

	Maíz	Arroz	Avena	Trigo
Humedad (%)	12	12	9	13
Proteína (g/100g)	9	7	11	10
Grasa (g/100g)	5	2	7	1
Cenizas (g/100g)	1	1,2	2	0,6
Fibra cruda (g/100g)	1,2	0,9	1,1	0,12
Hidratos de carbono (g/100g)	72	77	68	72
Granulometría (mm)	0,2-0,7	0,6-1,0	0,4-0,7	<0,15

Junto a los productos de cereales se puede usar, como materias primas para la cocción-extrusión, a los productos derivados de semillas oleaginosas y leguminosas de grano. También forman parte de las formulaciones otros ingredientes, como: grasas, emulsificantes, edulcorantes, antioxidantes, hidrocoloides, colorantes, saborizantes, vitaminas. Las materias primas que se utilizan en una formulación deben estar totalmente caracterizadas en lo relativo a su composición, origen, estabilidad, almacenamiento previo, entre otras.

Las características propias de cada materia prima hacen que haya un desplazamiento de líneas teóricas de operación del extrusor (del tornillo y del molde) durante la operación real del sistema; por ello, frente a cada cambio de

materias primas o ingredientes es necesario determinar experimentalmente las condiciones de operación.

Elaboración de "snack"

La extrusión permite producir diversos tipos de "snack"; éstos pueden ser de segunda generación, es decir que el producto queda terminado con este proceso; o de tercera generación, en que es necesario agregar otras operaciones para completar la elaboración del producto.

♦ "Snack" de expansión directa:

Corresponden a aquellos productos expandidos cuya producción se completa en el extrusor y que, solamente para mejorar sus condiciones de manejo y sus características sensoriales, se

someten a otras operaciones posteriores. La línea de flujo básica para la elaboración de "snack" de expansión directa se presenta en la Figura 1

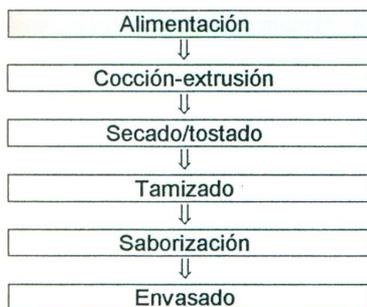


Figura 1 Línea de flujos para la elaboración de "snack" de expansión directa.

Durante la alimentación se ingresan las materias primas, las que para garantizar buenas características en los productos terminados, deben tener un contenido de almidón superior a 70% y un contenido de humedad entre 12 y 16%. La materia prima utilizada con mayor frecuencia corresponde a los "grits" de maíz.

La extrusión se realiza utilizando tornillos cortos con velocidades entre 300 y 400 rpm, que generen temperaturas entre 120 y 160 °C y presiones entre 70 y 150 atm. Con ello se logra que el almidón sólo se hidrate muy parcialmente y la cizalla, que va en aumento hacia el final del extrusor, cause un gran daño mecánico a las moléculas de amilopectina. La alta temperatura generada produce fusión de los gránulos; el almidón tratado así es menos cohesivo, produce menor viscosidad en la masa y mayor solubilidad. El resultado de estas condiciones de operación son productos de poros pequeños, de gran expansión radial, textura blanda y alta solubilidad; su humedad fluctúa entre 8 y 10% y su densidad aparente entre 50 y 70 g/L.

Con el propósito de desarrollar una textura crocante y aumentar su vida útil, los productos se secan a temperaturas cercanas a 150°C hasta lograr una humedad residual de 1-2%. Los productos terminados se cubren por aspersión con algún saborizante el que, según sea su solubilidad, irá en un medio acuoso o graso.

◆ "Snack" semi-elaborados:

Son aquellos productos que necesitan una operación, posterior a la extrusión, que cambie profundamente sus características sensoriales y físicas ("chip" de papas o de maíz). Su línea de producción se esquematiza en la Figura 2.

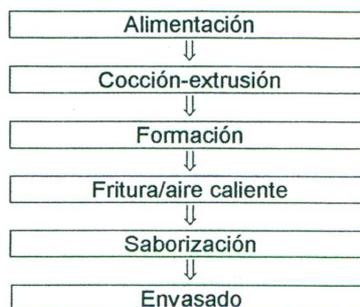


Figura 2. Línea de flujos para la elaboración de "snack" semi-elaborados.

En la alimentación se trabaja con materias primas ricas en almidón (sobre 75%) y con contenido de humedad alto (25 a 30%). Es necesario además, agregar emulsificantes que disminuyan la adhesividad de los productos, todavía húmedos, que salen del extrusor y que contribuyan a una distribución uniforme de las celdillas en los productos terminados.

Durante la extrusión, se produce mayor gelatinización del almidón, lo que originará productos muy crocantes; las temperaturas de operación fluctúan entre 100 y 150°C y el tiempo de residencia no excede los 20 segundos; el producto (masa) al salir del extrusor tiene muy poca expansión y un contenido de humedad alto (25%), lo que lo hace muy poco estable.

La formación de estos productos se realiza en otro extrusor, cuyas características principales son su desplazamiento positivo, su gran abertura en el molde y sus bajas temperaturas de trabajo (<90°C). En esta etapa, esencialmente se comprime el producto cocido en el extrusor previo, se enfría la masa gradualmente y se corta de acuerdo a la forma deseada.

El producto formado se expande, ya sea por fritura profunda (150-170°C por 40 segundos), o

por aire caliente, disminuyendo su humedad hasta 2-3%. La saborización, generalmente se limita a la adición de sal.

CAMBIOS MOLECULARES DURANTE LA EXTRUSIÓN

En la cocción-extrusión, las materias primas, en un tiempo de residencia relativamente corto, están sometidas a diferentes acciones: transporte, compresión, aumento de temperatura, aumento de humedad, cizalla. En la mayoría de los casos de procesamiento por cocción-extrusión, se introduce una mezcla pulverulenta, de composición heterogénea y contenido de humedad variable, la que por efecto de las acciones señaladas, sufre profundas transformaciones moleculares que cambian sus características físicas; dentro del extrusor, los ingredientes dispersos se transforman en una masa plástica y viscosa, la que dependiendo de la naturaleza de las materias primas y de las variables de proceso dará origen a productos de diferente estructura (laminar, expandida, porosa). La velocidad de los cambios es mucho mayor en la cocción-extrusión que en una cocción convencional debido a la cizalla y a las mayores temperaturas.

Los cambios moleculares son muy diversos ya que cada molécula puede sufrir modificaciones dentro de ella y también reaccionar con otras para formar complejos (amilosa-lípidos; almidón-proteínas; proteína-lípidos), lo que genera productos de diferente estructura.

Almidón

Durante la cocción extrusión el almidón sufre cambios profundos, cuya intensidad depende de diversos factores: relación agua/almidón, relación amilosa/amilopectina, presencia de otros compuestos, granulometría del material, temperatura, cizalla, presión, etc.

En los primeros segundos del proceso, el agua difunde lentamente al interior del gránulo, especialmente de aquellos que han sufrido algún grado de daño mecánico, ya que a bajas temperaturas, el almidón intacto tiene una capacidad muy limitada de incorporar agua.

A medida que el material avanza por el canal del tornillo, se va comprimiendo y los gránulos de

almidón se van deformando; con el aumento de temperatura los gránulos absorben agua, se hinchan y gelatinizan parcialmente, aumentando la viscosidad de la masa; el grado de gelatinización es muy dependiente del agua disponible para el almidón.

Hacia el final del tornillo, las altas temperaturas (producto de mayor disipación de la energía mecánica, del aumento de presión y del aporte de energía calórica externa) alcanzadas, producen la fusión de muchos gránulos. En esta sección además, hay un aumento importante de la cizalla; el material al avanzar helicoidalmente por la cavidad del tornillo sufre una deformación laminar que produce un intenso daño mecánico en las moléculas de almidón; los gránulos se desgarran lo que permite una transferencia de agua más rápida al interior del gránulo y a la vez hay una gran ruptura de puentes de hidrógeno y enlaces glucosídicos.

Como consecuencia de esto, durante la cocción-extrusión de materiales con bajo contenido de humedad existen simultáneamente, pequeñas cantidades de almidón gelatinizado, almidón fundido y almidón fragmentado; las proporciones de cada uno de ellos dependen del contenido de humedad, temperatura y cizalla aplicadas.

La ruptura parcial de los enlaces glucosídicos del almidón, se conoce como dextrinización, y es la modificación principal durante la extrusión con baja humedad y alta cizalla. La fragmentación ocurre principalmente como desramificación limitada a la amilopectina, lo que causa una disminución significativa del tamaño promedio de la molécula, sin que haya cambios en el porcentaje de enlaces α 1-6. La fragmentación en la amilosa ocurre, en un grado mucho menor, por ruptura al azar (la relación de reducción por depolimerización es de 1:10 en amilosa:amilopectina). En condiciones de alta humedad o alta temperatura, la fragmentación disminuye, ya que se favorecen la gelatinización o la fusión de las moléculas.

El daño mecánico se produce porque las grandes moléculas de amilopectina tienden a alinearse en el sentido del flujo laminar en la cavidad del tornillo, situación que no logran hacer satisfactoriamente y que por tanto, las desgarran; en cambio, las moléculas más pequeñas y lineares de amilosa, pueden acomodarse mejor en las láminas de masa y su

depolimerización es mucho menor. El grado de fragmentación producido tiene una gran influencia en el comportamiento de expansión que tenga el producto.

La dextrinización aumenta significativamente la digestibilidad de los productos, porque los enlaces glucosídicos remanentes están más expuestos a la acción de las enzimas amilolíticas.

Reacción con otros compuestos

El almidón puede reaccionar químicamente con otros compuestos lo que cambia su comportamiento durante la extrusión

-Lípidos

El nivel de lípidos que se usa durante la extrusión fluctúa entre 4 y 20% y depende del tipo de extrusor que se esté utilizando. El almidón, luego de la gelatinización puede formar complejos entre amilosa y lípidos, debido a que recién en ese momento, la amilosa dispersada está disponible para reaccionar con los lípidos; la temperatura óptima para el acomplejamiento es variable y depende de la longitud de la cadena de los ácidos grasos. El acomplejamiento disminuye la relación de expansión, la solubilidad en agua y la capacidad de enlace con el yodo. Cuando se usan altas temperaturas, acompañadas de altos tiempos de residencia y contenidos grasos elevados en los materiales a extruir, disminuye la estabilidad de los lípidos a reacciones oxidativas.

-Proteínas

La presencia de proteínas en el material a extruir disminuye la gelatinización del almidón por dos razones: la proteína compite con el almidón por el agua, que es escasa; y porque ambas moléculas pueden interactuar formando enlaces que disminuyen la viscosidad y la solubilización. Además, como consecuencia de lo anterior, la incorporación de proteína disminuye la expansión de los productos extruídos y aumenta su densidad. El gluten disminuye la expansión radial y la fuerza de ruptura, obteniéndose productos con celdas pequeñas y ásperas.

-Fibras

La incorporación de fibra (celulosa, hemicelulosa y otros compuestos) produce una apariencia externa irregular en los extruídos, reduciéndose también su expansión; ésta está directamente

relacionada con la granulometría de la partícula de fibra que se está incorporando, ya que la fibra interfiere en la extensibilidad de las paredes de las celdas, las que se rompen prematuramente dejando escapar el vapor de agua.

-Azúcar

El uso de sacarosa (entre 10 y 40%) produce cambios en las propiedades reológicas de la masa, disminuyendo su viscosidad; se produce un aumento en la densidad aparente de los productos porque hay menos agua disponible para la expansión.

REFERENCIAS

- Badrie; N. And Mellowes, W.A. 1992. Soybean flour/oil and wheat bran effects on characteristics of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) flour extrudates. *Journal of Food Science* 57(1): 108-110.
- Cai, W. And Diosady, L.L. 1993. Model for gelatinization of wheat starch in a twin-screw extruder. *Journal of Food Science* 58 (4): 872-887.
- Chang, Y.K. and Wang; S.S. 1998. *Advances in Extrusion Technology*. Technomic Publ. 422p.
- Chen, J., Serafin, F.L., Pandya; R.N, and Daun, H. 1991 Effects of extrusion conditions on sensory properties of corn meal extrudates. *Journal of Food Science* 56(1). 84-89.
- Fellows, P. 1991. *Food Processing Technology. Principle and Practice*. Ellis Horwood Publ. 505p.
- Kollengode, A.N., Sokhey, A.S., and Hanna, M.A. 1996. Physical and molecular properties of re-extrudates starches as affected by extruder screw configuration. *Journal of Food Science* 61 (3): 596-603.
- Moore, D., Sanei, A., Van Hecke, E. and Bouvier, J.M. 1990. Effect of ingredients on physical/structural properties of extrudates. *Journal of Food Science* 55 (5): 1383-1387.

BARRAS DE CEREALES

Berta Escobar Alvarez
Depto. Agroindustria y Enología
Facultad de Ciencias Agronómicas

INTRODUCCION

El término "snack" es difícil de definir y caracterizar, especialmente por el gran número y tipo de estos productos que se están produciendo en la actualidad. Estos productos llamados también bocadillos se caracterizan por su alto aporte calórico y por su nulo o insignificante contenido de fibra y otros nutrientes esenciales, por lo cual se les incluye dentro de la categoría de "afluentes".

En la actualidad existe un mayor interés por "snack" saludables elaborados con productos de origen vegetal, con alto contenido de fibra y bajos niveles de aditivos.

Las barras de cereales y de granola se clasifican dentro de los productos "snack", ya que son porciones individuales, no requieren preparación y satisfacen el apetito.

COMPOSICIÓN DE LAS BARRAS DE CEREALES

Una barra tipo de cereales contiene una base de avena triturada, miel, aceite de soya, trigo entero, cebada triturada, triticale triturado, coco seco sin dulzor, láminas de arroz entero, suero de leche deslactosado y saborizante de malta.

Dentro de las barras de cereales se incluyen granos completos o partículas gruesas de granos tostados tales como avena, trigo, cebada, centeno, arroz, maíz, además de hojuelas, coco rallado, nueces picadas, semillas de maravilla, germen de trigo, harina de soya, las que pueden ser usados solos o en una diversidad de combinaciones, proporcionando una gran variedad de barras de cereales o granolas.

Además se utilizan diversas frutas deshidratadas y nueces, las cuales le dan un sabor a tostado; pueden tener cobertura de chocolate o azucarada, por lo tanto son dulces y

son una vía más natural de obtener energía, reduciendo el consumo de grasas con relación a los "snack" fritos.

Los agentes aglutinantes que más se utilizan son: jarabe de azúcar, aceites hidrogenados, miel y agua; existen algunas formulaciones que utilizan leches azucaradas, mantequilla o margarinas, huevo, y mantequilla de maní.

Además de las materias primas tradicionales se está introduciendo el uso de materias primas no tradicionales como es: amaranto, cotiledón de algarrobo, quinoa; el uso de estos productos permite entregar un producto más nutritivo, con un mayor nivel de proteínas, fibra y minerales.

El amaranto es un pseudocereal que tiene un alto contenido de proteínas (15-16%), fibra (2,8%), lípidos (7,0%), su proteína es rica en lisina y tiene una cantidad adecuada de aminoácidos azufrados y triptofano.

El cotiledón de algarrobo (leguminosa) presenta una gran cantidad de proteínas (70-72%), fibra cruda (4,5%) y una buena cantidad de minerales (4,5%).

La quinoa es un pseudocereal que contiene 14% de proteína, 4,6 % de fibra cruda y 6,1 % de lípidos.

El maní y la nuez aportan a estos snack un alto contenido de lípidos, lo que los hace muy energéticos, pero fáciles de enranciarse.

Si se toma a modo de ejemplo, la preparación de una barra comercial llamada GRANOLA MEZCLA NUTRITIVA, ésta contiene: avena tostada, centeno dilatado, trigo dilatado, germen de trigo, coco seco, semilla de maravilla mezcla de nueces, semilla de sésamo seca y descascarada, azúcar rubia, aceite de maravilla o de canola, agua, miel, melasa, sal, canela en polvo, extracto de vainilla y fruta deshidratada (damascos, duraznos, higos, manzana, frambuesa). Tiene una duración de 6 meses guardada en lugar fresco, seco y limpio.

Otro tipo de barra es aquella que incorpora huevos, mantequilla o margarina, salsa de fruta y además fruta deshidratada. El tiempo de horneado de estos productos es de 30 a 45 min en horno entre 115 y 200°C.

ELABORACIÓN DE BARRAS DE CEREALES

En experiencias realizadas en el Departamento de Agroindustria y Enología, de la Facultad de Ciencias Agronómicas, de la Universidad de Chile, para la elaboración de barras de cereales, se siguió la línea de flujo diseñada por Escobar et al. (Figura 1), utilizando las siguientes materias primas: avena tostada - germen de trigo - maní, nuez o almendras; se incorporó como producto no tradicional, amaranto tostado o dilatado y cotiledón de algarrobo tostado. El amaranto se tostó a 120°C por 14 min, y la dilatación se realizó a 10 atm de presión. El proceso de tostado mejora el sabor y su valor nutritivo por inactivación de los factores antinutricionales y por mejoramiento de la digestibilidad de la proteína.

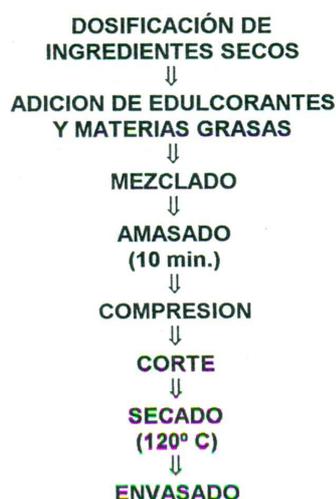


Figura 1.- Línea de flujo para la elaboración de barras de cereales

Como materias primas aglutinantes de las barras se utilizó una mezcla de edulcorantes naturales (miel de abeja, miel de palma y jarabe

de azúcar rubia); materias grasas como aceite de maravilla y lecitina; glicerina y agua.

Las barras preparadas se secaron a 120°C por tiempos adecuados a cada formulación, de manera de lograr un contenido de humedad residual inferior al 12%.

Como las materias primas utilizadas para elaborar las barras son muy susceptibles de enranciarse, se usó una mezcla de antioxidantes: TBHQ, BHT y BHA, en una dosis de 100 ppm.

Las barras tienen un peso promedio de 30 g y sus dimensiones son: largo 10 cm, ancho 3,5 cm y espesor 1,0 cm.

La humedad de las barras de cereales debe ser menor a un 12% para así poder tener un almacenamiento estable sin cambios importantes en la calidad del producto. La actividad de agua debe estar entre 0,6 y 0,7; estos valores garantizan la conservación de los "snack" porque impiden el desarrollo de bacterias, mohos y levaduras.

Los valores de proteínas de las barras fluctuaron entre 9,97 y 14,2%, siendo los valores más altos los de las barras con nuez y cotiledón de algarrobo tostado, seguidas de las que contenían maní y almendras. En cuanto al aporte de fibra cruda los valores más altos de esta fueron en las barras con nuez y cotiledón tostado (6,0%) y los más bajos para las barras con maní (1,0%). Comparando estos valores con dos barras comerciales importadas de Avena/Miel y Avena/Canela, éstas presentan 8,1 y 6,9% de proteínas y 1,5 y 1,0% de fibra cruda respectivamente, lo que indica que las barras elaboradas con cereal- nueces (nuez, maní, o almendra) son superiores en proteínas y fibra cruda, lo que los hace ser un "snack" más nutritivo y natural.

Las barras de cereales elaboradas presentaron un aporte calórico entre 434 y 468 Kcal/100g, siendo las de mayor aporte las que tenían en su formulación niveles más altos de nueces (18% nuez, maní o almendras). Las barras comerciales de Avena/Miel y Avena/Canela tienen un aporte calórico de 463 y 468 Kcal/100g respectivamente.

BARRAS RELLENAS CON PASTA DE FRUTAS

Actualmente en el mercado nacional hay un gran número de productos homeados y azucarados, que se expenden en envases individuales, sellados, de atractiva presentación, bajo precio y muy promocionados. Este tipo de snack son las barras rellenas con pasta de frutas.

La masa de estos productos es tipo galleta con harina de trigo, azúcar, materias grasas, huevo, leche, sal y polvos leudantes. La composición química de estos productos constituye una buena fuente calórica para el hombre y en general para los niños; su relleno de frutas es una importante fuente calórica y nutritiva.

Las frutas que se utilizan para la preparación de la pasta puede ser damasco, higo, ciruela, frutilla, manzana con o sin canela etc. Las pastas tienen alta concentración de azúcar y se

adicionan hidrocoloides para lograr una mayor consistencia.

Para la elaboración de las barras rellenas con pasta de higo y de ciruela de 65°Bx, con hidrocoloides, se siguió la línea de flujo que se presenta en la figura 2.

Luego de formado el "snack" se hornean por 13 min, una vez fríos se envasan; sus dimensiones son: peso aproximado de 33 - 35 g; largo 10 cm, ancho 4,5 cm y alto 1,5 cm.

La humedad fluctúa entre 15 y 17%, su actividad de agua es alta (0,7 - 0,89), valores que no garantizan una estabilidad microbiológica durante el almacenamiento.

La mayoría de los "snack" requieren mantener un bajo nivel de humedad para poder mantener sus características texturales (crocancia), por lo tanto, los materiales de envase deben tener baja permeabilidad al vapor de agua y además deben ser una buena barrera al oxígeno.

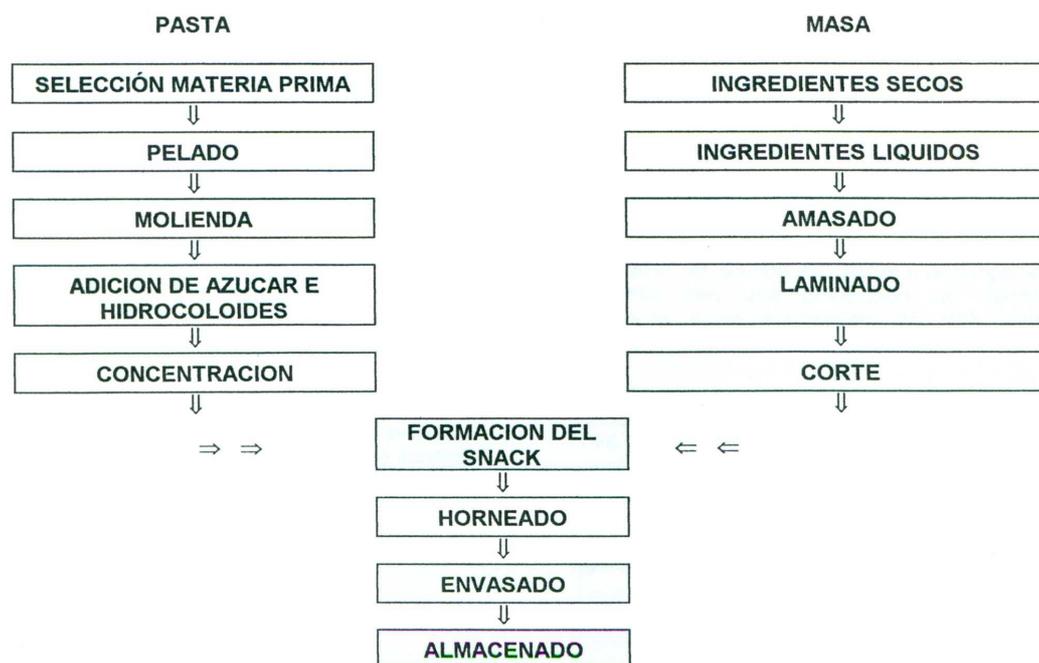


Figura 2.- Línea de flujo para la elaboración de barras rellenas con pasta de frutas

En el Cuadro 1 se muestran los nutrientes y la energía aportada por barras nacionales y extranjera rellenas con pasta de higo.

Cuadro 1.-Barras rellenas con pasta de higo (g/100g)

Composición	Nacional	Extranjera
H. de Carbono	80,6	78
Proteínas	7,3	4,0
Lípidos	7,1	7,0
Energía (Kcal /100g)	471,5	390

La incorporación de cotiledón de algarrobo tostado en barras de cereales produce un aumento significativo en el contenido de proteínas y fibra cruda, por lo cual cumplen con los requisitos establecidos para este tipo de productos, que es calórico y nutritivo, además de natural por sus ingredientes y no contener aditivos.

REFERENCIAS

- Anónimo. 1987. Los entremeses "snack". Su creciente popularidad en América Latina. Alimentos procesados. 5 (4): 63-67.
- Breene,WM. 1991. Food uses of grain amaranth. Cer. Foods World, 36(5): 426-430.
- Escobar, B; Estévez,A.M; Vásquez,M; Castillo,E y Araya, E. 1992. Aporte calórico proteico de barras tipo snack elaboradas con cereales y maní. Alimentos 3(17): 5 – 10.
- Estévez, A.M; Castillo,E; Vásquez,M; Zacarias,I; Yañez,E y Granger,D. 1991. Efecto de algunas operaciones sobre las características químicas de *Amaranthus cruentus*. IX Congreso Nacional de Ciencias y Tecnología de Alimentos. Santiago-Chile: 98-100.
- Estévez,A,M; Escobar,B; Ugarte,V. 2000. Utilización de cotiledones de algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz) en la elaboración de barras de cereales. Arch. Lat. Nutr.50(2):148-151.
- Hollingsworth, P. 1995. Snack food, Food Tech. 49 (October) 58-62.
- Tettweiler,P. 1991. Snack Food Worldwide. Food Tech. (February): 58-62.

CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE PAPAS FRITAS

Hugo Núñez Kalasic, Ingeniero Agrónomo
Depto. Agroindustria y Enología
Facultad de Ciencias Agronómicas

INTRODUCCIÓN

La papa es originaria de Sudamérica y fue llevada a Europa por los conquistadores españoles en el siglo XVI. En el siglo XIX su importancia llegó a ser tan grande, que en Irlanda era prácticamente el único alimento de mucha gente. En 1845-46, los cultivos de papas en Irlanda fueron destruidos por la enfermedad del Tizón tardío de la papa, provocando una hambruna y migración enorme de la población.

En cuanto a los inicios de las hojuelas de papas fritas ("potato chips"), esta comenzó como una broma: en 1953 el magnate ferrocarrilero C. Vanderbilt, de vacaciones en un "resort" de Saratoga Spring, N.Y., devolvió a la cocina un plato de papas fritas por encontrarlas "demasiado gruesas". George Crum, el cocinero en servicio, decidió hacer algo divertido con los comensales. Así, cortó las papas en rebanadas delgadas como una hoja de papel, las frió hasta que estuvieron crujientes y las saló. Lo que se intentó como un chiste, se convirtió instantáneamente en un éxito. Al comodoro y sus amigos les encantaron las hojuelas de papas crujientes. Aquellas "Saratoga Chips", pronto se convirtieron en una novedad y la receta alcanzó los otros restaurantes a lo largo de la costa este de Estados Unidos. (Snax, 1999).

En la actualidad en Estados Unidos, las papas chips son el mayor producto dentro de los "snack", con más de un tercio de la producción (Figura 1), y más de 2,5 millones de toneladas de productos de papas (Moreira, 1999).

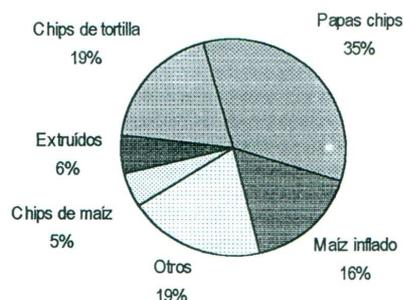


Figura 1. Mercado de Snacks en Estados Unidos

Fuente: Moreira, 1999

EL CULTIVO DE LA PAPA

La papa es el cuarto cultivo más importante en el mundo después del trigo, arroz y maíz. En Chile, ocupa el segundo lugar después del trigo en cuanto a producción, rendimiento y valor comercial (Sandoval y Santos, 1986).

En Chile el cultivo de la papa ocupó una superficie de 53.300 ha durante la temporada 1998/99, con una producción de 994.694 toneladas y un rendimiento de 16,5 ton/ha (Odepa, 1999).

En relación a los usos de la papa (Cuadro 1), en Chile se destina un 71% al consumo fresco, 15% a procesos y un 14% corresponde a pérdidas. Los usos industriales de la papa corresponden mayoritariamente a papa pre-frita congelada y papa frita en hojuela con un 51 y 33% de la materia prima industrial, respectivamente; sin embargo la industria de la papa chips representa más de un tercio del valor total de la papa, incluyendo a la de consumo fresco (López et al, 1997).

Cuadro 1. Uso y valor de la papa en Chile (1996)

Tipo de Producto	Papa Fresca		Prod. Agroindustrial		Valor	
	(ton)	%	(ton)	%	(M US \$)	%
Consumo fresco	639.000	71			116.298	36
Agroindustria	134.800	15	41.100	100	210.575	64
Congelada	64.800	7	21.000	51	68.271	21
Chips	45.000	5	13.500	33	120.717	37
Puré	20.000	2	6.000	15	20.124	6
Almidón	5.000	1	600	1	1.463	
Pérdidas	126.000	14				
Total	899.800	100			326.873	100

Fuente: INIA, Chile, 1996.

Composición química de la papa

La papa es una de las fuentes de alimentación vegetal más nutritiva que existen para consumo humano (Cuadro 2). Tiene un alto aporte de calorías y proteínas, presentando además, una cantidad suficiente de vitamina C y la mayoría de las vitaminas del complejo B (Horton, 1980, citado por Sandoval y Santos, 1986).

Cuadro 2. Composición química de la papa

Componentes	g/100 g	Rango (g/100 g)
Agua	77,5	63-78
Materia seca	22,5	13-36
Almidón	17,3	10-28
Otros CH	2,1	1,6-3,5
Proteínas	2,0	0,7-4,6
Lípidos	0,1	0,02-0,96
Cenizas	1,0	0,44-1,9

Fuente: Aguilera, 1997

La papa es compleja desde el punto de vista morfológico, lo que introduce una gran heterogeneidad en los trozos que se van a someter a tratamiento. La composición del tubérculo es aproximadamente un 2% de cáscara, formado por el periderma y el cortex, 75-85% de parénquima vascular de almacenamiento y un 14-20% de medula o eje del tallo modificado que se ramifica hacia los

"ojos" (Montaldo, 1984 citado por Aguilera, 1997).

La composición química de la papa varía incluso entre tubérculos de una misma planta y se relaciona con el grado de desarrollo, anatomía, período de almacenaje y tipo de tejido (Aguilera, 1997). El contenido de materia seca varía ampliamente, entre un 12 a 29% de sólidos totales, en tiras cortadas de una misma papa (Sayre et al, 1975, citado por Aguilera, 1997).

LA PAPA COMO MATERIA PRIMA INDUSTRIAL

La papa utilizada para la industrialización es aquella que se encuentra en su etapa de madurez y que contiene una alta gravedad específica y alto contenido de sólidos. El valor de la gravedad específica está directamente relacionado con el rendimiento y la calidad en cuanto a textura interna tanto, de los productos procesados, como de las hojuelas.

Las variedades de papa que acumulan azúcares durante el almacenamiento no sirven para el procesamiento de papas fritas a la francesa y hojuelas de papa.

Para obtener papas fritas en hojuelas de buena calidad es conveniente considerar los siguiente factores:

- Rendimiento industrial
- Color de las hojuelas

- Contenido de aceite

Factores que afectan el Rendimiento Industrial

El rendimiento industrial es un factor de primera importancia en el procesamiento de papas fritas en hojuela, tanto del punto de vista económico del proceso, como del punto de vista de la calidad sensorial del producto.

Se debe considerar la Gravedad específica, Variedades, Madurez y Factores de cultivo.

Gravedad Específica

La gravedad específica (GE) de los tubérculos de papa es un criterio importante para el procesamiento de ésta. Se usa para estimar el contenido de sólidos o materia seca de los tubérculos; un contenido más alto en materia seca da como resultado una cantidad más baja de agua y una más alta gravedad específica (Hegney, 1999).

Las papas con menor gravedad específica aumentan los costos del proceso, ya que se debe procesar un mayor volumen de papas para obtener una cantidad similar de producto, que requiere mayor tiempo de fritura con la consecuente mayor adsorción de aceite (Hegney, 1999).

La determinación de la gravedad específica se realiza mediante la siguiente fórmula (Sandoval y Santos, 1986):

$$\text{Gravedad Específica} = \frac{\text{Peso en el aire}}{\text{Peso en el aire} - \text{Peso en el agua}}$$

Posteriormente, a través de un modelo de regresión lineal se llega a estimar el contenido de almidón del tubérculo. Las ventajas de este método son su rapidez y economía, pudiendo utilizarse un gran número de muestras (Sandoval y Santos, 1986).

Variedades

La selección de la variedad de papas, como un factor determinante del rendimiento de hojuelas, es muy importante para la industria. Esto hace que la materia prima deba reunir ciertos requisitos para su procesamiento:

- Alto contenido de materia seca (GE > 1080, Almidón >14%)
- Bajo contenido de azúcares reductores (<0,25%)
- De forma ovalada o redonda
- Ojos superficiales
- Resistente al manejo y almacenamiento

En el cuadro 3 se muestran algunas de las variedades de papa aptas para la industria con sus características.

Cuadro 3. Variedades de papa para la elaboración de papas en hojuelas y sus características.

Variedad	Maduración	Rendimiento	Tubérculo	Brotación en almacenamiento	Gravedad específica
Desiree ¹	Variedad semi tardía (140-160 días)	Bueno	Grande, ovalado, piel rosada y pulpa amarilla pálida	Regular a tardía	±1079
Bintje ¹	Variedad semi temprana (120-140 días)	Bueno	Grande, ovalado, piel amarilla y pulpa amarilla pálida	Rápida	1074 - 1080
Ona INIA ²	Variedad semi temprana (120-130 días)	Alto	Mediano, ovalado alargado, piel rosada y pulpa amarilla	Rápida a regular	±1085
Grata ³	Variedad temprana (110-120 días)	Bueno (menor a Desiree)	Mediano, redondo y ovalado, piel amarilla y pulpa amarilla pálida	Regular a rápida	1072 - 1081
Yagana INIA ²	Variedad semi temprana (120-140 días)	Bueno	Mediano a grande, ovalado, piel amarilla y pulpa amarilla pálida	Tardía	±1080

Fuente: ¹Potato varieties (1999), ²INIA (1999), ³Guglielmetti, H y Gamboa, P. (1983)

Madurez

Se requiere plena madurez para obtener altos rendimientos en el proceso. El rendimiento y la calidad de las hojuelas y la mantención y acondicionamiento de los tubérculos son factores que dependen de la madurez. Generalmente, mientras las papas tienen mayor madurez ellas incrementan su gravedad específica. Una mayor maduración se obtiene sembrando temprano, cosecha tardía y defoliación del cultivo.

Factores del cultivo

Existen algunos factores del cultivo que se deben considerar para lograr altos contenidos en materia seca (Hegney, 1999):

- **Variedades:** existen variedades que tienen potencial de alcanzar altos contenidos de materia seca y buenos rendimientos. Más adelante se describen algunas variedades aptas para la industria.
- **Epoca de siembra:** la gravedad específica será mayor si el período de crecimiento de la planta ocurre durante la etapa de incremento de la longitud del día y de la temperatura.
- **Calidad y tamaño de la semilla:** el uso de semillas sanas produce cultivos vigorosos con menos enfermedades y tienen el potencial de crecer por un período más largo. Las semillas deben pesar entre 40 y 60 g. Las semillas más pequeñas dan cultivos de menor vigor y rendimiento.
- **Densidad de plantación:** bajas densidades de plantación generan tubérculos de menor gravedad específica. Al contrario, altas densidades de plantación pueden conducir a una maduración temprana del cultivo y de baja gravedad específica, debido a la excesiva competencia por nutrientes, luz y agua.
- **Fertilización:** niveles de nitrógeno y potasio, por sobre las necesidades de la planta, pueden reducir el rendimiento potencial y la gravedad específica del tubérculo.
- **Riego:** Exceso de agua al final del cultivo, puede reducir la gravedad específica, especialmente cuando está cerca de la cosecha. Períodos de estrés de agua durante el crecimiento también reducen el crecimiento y la gravedad específica.

- **Enfermedades, plagas y malezas:** el excesivo crecimiento de malezas en una plantación puede reducir el rendimiento y la gravedad específica a través de la competencia por nutrientes. El daño por insectos puede reducir el período de crecimiento y así reducir el rendimiento y la gravedad específica.

Color de las hojuelas

El principal problema de la industria es, probablemente, mantener un color constante y característico de las hojuelas de papa. El control del color, necesario para una estandarización del producto, es difícil porque el color de la hojuela está determinado por la composición química de los tubérculos y ésta a su vez, depende de muchos factores ambientales y de almacenamiento (Consejo nacional de Producción, 1999).

Se puede ejercer algún control en el color de la hojuela en la industria durante el procesamiento. Factores tales como la temperatura y tipo del aceite usado, espesor de la hojuela y el tiempo de fritura tienen un efecto sobre el color que se obtiene en el producto (Talbut and smith, 1967).

Los azúcares, especialmente los azúcares reductores tienen una gran influencia en el color de la hojuela frita. Las variedades de papa varían grandemente en su capacidad de acumular azúcares reductores durante el crecimiento y almacenamiento. Aquellas variedades que tienen un contenido relativamente alto de azúcares y aquellas que acumulan azúcares en el almacenamiento no deben ser usadas en la industria de la papa frita (Talbut and smith, 1967).

Se ha demostrado que el contenido de azúcares reductores y de aminoácidos tienen un efecto sobre el color de las papas fritas, produciendo un pardeamiento en la llamada reacción de Maillard (Roe and Faulks, 1991).

El excesivo pardeamiento durante la fritura produce un color indeseable y un sabor amargo, lo que es inaceptable para productos fritos de papa. La industria procesadora de papa usa los

niveles de azúcares reductores como una prueba predictiva de la calidad de la materia prima para proceso, puesto que los azúcares reductores son normalmente el factor limitante en el desarrollo del color (Roe and Faulks, 1991).

La composición química (azúcares reductores) de la papa depende de:

- Factores del cultivo
- Factores del almacenamiento

Factores del cultivo que afectan el color

Aquellos factores que permiten obtener un mayor valor de gravedad específica como variedad, madurez del tubérculo, manejo del cultivo, riego, fertilización, densidad de plantación y defoliación del cultivo (analizados previamente), contribuyen a obtener un color aceptable durante el proceso.

Factores del almacenamiento que afectan el color

La síntesis de almidón y su degradación a azúcares simples en la papa son actividades metabólicas importantes durante el almacenamiento postcosecha. La conversión de almidón a sacarosa y azúcares reductores es indeseable (textura deficiente después de la cocción, sabores indeseables y excesivo pardeamiento durante la fritura) y ocurre en la mayoría de las variedades a temperaturas inferiores a 5 °C (Fennema, 1996).

Debido a las diferencias inherentes a las variedades, es difícil determinar la temperatura a la cual se acumulan la mayoría de los azúcares; sin embargo, Talburt and Smith (1967), comunican que la síntesis de almidón ocurre en el rango de temperatura de 8 a 32 °C y que la formación de azúcares reductores predominan bajo 8 °C y sobre 32 °C. Las temperaturas óptimas de almacenamiento de papas para procesamiento fluctúan entre 10 a 16 °C.

Otros factores ambientales del almacenamiento que se deben considerar, son la luz que provoca enverdecimiento y favorece la brotación del tubérculo, por lo que es conveniente almacenar en condiciones de oscuridad; además, se debe

controlar la humedad ambiente para evitar la deshidratación, si es muy baja, y evitar el desarrollo de enfermedades, si es que la humedad es demasiado alta.

Durante el almacenamiento hay que prevenir la brotación de los tubérculos, ya que ésta provoca ablandamiento y pérdida de materia seca, lo que influye en su calidad para proceso, mediante el manejo de las condiciones ambientales, especialmente temperatura y presencia de luz, o utilizando algún inhibidor químico.

Contenido de aceite

El contenido aceite de las papas fritas en hojuelas es un factor importante para los fabricantes, ya que es el componente más caro del proceso y determina el costo final. Además, un alto contenido de aceite es menos deseable para los consumidores

Los factores más importantes que afectan el contenido de aceite en las papas fritas en hojuela son (Talburt and Smith, 1967):

- a) Contenido en materia seca o gravedad específica
- b) Secado parcial de la materia prima antes de la fritura
- c) Escaldado de la materia prima con agua caliente
- d) Espesor de las hojuelas
- e) Condiciones de la fritura: tipo de aceite, temperatura y tiempo de fritura

PROCESO DE ELABORACIÓN Y CALIDAD DE PAPAS FRITAS EN HOJUELAS

Elaboración de papas fritas en hojuelas

El proceso de elaboración de las papas fritas en hojuelas se presenta en la figura 2



Figura 2. Línea de flujo de la elaboración de papas fritas en hojuelas

Limpieza y lavado

Para eliminar todo tipo de material extraño o contaminante. Esta operación se puede realizar por inmersión o aspersion.

Eliminación de la piel

Mediante peladores abrasivos se elimina la piel por raspado. Es importante mantener bajas las pérdidas por el pelado y minimizar el consumo de agua.

Las pérdidas de la operación de pelado se estiman en 4 a 12% y su eficiencia depende de:

- Tipo y forma de papa
- Profundidad de "ojos"
- Tiempo de almacenaje
- Tiempo de pelado

Cortado y lavado

Se corta transversalmente de modo de formar hojuelas. Las cuchillas pueden ser lisas o acanaladas. La superficie de las hojuelas, al ser cortadas, queda con almidón libre, lo que causa que las hojuelas se peguen unas a otras; para evitar esto, el almidón debe eliminarse de la superficie mediante lavado antes de continuar el proceso.

Condiciones:

- Corte limpio y parejo
- Espesor de 1 a 1,7 mm

- Eliminar mediante lavado el almidón superficial

Escaldado y escurrido

El objetivo principal de esta operación es mejorar el color de las hojuelas realizando un tratamiento térmico en agua, que por lixiviación elimine o disminuya los azúcares reductores.

Condiciones:

- Temperatura del agua: 55 a 95 °C
- Tiempo: 1 a 2 minutos
- Escurrir el agua antes de freír

Fritura

La operación de fritura es la más importante en la elaboración de papas fritas en hojuelas, ya que puede afectar el color, sabor, textura y la cantidad de agua y aceite en el producto.

El objetivo es eliminar el agua (desde 80 a menos de 2%) de la hojuela y cocer el interior del producto, provocando la gelatinización del almidón para obtener un producto crujiente. Es importante que el proceso de fritura se lleve a cabo en forma adecuada, debido a que si la temperatura es elevada puede haber deterioro de los aceites y si es muy baja, aumenta el tiempo de cocción y hay mayor absorción de aceite.

Las condiciones dependen del tipo de equipo y relación aceite/producto:

- Temperatura del aceite: 140 a 150 °C
- Tiempo: 3 a 4 minutos

Inspección y escurrido

Las hojuelas, una vez fritas, deben pasar por una banda o canasta perforada para eliminar el exceso de aceite y mejorar así su presentación. Posteriormente pasan a una mesa de selección para eliminar las hojuelas defectuosas.

Salado y sazonado

Se le añade sal y/o condimentos al producto, que le den un sabor especial, a través de un tambor rotatorio.

Condiciones:

- Porcentaje de sal: 1,5 a 2%
- Mezclar bien
- Evitar que se dañen las hojuelas

Envasado

Las hojuelas de papas fritas son pesadas, envasadas y selladas automáticamente. El envase debe ser opaco a la luz e impermeable a la humedad. El envase debe quedar "inflado" ya sea con aire normal o algún gas inerte de manera de evitar el rompimiento de la hojuela.

Características de calidad de las papas fritas en hojuelas

Las características de calidad de las papas fritas en hojuelas, pueden resumirse en lo siguiente:

- Color amarillo a dorado
- Crujientes
- Bajo contenido de aceite
- Sabor característico

En el cuadro 4 se presentan las características nutricionales de las papas chips, donde se puede observar que las papas fritas en hojuelas son productos de alto valor calórico (512 kcal/100g), aportadas principalmente por los lípidos (32g/100g) y los hidratos de carbono (50 g/100g)

Cuadro 4. Características nutricionales de las papas chips

Componente	100 g
Proteínas (g)	7
Lípidos (g)	32
Hidratos de carbono Disponible (g)	50
Energía (kcal)	514

Fuente: Frito-Lay, 1999

En 1998, el Servicio Nacional del Consumidor (Sernac), realizó un estudio de la calidad de las papas fritas en hojuelas de las principales empresas productoras de Chile. Los resultados revelaron serios problemas de calidad, que podrían deberse al uso de papas no debidamente certificadas, a un proceso industrial ineficaz o a un mal almacenamiento y posterior transporte del producto.

En los cuadros 5 y 6 se muestran los resultados del estudio del Sernac en 1998. Con respecto al

análisis de calidad (cuadro 5), el producto óptimo llegó, en el mejor de los casos, a 44,3%. En cuanto a los defectos analizados, las hojuelas partidas son el mayor problema, alcanzando hasta 82,2% del total del paquete, lo que indicaría un problema de manejo del producto a nivel de transporte y distribución. La coloración café u orilla verdosa de la hojuela se presentó hasta en 46,4%, evidenciando dificultades de almacenamiento de la materia prima: temperaturas altas de almacenamiento provocan alto contenido de azúcares reductores (color café en la fritura) y la presencia de luz produce un enverdecimiento del tubérculo (orilla verde).

Cuadro 5. Análisis de calidad de papas fritas en hojuela en 5 empresas chilenas

Empresa	Sin defectos (%)	Color café o verde (%)	Partidas (%)
A	28,6	46,4	25,0
B	7,8	10,0	82,2
C	19,5	22,4	58,1
D	44,3	2,4	53,3
E	42,8	23,4	33,8

Fuente: Sernac (CCV N° 88 de 1998)

En el cuadro 6 se puede observar que las papas fritas en hojuelas tienen serios problemas organolépticos, de acuerdo al estudio del Sernac (CCV N° 88, 1998). Todas las muestras analizadas presentan color heterogéneo, debido principalmente a pardeamiento durante la fritura; el sabor evaluado fue de característico a desagradable y ligeramente amargo y en el olor destaca la aparición de rancidez

Cuadro 6. Análisis organoléptico de papas fritas en hojuela en 5 empresas chilenas

Empresa	Color	Sabor	Olor
A	heterogéneo	desagradable	Liger. rancio
B	heterogéneo	desagradable	rancio
C	heterogéneo	característico	característico
D	heterogéneo	característico	Liger. rancio
E	heterogéneo	Liger. Amargo	característico

Fuente: Sernac (CCV N° 88 de 1998)

Tendencias en la elaboración de papas chips

La elaboración de papas fritas en hojuelas ha estado en constante desarrollo desde 1853 cuando se inventaron a consecuencia de una broma. De acuerdo a Pszczola (1999), los nuevos desarrollos de productos se pueden resumir como sigue:

- Productos libres de grasa, usando reemplazantes del aceite como el olestra, lo que permite tener 50% menos de calorías y 0 % aceite.
- Desarrollo de sabores
- Desarrollo de texturas
 - Sabor y texturas más suaves para ser comidas con sandwiches
 - Papas chips homeadas
 - Regreso a texturas y sabores tradicionales
- Productos más saludables
 - Reducción del contenido de aceite
 - Productos con fibra soluble

REFERENCIAS

- Aguilera, J. 1997. Fritura de alimentos. In: Temas en tecnología de alimentos V. 1. Ed. J. M. Aguilera. México D.F. pág. 187-214
- Consejo nacional de Producción. 1999. Ficha técnica de industrialización de papa (*Solanum tuberosum*). Desarrollo de Productos, Procesos Agroindustriales. <http://www.cnp.go.cr/mercanet/fichaprocesopapa.htm> (11/1999)
- Fennema, O. 1996 Food Chemistry. Third edition. 1069 p.
- Frito-Lay. 1999. Dietary info. <http://www.fritolay.com/consumer.html> (11/99)
- Guglielmetti, H y Gamboa, P. 1983. Papas para cosecha. IPA La Platina N° 19: 26-28.
- Hegney, M. 1999. Specific gravity of potatoes. Manjimup Horticultural Research Centre. <http://www.agric.wa.gov.au/agency/Pubns/farmnote/1990/F04890.htm> (11/99)
- INIA. 1999. Variedades de papa. <http://www.inia.cl/remehue/papa/variedades.htm> (11/99).
- López, H.; Kalasich, J. Y Rojas, J. 1997. Papa para la industria: Una alternativa vigente. En: Alternativas para la modernización y diversificación agrícola. Anuario del Campo, edición extraordinaria. P. 245-254
- Moreira, R. 1999. Snack food market shares (USA). <http://www.agen.tamu.edu/user/moreira/HTMLFILES/indexp3.htm> (11/99)
- Odepa, 1999. Estadísticas productivas. http://www.odepa.gob.cl/cifras/tabla_productivas/ (11/99)
- Potato varieties 1999. <http://www.spud.co.uk/external/Producer/field/field.htm> (11/99)
- Pszczola, D. E. 1999. Don's indulgences. Food Technology 53(7):54-60,62
- Roe, M. A. And Faulks, R. M. 1991. Color development in a model system during frying: role of individual amino acids and sugars. Journal of food science 56(6): 1711-1713
- Sandoval, C. Y Santos, J. 1986. La papa: importancia y proyecciones a futuro. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Estación Experimental Remehue, Boletín técnico N° 106, 14 p.
- Schaupmeyer, C. 1997. Potato Storage and Handling. Alberta: Agriculture, food and rural development. <http://www.agric.gov.ab.ca/agdex/potato/storage.html>. (11/99)
- Servicio Nacional del Consumidor. 1998. Papas chips nacionales: cócteles en apuro. CCV N° 88: 14-16.
- Snax. 1999. Snax Trax Through Time. <http://www.snax.com/history/history1.html> (11/99)
- Talbur, W. F. and Smith, O. 1967. Potato processing. Wesport, Connecticut: AVI. 588 p.

ASPECTOS NUTRICIONALES DEL CONSUMO DE "SNACK"

Ana María Estévez A. Ingeniero Agrónomo M.S
 Depto. Agroindustria y Enología
 Facultad de Ciencias Agronómicas

SITUACIÓN TRADICIONAL

Por muchos años los "snack" fueron considerados como alimentos basura porque aportaban calorías vacías, alto niveles de grasas y de sodio. En el mundo hay una tendencia a revertir esa situación convirtiéndolos en portadores de una buena nutrición.

Sin embargo, esa tendencia no ha cobrado fuerza en Chile donde continúan siendo principalmente alimentos de entretención y con bajo aporte nutritivo. Así, las papas fritas tiene en promedio 35 % de grasas; las "cabritas", 33% y entre 160 y 269 mg/100g de sodio; todos ellos proporcionan una cantidad significativa de calorías (entré 380 y 500 Cal/100g) y muy pocas proteínas, minerales, vitaminas y fibras. En nuestro país un segmento importante de consumidores de "snack" es el compuesto por niños y adolescentes, entre los cuales se ha detectado que un 18,2% sufre de exceso de peso y el 9,1% de obesidad.

TENDENCIAS DE LA DEMANDA

- "Stress"

Un grupo importante de personas cree manejar el "stress" consumiendo alimentos que proporcionan energía y agrado. La población actual está frecuentemente sometida a tensiones de diferente índole que se manifiestan como "stress"; el 60% de los adultos confiesan sentirlo al menos una vez por semana y que les afecta su salud, su vida familiar, su relación con los amigos. La necesidad actual de manejar adecuadamente el "stress" ha llevado a cambiar algunos hábitos de vida, como hacer más actividad física y consumir más energía, ya que se percibe una asociación entre vida activa y necesidad de energía extra.

Para este grupo aparecen como muy atractivas las barras energéticas.

- Búsqueda de sensaciones positivas

El consumidor busca por sobre todo satisfacer sus necesidades y deseos; quiere tener algo que lo recompense de la vida apurada y llena de responsabilidad que lleva y que no le dé sentimiento de culpabilidad por estar comiendo "comida basura"; busca sabores intensos, buena textura, color y buena presentación con un buen aporte nutricional; pero, el consumidor promedio no está dispuesto a transar en sabor ni en calidad de sus alimentos por obtener una adecuada nutrición. Esto se convierte en un gran desafío para los productores de alimentos ya que deben asegurar la calidad sensorial, microbiológica y nutricional de los productos que ofrecen al mercado, garantizando la bioactividad y la estabilidad en el tiempo de los nutrimentos que se espera encontrar en los alimentos.

Muchos de los consumidores están sobrecargados de información pseudo científica en los aspectos nutricionales y de salud y tienen la sensación de no estar alimentándose adecuadamente; por ello buscan en los procesadores una ayuda para mejorar su sensación de salud y bienestar físico, fisiológico, nutricional y emocional.

- Estilo de vida

-Existe una valorización, especialmente en el segmento de adultos jóvenes, con altos ingresos y buena educación, de lo natural, lo fresco, lo orgánico; entre estos últimos las barras de cereales tienen un lugar muy importante. Este segmento está más preocupado por los productos agroquímicos que puedan portar los alimentos, que por la contaminación microbiana o las hormonas que puedan tener.

-Por otra parte se observa una tendencia cada vez mayor a una vida más solitaria; muchos consumidores viven solos y no están dispuestos a invertir tiempo en prepararse comidas formales; ellos exigen alimentos listos para consumir, en porciones individuales y que cumplan con sus aspiraciones sensoriales y nutricionales.

- **Obesidad**

En la población americana se observa un aumento progresivo de la obesidad lo que, para los sectores afectados, es muy serio ya que tiene estrecha relación con el desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles como diabetes, hipertensión, trastornos cardiovasculares, etc.. Para este grupo el consumo de calorías es muy peligroso sobretodo cuando provienen de materias grasas saturadas.

- **Reemplazo de comidas formales**

Por otra parte, ha cambiado profundamente el estilo de vida; la sociedad actual dedica una gran parte de su jornada a trabajar y no quiere o no tiene el tiempo para dedicarse a preparar sus alimentos; se han cambiado las comidas formales del desayuno y el almuerzo por comidas informales que se reparten durante el día. Muchas personas "toman desayuno" o "almuerzan" en el auto, en el escritorio o estudiando; esto obliga a ofrecerles productos que les proporcionen los nutrimentos y la energía necesaria para su vida, en el lugar que ellas los necesiten.

- **Envejecimiento**

La sociedad actual está viviendo más años que las generaciones precedentes y quiere vivirlos en buena forma; los adultos mayores son un grupo cada vez más numeroso que requiere una alimentación de acuerdo a sus necesidades. Este es un segmento de la población que, aunque todavía en forma latente, tiene demandas especiales dadas por los cambios que sufre el organismo con el envejecimiento; ellos requieren energía que les permita llevar una vida sana y activa, mejorar su agudeza mental y memoria. Por ello necesitan alimentos nutritivos, energéticos, de buen sabor, de fácil deglución.

- **Preocupación por la salud**

Existe cada vez mas un mayor convencimiento de la existencia de una estrecha relación entre la dieta y la salud; de acuerdo a ello, el 60% de los americanos declara haber cambiado su dieta para prevenir enfermedades cardíacas, hipertensión, colesterol u obesidad. Existe una fuerte convicción acerca de que la alimentación se relaciona con el estado de ánimo, con la longevidad en buenas condiciones y la apariencia. Se ven a los alimentos como un vehículo para aumentar la capacidad mental,

prevenir enfermedades y mejorar el funcionamiento digestivo.

Ha disminuido levemente la preocupación por las calorías en los alimentos, por su contenido de grasas y por "hacer dieta". Hay una menor preocupación por elementos nocivos en los alimentos y mayor por los ingredientes promotores de la salud (vitaminas, antioxidantes, fibras, calcio, ácido fólico, flavonoides). Existe un demanda creciente por ingredientes que prevengan enfermedades. En las madres actuales existe la preocupación de que sus hijos no estén nutriéndose bien, especialmente en lo que a fibra dietética, vitaminas y minerales se refiere; para ellas, las barras de cereales y las pieles de frutas son una opción muy valiosa. Esto ha llevado hacia la aparición de dos corrientes paralelas y complementarias:

-Renovado interés por los alimentos fortificados y suplementados con vitamina E, β -caroteno, vitaminas del grupo B, vitamina C.

-Desarrollo de alimentos nutracéuticos: se han identificado cientos de productos con propiedades que afectan positivamente la salud o que pueden prevenir enfermedades; entre ellos aparecen como de gran interés: ajo, ginseng, echinacea, ginkgo, capsaicina, polifenoles, carotenoides, isoflavonas.

- **Compra por impulso**

A mucha personas les cuesta planificar su compra y quieren ir menos al supermercado; quieren acceder a los productos en el lugar que está a su alcance (tiendas de venta al paso, quioscos, máquinas). Casi el 70% de las compras se decide en el lugar de compra.

RESPUESTA DE LA INDUSTRIA

Parar satisfacer las nuevas demandas, la industria ha desarrollado diferentes productos entre los cuales es interesante mencionar:

"Snack" salados

Desarrollo de productos bajo o sin grasas; "chips" horneados.

Introducción en el mercado, de productos nutracéuticos o saludables. Nuevos ingredientes

como soya, inulina, aceite de pescado, especias con propiedades nutraceuticas.

Incorporación de productos fitoquímicos de frutas, hortalizas y granos, con efecto preventivo contra el cáncer, en la producción de "snack" con base de harina de avena y concentrados de frutas y hortalizas, que son crocantes, bajos en grasas, ricos en fibras.

Snack de hortalizas como bastones de zanahoria y apio; o floretes de broccoli, los que exigen una gran preocupación microbiológica y tecnológica para mantener su calidad.

Snack dulces

Se ha observado una revalorización de los alimentos dulces con pocas grasas que, además de proporcionar bienestar, son vehículo de fortificación y enriquecimiento; de este modo pueden cumplir una función destacada en el desarrollo mental y físico de niños y adolescentes y en mantener la calidad de vida de los adultos de la tercera edad. Existe una gran tendencia hacia los productos de origen vegetal que incorporen diversos cereales, soya, nueces, frutas secas, miel.

Uno de los productos más desarrollados son las barras. Esta es una categoría que ha crecido mucho y que ofrece muy buenas posibilidades para satisfacer las complejas demandas de los consumidores. Entre ellas se pueden mencionar:

- El desarrollo de productos para diabéticos con incorporación de almidón resistente que controla la liberación de la glucosa en la sangre y prolonga la saciedad.
- La incorporación en su elaboración de hasta 23% de harina de soya texturizada, lo que permite aumentar el suministro de isoflavonas (genistina y daizeina), las que tendrían efectos positivos sobre la osteoporosis, nivel de colesterol, enfermedades cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer; además de una fortificación con calcio o hierro, vitamina C y fibra.
- El uso de ingredientes como inulina y oligofructosa, que a la vez de agregar fibra dietética, aumentan significativamente la absorción de calcio mejorando la densidad ósea.

- Las barras energéticas que incluyen frutas (confitadas, deshidratadas, como purés de manzana, higo, ciruelas), nueces (como almendras o macadamias), semillas (lino) y con algunos productos fitoquímicos (como el ginseng, o *Ginkgo biloba*) que a la vez de aportar calorías, reducen el colesterol sérico; y que generalmente se fortifican con vitaminas antioxidantes (A, E, C), ácidos grasos omega-3, y vitaminas del grupo B.

Por otra parte se observa un uso intenso del chocolate: el descubrimiento de que el chocolate tiene un gran potencial en la prevención de enfermedades lo ha puesto en un lugar preferente. La presencia de flavonoides le confiere propiedades antioxidantes, reduciendo el riesgo de aterosclerosis, permite prevenir el desarrollo de úlcera gástrica y de algunos tumores. Por otra parte, algunas aminos que están presentes en el chocolate, activan algunos receptores cerebrales relacionados con la sensación de bienestar.

En resumen, frente a las variadas demandas que exige el estilo de vida y las preocupaciones de los consumidores actuales, las posibilidades de los "snack" son muy vastas; lo importante es invertir en información adecuada, usar materias primas y procesos de primera calidad que permitan ofrecer productos que satisfagan los intereses de los compradores.

REFERENCIAS

- Grijspaardt, C. 1996. Health and Convenience: The Food Trends in Europe. *Food Tech* 50(7): 28.
- Hollingsworth, P. 1995. Snack Food. *Food Tech* 49(10): 58-62.
- Pszczola, D. 1998. Fiber has a strong supporting Role in Nutraceutical Movement. *Food Tech*. 52(7): 90-96.
- Pszczola, D. 1998. Take a Snack on the wild Side. *Food Tech* 52(11): 72-76.
- Sloan, E. 1996. Taking a Chip out of Snack Food? *Food Tech* 50(6): 56.
- Sloan, E. 1996. Food Fortification: from public Health Solution to Contemporary Demand. *Food Tech* 50(6): 100-108.

Sloan, E. 1996. The Top Ten Trends. Food Tech 50 (7): 55-71.

Sloan, E. 1998. Food Industry Forecast: Consumer Trends to 2020 and beyond. Food Tech 52(1): 37-62.

Sloan, E. 1998. A very healthy Turn out. Food Tech 52 (8): 26.

Zammer, C. 1995. Gun-puffed Vegetables Snacks: a new Way to eat your Veggies. Food Tech 49(10): 64-65.

ENVASES PARA PRODUCTOS SNACK

María Luz Hurtado P. Ingeniero Agrónomo Mg. Sc.
 Depto. Agroindustria y Enología
 Facultad de Ciencias Agronómicas

INTRODUCCION

Desde cualquier punto de vista que se considere, ya sea fabricación, conservación o marketing, el envase forma parte del producto alimentario.

Envasar alimentos en pequeñas cantidades es cada día mas frecuente. Sin embargo **contener** el alimento no es la única función que cumple el envase. Por una parte, los alimentos perecederos necesitan ser protegidos de las agresiones físicas y químicas del medio, así como de la acción de los microorganismos, por lo tanto, cualquiera sea la forma de **protección** aplicada, el envase es siempre un elemento imprescindible. El envase debe **conservar** y mantener la calidad del producto durante el tiempo previsto, que puede ir desde algunos días hasta meses. Debe **identificar** el producto e **informar** sobre su composición, fecha de envasado y tiempo de duración.

En la actualidad, se dispone de una gran gama de envases de materiales muy diferentes y características adecuadas para cubrir las necesidades específicas que requiere el envasado de alimentos. Por otra parte, tanto las características físicas, químicas y sensoriales de los alimentos, como las exigencias que imponen las técnicas de envasado y conservación son muy variadas. Por esto, es imposible que exista un envase ideal y único para todos los alimentos.

CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS

Una amplia gama de productos se clasifican bajo el término snack. Esto incluye a los caramelos, galletas, papas fritas, frutas deshidratadas, extruidos, granolas, nueces, etc.

Desde el punto de vista físico, la mayoría de estos alimentos son desmenuzables y frágiles, y se caracterizan por tener una baja humedad, una baja actividad de agua y una elevada higroscopicidad.

La humedad es un criterio determinante para las propiedades organolépticas y la aceptabilidad por parte del consumidor; la captación de humedad altera la textura crujiente y agradable de este tipo de productos, y también puede favorecer las reacciones de degradación, como oxidación o hidrólisis.

Con frecuencia, son productos ricos en materia grasa, susceptibles de alteraciones por oxidación y muy sensibles a absorber olores extraños. Por lo tanto, el envase juega un papel preponderante en el mantenimiento de sus propiedades organolépticas, especialmente el aroma de estos productos.

Cuadro 1. Características de los alimentos snacks.

Propiedades	Características
Físico-mecánicas	Frágiles Ligeros Poco apilables Dimensiones variables
Organolépticas	Textura crujiente De gusto típico Gusto que puede evolucionar (pérdida de aromas o introducción de sabores extraños Gusto que puede degradarse (enranciamiento, amargor, etc...)
Físicas y químicas	De baja humedad Higroscópicos Con materia grasa Superficie grasienta Sensibles a la descomposición por: - oxidación - reacciones enzimáticas - pardeamiento no enzimático

Fuente: Benoualid y Bassfeld, 1995.

ENVASES FLEXIBLES

Se entiende por envase flexible todo envase confeccionado a partir de un material que no es rígido. El término película flexible se aplica exclusivamente a materiales fibrosos de espesor inferior a 0,25 mm. Las características de las películas flexibles se detallan a continuación:

- ◆ Costo relativamente bajo
- ◆ Son bastante impermeables al oxígeno, vapor de agua y gases
- ◆ Se pueden termosellar
- ◆ Pueden emplearse en las cadenas de llenado a gran velocidad
- ◆ Mantienen su resistencia tanto en condiciones húmedas como secas
- ◆ Pueden imprimirse fácilmente
- ◆ Se manejan con facilidad
- ◆ Son muy livianas
- ◆ Se adaptan a la forma del contenido

Modificando cada tipo de polímero, variando el grosor del material, el tipo y grosor del recubrimiento, pueden obtenerse materiales con distinta permeabilidad y características mecánicas y térmicas.

Las películas flexibles pueden utilizarse solas, recubiertas con polímeros o combinadas con diversos metales en laminados compuestos o materiales obtenidos por coextrusión. Existe por lo tanto, una gran variedad de combinaciones posibles con respecto al polímero y al tipo de tratamiento, que permiten satisfacer las exigencias del envasado de diversos alimentos.

Películas Simples

La mayoría de las películas obtenidas a partir de polímeros se fabrican por extrusión en un proceso en el que, el polímero suministrado en forma granular, es fundido y extruido a presión para la obtención de una lámina. A continuación se describen las películas más importantes usadas en el envasado de alimentos:

Polipropileno (PP)

El PP orientado es una película transparente y brillante, con buenas propiedades ópticas y muy

resistente a la tensión y punción. Es bastante impermeable al vapor de agua, a los gases, a los olores y no le afectan los cambios de humedad ambiental. Es termoplástica, por lo que puede estirarse (aunque menos que el polietileno) y su coeficiente de fricción es bajo, por lo que no se carga de electricidad estática haciéndola muy adecuada para las instalaciones de llenado a alta velocidad.

Poliéster (PET)

El tereftalato de polietileno es una película brillante y transparente, muy resistente al desgarro y a temperaturas extremas, y muy impermeable a los gases y vapor de agua.

Polietileno (PE)

El PE de baja densidad es químicamente inerte, termosellable, no posee olor alguno, y se retrae por calentamiento. Es impermeable al vapor de agua, pero muy permeable a los gases, y es muy permeable a los aceites y olores. Es más barato que la mayoría de las películas flexibles.

El PE de alta densidad es más resistente, más grueso, menos flexible y más quebradizo que el de baja densidad, pero es más impermeable al vapor de agua y a los gases. Las bolsas son resistentes al desgarro, a la tensión y a la penetración. Es impermeable al agua y químicamente muy resistente.

Cloruro de polivinilideno (PVdC)

Al utilizarlo sin recubrimiento es muy impermeable a los gases y al vapor de agua. Es resistente a las grasas. Se usa como material de recubrimiento de otras películas con el objeto de mejorar su permeabilidad.

Poliestireno (PS)

Película quebradiza, muy transparente y muy permeable a los gases. La impermeabilidad del PS orientado es mayor.

Películas recubiertas

Con un recubrimiento muy delgado de aluminio (denominado metalización) se obtiene una buena impermeabilización frente a los aceites, las grasas, el vapor de agua, los olores y la luz. Las películas metalizadas son más baratas y más flexibles que el papel de aluminio de igual permeabilidad y son muy adecuadas para las cadenas de llenado a gran velocidad. En general, la metalización se realiza en las

películas de celulosa, polipropileno y poliestireno. El poliéster metalizado es más impermeable que el PP metalizado, pero el PP se usa más, debido a que en la actualidad es más barato. En el cuadro 2 se muestra el tipo de laminado más común y los productos donde se utiliza.

Cuadro 2. Laminas compuestas utilizadas en productos snack

TIPO DE LAMINADO*	UTILIZACIÓN
Cloruro de polivinilideno/polipropileno recubierto	Productos crujientes, snacks, dulces, bizcochos, chocolate
Cloruro de polivinilideno/PP recubierto con PE	Productos de panadería, queso, frutas secas, verduras congeladas
Celulosa/polietileno/celulosa	Tortas, pan crujiente, café, queso
Poliéster metalizado/polietileno	Café, leche en polvo, puré papas, alimentos envasados en atmósfera modificada
Polietileno/aluminio/papel	Sopas deshidratadas, chocolate

* El laminado descrito es desde el exterior hacia el interior del envase. El polietileno mencionado se refiere a polietileno de baja densidad

ATMOSFERA MODIFICADA

La modificación de la atmósfera es una técnica que consiste en cambiar el entorno de un producto con el objeto de prolongar su conservación. Esto consiste en reemplazar el aire por otros gases tales como nitrógeno, dióxido de carbono y excepcionalmente oxígeno, que actúan sobre el producto y los microorganismos contaminantes.

La aplicación de esta técnica permite controlar las reacciones químicas, enzimáticas o microbianas con el fin de reducir o eliminar las principales degradaciones.

Uno de los procedimientos para aplicar la modificación de la atmósfera es el siguiente:

- **Seleccionar la materia prima:** ninguna técnica de conservación puede mejorar la calidad de un producto, por lo que es necesario elegir con cuidado la calidad de los productos a conservar

- **Película de embalaje adecuado:** para asegurar que la mezcla de gases que está en contacto con el producto se mantenga por largo tiempo, es necesario usar un material complejo multicapa que tenga resistencia mecánica, buenas propiedades barrera, no solo al oxígeno, sino también al nitrógeno y dióxido de carbono; baja tasa de transmisión al vapor de agua, para evitar deshidratación; propiedades antivaho; buena resistencia y fiabilidad del sellado.

- **Máquinas de acondicionamiento adaptadas:** máquinas de barrido gaseoso.

La aplicación de la modificación de la atmósfera dependerá del tipo de producto, que está íntimamente relacionado con la actividad de agua:

- **Productos secos:** la vida de estos productos esta limitada generalmente por los fenómenos de oxidación, por lo que se utiliza comúnmente nitrógeno para reducir el contenido de oxígeno del envase. De esta manera se acondicionan verduras deshidratadas, café, granos de oleaginosas y frutos secos.

- **Productos de humedad intermedia:** además de evitar los riesgos de oxidación, hay que evitar o disminuir el desarrollo de hongos. La conservación depende de la Aw; Si la Aw es relativamente alta se puede cuadruplicar la conservación utilizando un 100% de CO₂, ej: pan de molde (2 meses), croissant (6 meses) y galletas (cuatro meses); si la Aw es elevada se puede duplicar el tiempo de conservación usando 50% N₂ / 50% CO₂ Ej: panes precocidos almacenados a 4°C.

Estos ejemplos muestran el potencial del desarrollo de una atmósfera modificada. Esta técnica es además un complemento de las ya existentes como frío, esterilización y congelación. Esta técnica responde a la demanda de los consumidores, ya que los productos de fácil empleo pueden ser conservados desde unos días hasta varias

semanas y ofrecen una imagen de producto fresco.

PELICULAS COMESTIBLES

Una película comestible se define como una capa delgada de material comestible formada sobre el alimento como una cobertura o pre-formada sobre o entre los componentes del alimento. Su propósito es inhibir la migración de humedad, oxígeno, dióxido de carbono, aromas y lípidos; acarrear ingredientes de los alimentos (por ejemplo: antioxidantes, antimicrobianos, sabores y aromas), y/o mejorar la integridad mecánica o mantener características de los alimentos. De esta manera, se puede extender la vida útil y la calidad de los alimentos previniendo los cambios en aroma, sabor, textura y apariencia.

La condición sanitaria de los envases comestibles debe mantenerse necesariamente durante el almacenamiento, el transporte y la venta. La seguridad microbiológica de las películas comestibles está gobernada por condiciones estándares de Aw, pH, temperatura, suministro de oxígeno y tiempo. Muy importante, es que las películas comestibles sean acarreadoras efectivas de antimicrobianos, lo cual mejora la estabilidad microbiológica de la película y del alimento.

Un envase en forma de película, revestimiento o capa delgada protectora se califica como comestible cuando forma parte integrante del alimento y se consume como tal. Por ser un constituyente del alimento, los recubrimientos comestibles deben poseer buenas propiedades sensoriales y ser solubles y dispersables en la boca.

El uso de un recubrimiento comestible no implica el reemplazo de un material de envase sintético para almacenamiento prolongado de productos alimenticios. La utilidad de las coberturas comestibles consiste en su capacidad para mejorar la calidad de los alimentos, extender su vida útil y, posiblemente, mejorar la eficiencia económica de los materiales de embalaje.

Las ventajas de usar recubrimientos comestibles y los requisitos que éstas deben tener, se presentan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Envolturas comestibles: ventajas y condiciones requeridas

VENTAJAS
Consumo directo con el producto
Materiales poco costosos
Envoltura individual de pequeños trozos
Uso al interior de un alimento
Mejora de propiedades mecánicas, organolépticas, nutricionales y de conservación por:
<ul style="list-style-type: none"> • retardo de la transferencia de agua, gases, grasas y solutos • disminución de las pérdidas de sustancias volátiles (aromas) • mejora de la cohesión y conservación de la integridad del alimento • protección frente a contaminantes microbianos u otros • agente de soporte y control de la retención de aditivos (aromas, colorantes, antioxidantes, antimicrobianos)
Reducción del embalaje no comestible
Disminución de la contaminación medioambiental
CONDICIONES
Palatabilidad (solubilidad, dispersabilidad en la boca)
Propiedades organolépticas compatibles con la naturaleza del alimento
Buenas propiedades mecánicas
Estabilidad (conservación)
Tecnología simple
Ausencia de toxicidad
Buena adhesión a la superficie del alimento
Funcional en las condiciones de uso

Fuente: Guilbert y Biquet, 1995

La **obtención** de un recubrimiento comestible implica el uso de al menos un constituyente capaz de formar una matriz con la suficiente cohesión y continuidad. En general, se trata de polímeros o de compuestos que tienen la propiedad de formar estructuras continuas bajo ciertas condiciones de preparación. Los materiales que han recibido mayor atención para el uso de películas comestibles son los ésteres de celulosa, el almidón, almidón hidroxipropilado, zeína de maíz, gluten de trigo, proteína de soya y proteínas de la leche.

Además del polímero que forma el recubrimiento, el componente principal de un recubrimiento comestible es el plastificante. Un **plastificante** se define como una sustancia no volátil, de alto punto de ebullición y no separable, la cual, cuando se adiciona a otro material, cambia las propiedades físicas y/o mecánicas de dicho material. Los polioles, principalmente sorbitol y glicerol, son plastificantes apropiados debido a su capacidad de reducir las fuerzas intermoleculares entre las cadenas de polímeros, facilitando la elongación y aumentando la flexibilidad del recubrimiento, y disminuyendo la elasticidad y cohesión. El plastificante debe ser compatible con el polímero y se adiciona en concentraciones que varían entre 10 a 60% (peso seco) dependiendo de la rigidez del polímero.

La **aplicación** del material formador de la cobertura sobre el alimento se puede obtener por distribución con pincel, pulverización, inmersión seguida de escurrido, centrifugación o

fluidización. Cuando es necesario el escurrido, se practica en caliente para disminuir la viscosidad de la envoltura, y se realiza a través de escurrido centrífugo o ventilación forzada. La solidificación de la película se obtiene por secado o enfriamiento. Es importante regular las condiciones de esta operación para no obtener coberturas de espesor irregular con superficie agrietada.

La tecnología de preparación del recubrimiento, la elección del plastificante, el proceso de gelificación, la técnica de aplicación y el espesor de la cobertura van a influir sobre las propiedades finales del recubrimiento. Las propiedades mecánicas y de barrera de los recubrimientos comestibles se pueden evaluar con los métodos clásicos aplicados a los materiales de envasado, sin embargo, éstos son mucho más sensibles a las características físicas del medio ambiente, temperatura y humedad relativa. Las propiedades mecánicas incluyen grosor, elongación, fuerza de ruptura, resistencia a la torsión, elasticidad, plasticidad y adhesión; esta última sólo puede ser evaluada mediante pruebas "in situ" sobre el alimento envuelto. Las propiedades barrera de las coberturas se evalúan a través de la permeabilidad a los gases como O₂ y CO₂ y al vapor de agua. Como ambas propiedades, tanto mecánicas como de barrera, se ven influenciadas por la temperatura y la humedad relativa, es necesario controlar las condiciones ambientales antes, y si es posible, durante el ensayo.

Cuadro 4. Aplicaciones de las películas comestibles

OBJETIVOS	PRINCIPALES PROPIEDADES	APLICACIONES
Protección frente a humedad y/o oxígeno	Buena aptitud para la envoltura Baja permeabilidad al oxígeno y/o agua	Alimentos con humedad intermedia. Frutos secos, papas fritas, chips.
Mantener las diferencias de Aw en un alimento heterogéneo	Buenas propiedades de barrera frente a la humedad	Alimentos heterogéneos (pastelería, confitería). Mezclas de frutos secos para aperitivo, desayunos, sopas.
Proteger individualmente trozos pequeños de alimentos	Superficie no pegajosa y buenas propiedades de barrera y mecánicas	Dados de queso, frutos secos y productos de humedad intermedia.
Mejorar el aspecto superficial de un alimento	Superficie lisa, brillante, homogénea	Productos de panadería (glaseado, barnices), confitería, frutas secas, aperitivos, etc...

Fuente: Guilbert y Biquet, 1995.

ELECCIÓN DE UN ENVASE

Para seleccionar un envase adecuado, se debe tener presente cuál es el tipo de producto que se requiere envasar, para poder determinar las características del material a utilizar. Por lo tanto, primero hay que definir qué es lo que se quiere proteger y contra qué. Luego se debe definir un tiempo de conservación óptimo del producto. Posteriormente, definir las propiedades exigibles del material en las condiciones reales de uso y finalmente, mediante un protocolo acelerado o de tiempo real, acondicionar y controlar la duración del producto de acuerdo al envase seleccionado.

Es evidente que todas las cualidades requeridas de un envase, no siempre se encuentran en un único polímero, y no hay que olvidar que cada material además de presentar cualidades, posee también defectos. Por lo tanto, se puede recurrir a la asociación de distintos materiales para obtener los resultados deseados.

A continuación se señalan los materiales comúnmente usados en algunos productos snacks.

Caramelos

La mayoría de los caramelos son envasados en bolsas de polietileno (PE) o polipropileno (PP) para entregar una protección contra la humedad. Este tipo de productos es relativamente barato, sin embargo hay caramelos de mayor costo que justificarían el uso de envases más sofisticados como los compuestos o metalizados.

Galletas y productos crocantes

La mayoría de estos productos son envasados en cajas, provistos de bolsa plástica en su interior. Las bolsas pueden ser de polietileno (PE) o cloruro de polivinilideno (PVDC) cubierto.

Al consumidor le gusta este tipo de envases porque le permite volver a cerrar el paquete. Algunos productos tienen varios paquetes pequeños dentro de la caja, lo que permite consumir solo una pequeña porción y no abrir todo el paquete.

Las galletas que son de menor costo normalmente son empacadas en bandejas de estireno cubiertas con celofán o polipropileno.

Este tipo de envase no ofrece una buena protección.

Papas fritas

Este tipo de productos posee un alto contenido de materia grasa, lo que está involucrado en el desarrollo de sabor a rancio y en el deterioro del mismo. El oxígeno reacciona con las grasas insaturadas, en presencia de luz UV, para producir peróxidos, los que son precursores de la rancidez. El envase ideal para las papas fritas es aquel que excluye el oxígeno y la luz, de manera de prolongar su vida útil. Hoy en día no hay ninguna industria que esté usando atmósferas de bajo oxígeno en este tipo de productos y la maquinaria usada para envasar no está equipada para esto. Algunos industriales utilizan envases opacos para proteger el producto de la luz UV, sin embargo otros piensan que la visibilidad del producto aumenta la venta del mismo y envasan en materiales transparentes. Además de la presencia de oxígeno, es importante también la absorción de humedad. Un material de envase se considera apropiado si permite una absorción de humedad menor a un 3% durante un período especificado de almacenamiento.

Nueces

Una gran variedad de frutos de nuez se venden en envases flexibles, pero también existe un gran parte que se envasan en vidrio o enlatadas. El problema principal se relaciona con el aceite comúnmente asociado a las nueces. Las nueces envasadas en vidrio o enlatadas son envasadas al vacío.

El celofán es el envase flexible más usado, sin embargo, debido a que estos tipos de productos son aceitosos, el envase pierde su transparencia.

El polietileno metalizado y el poliéster están siendo un envase atractivo, ya que además de proteger contra la luz, su precio es razonable y cada día está siendo más aceptado por los consumidores.

REFERENCIAS

- Benoualid, K. y Bassfeld, I. 1995. Galletas y repostería industrial. En: Embalaje de los alimentos de gran consumo. Ed. Acribia, Zaragoza, España. p. 659 - 672.
- Church, I. and Parsons, A. 1995. Modified atmosphere packaging technology: a review. *J. Sci. Food Agric.* 67, 143-152.
- Debeaufort, F.; Quezada-Gallo, J. and Voilley, A. 1998. Edible films and coatings: Tomorrow's packagings: a review. *Critical Reviews in Food Science* 38 (4): 299-313.
- Exama, A.; Arul, J.; Lencki, R.W.; Lee, L.Z. and Toupin, C. 1993. Suitability of plastic films for modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *J. Food Sci.* 58 (6): 1365-1370.
- Gontard, N. And Guilbert, S. 1994. Bio-packaging: technology and properties of edible and/or biodegradable material of agricultural origin. In: *Food packaging and preservation*. Mathlouthi Ed. Chapman & Hall, London, UK. 269 p.
- Guilbert, S. y Biquet, B. 1995. Películas y envolturas comestibles. En: *Embalaje de los alimentos de gran consumo*. Ed. Acribia, Zaragoza, España. p. 331-371.
- Nerín, C. 1997. Materiales plásticos utilizados para envasar alimentos. Características y aplicaciones. *Apuntes de Curso Internacional: Envases plásticos de uso en alimentos, aplicaciones y control*. Universidad de Chile, Fac. Cs. Químicas y Farmacéuticas. 26 - 29 agosto, 1997.
- Phillips, C. 1996. Review: Modified atmosphere packaging and its effects on the microbiological quality and safety of produce. *Int. J. of Food Sc. and Tech.* 31, 463-479.
- Wilkinson, S. 1998. In defense of food. Packaging shifts from passive protection to active role in improving food quality. *Chemical and Engineering News*. 76: 26-32.

34081

