



AGROINDUSTRIA

NÚCLEO SOCIO-PRODUCTIVO ESTRATÉGICO TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS



DOCUMENTO DE REFERENCIA



ARGENTINA
INNOVADORA 2020

PLAN NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA
E INNOVACIÓN PRODUCTIVA



*Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

Procesamiento de Alimentos. Etapa 2.
Tecnología de Alimentos
Documento de Referencia¹
Lic. Gustavo Idigoras
Abril de 2015

¹ Este documento fue elaborado por el Lic. Gustavo Idigoras. Se trata de un material técnico para facilitar el trabajo de la Mesa de Implementación. Las opiniones expresadas en este documento pueden no coincidir con la posición que finalmente asuma el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación.



*Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. EL SECTOR DE ALIMENTOS Y BEBIDAS: TENDENCIAS MUNDIALES Y SITUACIÓN ARGENTINA	2
3. FORTALEZAS, DEBILIDADES, OPORTUNIDADES Y AMENAZAS EN EL SECTOR DE ALIMENTOS Y BEBIDAS EN LA ARGENTINA	4
4. OPORTUNIDADES DE INTERVENCIÓN: NUEVAS TECNOLOGÍAS DE PROCESAMIENTO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA	6
4.1. Tecnologías críticas	7
4.1.1. <i>Tecnologías de procesamiento térmico</i>	7
4.1.2. <i>Tecnologías de procesamiento no térmico</i>	9
4.2. Tecnologías no críticas.....	15
4.2.1. <i>Tecnologías de Procesamiento Térmico</i>	15
4.2.2. <i>Tecnologías de Procesamiento no Térmico</i>	15
4.3. Tecnologías transversales.....	16
4.3.1. <i>Calidad integral</i>	16
4.3.2. <i>Producción más Limpia</i>	17
4.4. Tecnologías emergentes.....	18
4.4.1. <i>Biotecnología</i>	18
4.4.2. <i>Nanotecnología</i>	19
4.4.3. <i>Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs)</i>	20
5. BIBLIOGRAFIA	21



*Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

1. INTRODUCCIÓN

Este documento se enmarca en los objetivos estratégicos que forman parte del Plan Argentina Innovadora 2020. Para profundizar el proceso de desarrollo argentino el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva decidió lanzar dicho Plan, focalizándose en seis grandes temas (agroindustria, ambiente y desarrollo sustentable, desarrollo social, energía, industria, y salud) así como identificar treinta y cinco Núcleo Socio Productivos Estratégicos.²

Uno de los NSPE identificados en el sector de Agroindustria es el relativo a la “Procesamiento de Alimentos” el cual está orientado a fomentar el desarrollo de conocimientos y tecnologías para agregar valor a la producción primaria de diversas cadenas agroalimentarias buscando incrementar el mercado interno, fortalecer el desarrollo territorial y aumentando los destinos y volúmenes de exportación.

Este documento tiene como objetivo servir de base para el debate que se desarrollará en una nueva Mesa de Implementación del NSPE Procesamiento de Alimentos esta vez dedicada a establecer las acciones, resultados e indicadores que orientarán las políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación y focalizarán la aplicación de los instrumentos de promoción hacia el desarrollo de novedosas tecnologías de procesamiento de alimentos y de nuevos envases.

En otras palabras, este documento busca proponer una agenda de I+D+I que identifica las innovaciones tecnológicas e institucionales críticas, así como también las acciones de política pública que pueden contribuir a fortalecer el desarrollo de las tecnologías de procesamiento de alimentos y de envases³.

² Los Núcleos Socio Productivos Estratégicos (NSPE) combinan el aprovechamiento de las potencialidades que ofrecen las tecnologías de propósito general en distintos sectores socio-productivos y en entornos territoriales determinados, a fin de generar ganancias cualitativas significativas en competitividad productiva, mejoramiento de la calidad de vida de la población y posicionamiento en términos de tecnologías emergentes y desarrollos tecnológicos esperables en el mediano y largo plazo.

³ En este trabajo la expresión I+D+i (investigación, desarrollo e innovación) se utiliza con una connotación normativa mirando a la construcción social de futuros. Se entiende como el proceso que compromete la ciencia y la tecnología con la apropiación equitativa por parte de la sociedad del valor agregado por el conocimiento. Implica la incorporación e integración de las innovaciones tecnológicas e institucionales y la política pública, como también la gobernanza del proceso de innovación en un bien colectivo que es construido y apropiado por la sociedad en el marco del escenario deseado.



*Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

2. EL SECTOR DE ALIMENTOS Y BEBIDAS: TENDENCIAS MUNDIALES Y SITUACIÓN ARGENTINA

El mercado mundial de alimentos ocupa en la actualidad un papel protagónico. La demanda de alimentos se expande rápidamente, impulsada por el incremento en la población mundial, el crecimiento económico en los mercados emergentes y la aparición de nuevos consumidores de alto poder adquisitivo. En los países desarrollados se observa una creciente demanda de alimentos diferenciados como, por ejemplo, orgánicos y/o gourmet. Entre las tendencias en alimentos recopiladas por Innova Market Insights (Innova Reports Top Food and Beverage Trends of 2014), pueden resaltarse:

1. Reducción de los desperdicios de comida: Se intensificarán los esfuerzos por optimizar los desperdicios en la cadena de producción y asegurar procesos productivos más amigables con el medio ambiente. Asimismo, la preocupación por reducir los desperdicios se traslada a la cadena de distribución y puntos de venta y al mismo tiempo que se involucra al consumidor. Tomarán impulso los ingredientes elaborados a partir de desechos, que presentarán un enorme potencial.
2. Recobrar la confianza del consumidor: A raíz de diversos escándalos de seguridad alimentaria a nivel global, que han afectado la confianza del consumidor, la industria de alimentos apelará al origen y a la trazabilidad de los ingredientes como estrategia de marketing con la que asegurar calidad en los productos.
3. Placeres más simples: Los consumidores están reconsiderando sus necesidades, optando por lo básico, hallando placer en la comida sencilla. Buscan la cocina casera que acerca familia y amigos.
4. El momento de los pequeños productores: Los emprendedores tiene un gran potencial, con productos de alta calidad y de baja escala. Las redes sociales proporcionan buenas oportunidades de difusión y negocio para las pequeñas empresas, tanto a nivel local, como global.
5. Nutrición para la salud: la nutrición se presenta como una alternativa para dar soluciones a los problemas de salud. La industria de alimentos buscan un enfoque holístico con soluciones nutritivas, tanto en comidas, como en bebidas.
6. Nuevos super-alimentos: dentro de los super-alimentos enumerados por el reporte se encuentran las semillas de chía, el kefir, la quínoa, ajo negro, y la poco conocida kelp, alga marina con altos niveles nutritivos que incluye las vitaminas A, B, C,D,E y K, así como minerales, proteínas y fibra.

Otras tendencias identificadas por Innova Market Insights son, aumento de los alimentos híbridos (mezclas de distintos orígenes, como por ejemplo: una “pizzaburger” o un “sushi burrito”), y procesos que permitan la recuperación y posterior uso de proteínas, entre otros.



*Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

Todas estas tendencias estructurales garantizan un mercado en expansión para todos los productos argentinos y nuevas oportunidades de negocios para sus alimentos *premium* y de alto valor agregado.

En este contexto Argentina se presenta como productora y exportadora líder de alimentos a nivel mundial. Con exportaciones cercanas a US\$ 28 mil millones, los alimentos argentinos se comercializan en 180 mercados de los cinco continentes y contribuyen a la buena reputación del país en términos de innovación y calidad. El sector cuenta con excelentes estándares sanitarios y ambientales y se está preparando para afrontar las demandas más exigentes y sofisticadas de los consumidores mediante la incorporación de la innovación y nuevas tecnologías.

Con respecto a la Argentina, de acuerdo con la Coordinadora de las Industrias de Productos Alimenticios (COPAL) las estadísticas generales de la industria de alimentos y bebidas pueden resumirse de la siguiente manera:⁴

- Valor agregado, % del PBI total de Argentina: 4,6%.
- Valor agregado, % del PBI Industria Manufacturera: 25,0%.
- Dentro de la industria es el sector con la mayor proporción de PyMEs a nivel nacional, representando las PyMEs más del 90% del sector.
- Exportaciones IAB en valor, millones de u\$s: 27.901.
- Participación en las expo totales de Argentina en valor: 33,6%.
- Importaciones IAB en valor: millones de u\$s: 1.482.
- Participación en las importaciones totales de Argentina en valor: 2,0%.
- Empleo directo, en puestos de trabajo: 500.000.
- Utilización de la capacidad instalada (promedio anual): 70,4%.
- Anuncios de inversión en millones de \$: 4.968.
- Préstamos otorgados en millones de \$: 109.519.
- Cantidad de empresas: se estiman más de 14.528.

Según datos de la COPAL, la Argentina es el primer exportador mundial de alfajores, limón fresco, aceite esencial y jugo concentrado, aceite de soja, yerba mate y mosto de uva. A su vez el primer productor mundial de caramelos, limón fresco y aceite y yerba mate. En América del Sur la Argentina es el primer exportador de golosinas, chocolates y papas pre fritas congeladas y levaduras.

En conclusión la industria de alimentos tiene un rol privilegiado ya que puede producir lo que el mundo quiere y va a querer comprar en el futuro próximo, aporta un saldo de divisas positivo vital para financiar el crecimiento y es clave para el desarrollo industrial por su peso a nivel nacional.

⁴ Datos del año 2013.



*Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

3. FORTALEZAS, DEBILIDADES, OPORTUNIDADES Y AMENAZAS EN EL SECTOR DE ALIMENTOS Y BEBIDAS EN LA ARGENTINA

Seguidamente se presenta un análisis FODA de la Industria de Alimentos y Bebidas en la Argentina:

Fortalezas

- Sexto lugar como productora de alimentos a nivel mundial.
- Las exportaciones superan 17,5 veces las importaciones y significan el 35% del total de las exportaciones del país.
- Históricamente ha sido uno de los sectores industriales que más ha contribuido a la superación de las crisis económicas.
- Posee un alto grado de capacidad y flexibilidad tanto para abastecer la demanda doméstica como para aprovechar las tendencias y oportunidades de la demanda mundial de alimentos. Tiene ventajas competitivas sustentables sobre la base de ventajas comparativas reales, producto de su elevada productividad y de la disponibilidad de sus materias primas esenciales, lo que hace factible su competitividad a escala internacional.
- Es uno de los principales motores del país para profundizar su inserción en la economía mundial en forma eficiente.
- La industria de alimentos y bebidas tiene un fuerte carácter regional, encontrándose presente en toda la extensión de la Argentina. Comprende actividades del primer procesamiento y otras que se realizan en varias etapas de manufacturas que han tenido un fuerte proceso de inversiones en estos últimos años, que superaron los 2.300 millones de dólares en el año 2011 con un aumento acumulado en la última década de 280%. La conjunción de materias primas en origen con sus plantas modernas de transformación presentan oportunidades de desarrollo de largo plazo para la mayoría de nuestras economías regionales.
- La industria de alimentos y bebidas también ha hecho un aporte significativo en mejorar la distribución del ingreso de sus trabajadores en estos últimos años. Los salarios básicos convencionales de la actividad subieron significativamente desde el año 2002, superando cualquier otro indicador económico (tipo de cambio, precios al consumidor y otros costos de producción).
- Cuenta con recursos humanos calificados para mantener un desarrollo sostenible en el largo plazo.
- Argentina es un productor y proveedor competitivo de bienes agrícolas y alimentos procesados claramente es una ventaja clave de nuestro país.
- La integración regional a través del MERCOSUR ampliado es una de nuestras principales fortalezas. Es necesario perfeccionar su funcionamiento.

Oportunidades

- El mundo está dando señales claras de que la integración, las alianzas estratégicas, los acuerdos comerciales y la asociatividad son la manera más eficaz que han encontrado muchos países para



*Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

optimizar sus niveles de crecimiento y asegurar el bienestar de sus habitantes. Por ello es necesario fortalecer la coalición regional y reforzar la internacionalización del bloque.

- La industria de alimentos y bebidas no necesita de subsidios para ser eficiente; sí necesita de políticas que potencien su competitividad, profundicen la relación con todos los países y mercados y aliente las inversiones de largo plazo, no sólo en beneficio de las empresas sino para el bienestar y desarrollo de toda su población.
- Es fundamental concertar pautas distributivas y coordinar políticas macroeconómicas que compatibilicen la inversión con la distribución, fortaleciendo el círculo virtuoso entre salarios, productividad, mercado interno y mercado externo e inversión.

Debilidades

- Argentina debe profundizar sus capacidades como productor eficiente de alimentos. Para ello no puede seguir ofreciendo materias primas. Es necesario crear las condiciones para que el país se transforme en un importante exportador de productos terminados de calidad.
- Producir y exportar bienes con valor agregado asegura la creación de más y mejores empleos, alienta la especialización de los recursos humanos y genera condiciones favorables para formalizar su economía.
- El costo laboral ha crecido fuertemente desde el año 2002 y se encuentra muy por encima de nuestros principales competidores de la región, como Uruguay, Brasil, Chile, Perú y México.
- A ello se suma el aumento de la presión tributaria, que pasó de 21% del PBI en 2005 a un 35% en 2011.
- Resulta clave reducir el incremento de los costos a la producción que restan competitividad a la industria.
- La competitividad para que sea sustentable requiere mejoras e inversiones en infraestructura de transporte, comunicaciones, puertos, carreteras, etc. y superar la restricción energética que limita las inversiones.
- El financiamiento si bien ha crecido en estos últimos años continúa siendo una restricción para el crecimiento. Se requiere mejorar las condiciones de acceso al crédito, flexibilizar el régimen de garantías y reducir las tasas de interés.
- Se necesitan políticas que potencien la competitividad, profundicen la relación con todos los países y mercados y alienten las inversiones de largo plazo, no sólo en beneficio de las empresas sino también para lograr el bienestar y desarrollo de toda su población.

Amenazas

- Crisis internacional y amenaza de pérdida de mercados por deterioro de la competitividad.
- Demandas salariales disociadas de la productividad sectorial.
- Excesiva presión tributaria y superposición de impuestos nacionales, provinciales y municipales.
- Incertidumbre sobre el largo plazo.



Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

4. OPORTUNIDADES DE INTERVENCIÓN: NUEVAS TECNOLOGÍAS DE PROCESAMIENTO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Cada vez más empresas alimenticias adoptan nuevas tecnologías y emprenden procesos innovativos dentro de la Industria de Alimentos y Bebidas con el objeto de cumplimentar nuevos requisitos regulatorios, aumentar el valor agregado con vistas a responder a una demanda doméstica y externa en crecimiento.

En este marco, la formulación de una política pública integral con foco en este sector involucra como prioridad la definición de estrategias y oportunidades de intervención en relación al desarrollo de innovación y nuevas tecnologías. A continuación se realiza una agenda propositiva en este sentido, realizando una descripción y el estado del arte actual en nuestro país de las tecnologías de procesamiento de alimentos.

Tipos de tecnologías de procesamiento de alimentos

1. Tecnologías críticas
2. Tecnologías no críticas
3. Tecnologías transversales
4. Tecnologías emergentes

Estas tecnologías se clasifican de la siguiente manera:

Tipos de Tecnologías		
1. Tecnologías críticas	De procesamiento térmico	Calentamiento óhmico
		Concentración por congelación
		Cocción bajo vacío – procesamiento <i>sous vide</i>
	De procesamiento no térmico	Altas presiones hidrostáticas (APH)
		Ultrasonido
		Radiación ultravioleta
		Tecnología de membrana
		Envases activos e inteligentes
Películas y recubrimientos comestibles		
Fluidos supercríticos		
2. Tecnología no críticas	De procesamiento térmico	Calentamiento mediante radiaciones electromagnéticas: microondas, radio-frecuencias e infrarrojo
		Campos eléctricos pulsados de alta intensidad
	De procesamiento no térmico	Plasma frío



*Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

3. Tecnologías transversales	Calidad Integral	
	Producción más limpia	
4. Tecnologías emergentes	Biotecnología	
	Nanotecnología	
	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones	

4.1. Tecnologías críticas

4.1.1. Tecnologías de procesamiento térmico

Calentamiento óhmico

El calentamiento óhmico se produce cuando una corriente eléctrica pasa a través de un alimento, provocando la elevación de la temperatura en su interior como resultado de la resistencia que ofrece al paso de la corriente eléctrica. En consecuencia la utilización de esta tecnología se presenta como una alternativa de reemplazo parcial de la pasteurización y esterilización natural.

Las ventajas de este proceso se derivan del hecho de que el calentamiento tiene lugar en el interior del alimento. De este modo, y a diferencia de lo que ocurre en un calentamiento convencional, no existen superficies calientes de contacto. Por lo tanto, este tipo de tecnología evita sobrecalentamientos, lo que permite un menor deterioro en los constituyentes y una menor formación de depósitos, aspecto este último de especial relevancia en alimentos ricos en sales y proteínas como, por ejemplo, la leche.

- Nivel de importancia para PyMEs agroindustriales: Medio. Sin embargo, la posibilidad de desarrollar equipos de calentamiento óhmico aparece con mayor importancia para la agroindustria alimentaria argentina.

Concentración por congelación

La concentración de alimentos líquidos por congelación implica una reducción de la temperatura del producto de forma controlada, para conseguir una congelación parcial del mismo, hasta obtener una mezcla de cristales de hielo en un fluido concentrado. Estos cristales de hielo puros llevan muy poco producto incorporado entre ellos. La separación de estos cristales puros de hielo, por ejemplo por centrifugación lleva a conseguir un producto líquido concentrado. La concentración por congelación es aplicable a muchos alimentos. Se ha utilizado comercialmente para la concentración de jugo de naranja, de vinagre, de cerveza y de vinos; también se ha utilizado esta tecnología para la concentración de extractos de café y té, jarabes de azúcar, productos lácteos tales como leche y suero, etc. En la concentración de



*Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

bebidas alcohólicas la concentración por congelación permite obtener resultados mejores que los conseguidos por otras técnicas.

Las principales ventajas de la utilización de la concentración por congelación, frente a la evaporación o a la ósmosis inversa, están relacionadas con las bajas temperaturas del proceso y a la ausencia de la interfase líquido-vapor. La operación a baja temperatura permite la concentración de alimentos térmicamente sensibles sin pérdida de la calidad de los mismos, además en la separación sólido-líquido de la concentración por congelación no se producen pérdidas de *flavour* y aromas volátiles, como ocurre en la evaporación. Por estas razones, los productos obtenidos por este sistema generalmente presentan una calidad superior a los obtenidos por evaporación y equivalente a los concentrados obtenidos por ósmosis inversa. Otra ventaja es que se obtiene el producto a baja temperatura con lo cual es compatible con la liofilización y procesos similares que requieren sistemas de enfriamiento.

Los procesos de concentración por congelación, sin embargo, están limitados en el grado de concentración que se puede alcanzar. Estas limitaciones se deben, generalmente, al incremento de viscosidad que se produce a las bajas temperaturas de congelación.

La cristalización por su lado tiene aplicaciones limitadas pero provee de gran selectividad en la remoción de agua y bajas temperaturas operacionales que se traduce en un producto concentrado con alto valor nutricional, conservando todos los sabores y aromas originales. La clave de esta técnica está en la eficiencia de la técnica de separación sólido-líquido. Se obtienen productos de alta calidad como resultado de:

- Bajas temperaturas de procesamiento: La concentración se lleva a cabo a la temperatura de fusión del producto, alrededor de -8°C . Todas las reacciones microbiológicas, bioquímicas y químicas están virtualmente paradas a estas temperaturas. No hay daño térmico del producto.
- No hay contacto con el aire/oxígeno, se minimiza la oxidación del jugo.
- Eficiencia en la separación del agua: Los cristales de hielo separados son 100% puros. La separación de los cristales de hielo en la columna de lavado es tan eficiente que todos los componentes originales permanecen en el producto concentrado.

La división Messo PT del Grupo GEA se encarga del desarrollo, venta y comercialización de tecnologías relacionadas con cristalización y concentración. Actualmente la división Argentina de GEA, GEA Process Engineering S.A., no comercializa ésta tecnología en el país. Sin embargo, sería posible importar este tipo de equipos por pedido.

- Nivel de importancia para PyMEs agroindustriales: Alto.

Cocción bajo vacío / procesamiento *sous vide* - Tecnologías *cook-chill*



*Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

El sistema *sous vide* consiste en someter alimentos crudos (o parcialmente cocidos) envasados al vacío en bolsas o bandejas, a un proceso de cocción-pasteurización controlado. Por lo tanto, la tecnología de cocción-pasteurización *sous vide* es un sistema de procesamiento mínimo de los alimentos, que en su formulación no contienen preservantes o bien están presentes en cantidades reducidas en comparación con las que normalmente utiliza la industria. Las ventajas asociadas a la cocción bajo vacío es la extensión de la vida útil de los productos. La calidad sensorial también se mantiene ya que previene las pérdidas por evaporación de agua y de compuestos volátiles durante la cocción. Además, se conserva la calidad nutricional de los alimentos debido a las menores pérdidas por oxidación o difusión de nutrientes, como las vitaminas.

- Nivel de importancia para PyMEs agroindustriales: Alto. El incremento del consumo de comidas preparadas refrigeradas listas para consumir, elaboradas a nivel industrial o semi-industrial posee un grado de importancia alto tanto para el desarrollo de la agroindustria alimentaria argentina en su conjunto como para las PyMEs en particular. Del mismo modo la aplicación de la tecnología de cocción bajo vacío en la comercialización minorista sería de gran importancia tanto para el desarrollo de las PyMEs como para la agroindustria en su conjunto.

4.1.2. Tecnologías de procesamiento no térmico

Altas presiones hidrostáticas (APH)

Las Altas Presiones Hidrostáticas (APH) es una tecnología emergente utilizada en la preservación de alimentos. Esta tecnología se basa en la aplicación de presiones entre 200 y 700 MPa por tiempos cortos, mediante un fluido no compresible (normalmente agua) a temperaturas moderadas (debajo de 100°C), a alimentos envasados que luego se conservan bajo refrigeración. Cuando el medio transmisor de presión es el agua se denominan altas presiones hidrostáticas, las cuales son las más utilizadas en las industrias.

La aplicación comercial más frecuente de esta tecnología es la “pasteurización fría”, que requiere presiones por encima de los 300 MPa y permite eliminar microorganismos patógenos vegetativos (como *Listeria monocytogenes* y *Salmonella*), reducir microorganismos alteradores e inactivar ciertas enzimas, con efecto mínimo sobre las características sensoriales y las propiedades nutricionales de los alimentos. A su vez, la tecnología APH permite duplicar o triplicar la vida útil de los productos (periodo desde la elaboración hasta el vencimiento) respecto de los sistemas convencionales y su rasgo más distintivo es que no altera la “frescura” del producto. El tratamiento de los alimentos se puede llevar a cabo sobre los productos ya envasados, si se cumple que los materiales de dicho envase sean lo suficientemente flexibles, impermeables al agua y posean cierre hermético. Este tratamiento se caracteriza por actuar de forma instantánea y uniforme sobre cada uno de los puntos del producto, lo cual independiza la dimensión y características geométricas del alimento a la efectividad del proceso. De esta forma es posible reproducir en todos los lotes los mismos efectos y resultados favorables.



*Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

En Estados Unidos y Europa existen en el mercado diferentes productos procesados mediante la tecnología APH, como jugos de frutas, mermeladas, jamón cocido/curado, pescados y mariscos, guacamole, salsas y aderezos, etc. Resulta importante destacar que, si bien el costo de inversión es todavía elevado, la tecnología APH consume menos energía que las tecnologías convencionales de procesamiento térmico, por lo que los productos tratados con altas presiones resultan competitivos a nivel comercial.

En general, el tratamiento con altas presiones no destruye los enlaces covalentes entre átomos de las moléculas constituyentes, ya que la energía usada durante el tratamiento es relativamente baja, y el proceso afecta las uniones de hidrógeno y las interacciones iónicas hidrofóbicas en macromoléculas. En consecuencia, el tratamiento con altas presiones es efectivo contra los microorganismos y enzimas para asegurar la seguridad de los alimentos y la estabilidad en la vida útil, respectivamente, pero estos procesos son menos agresivos que los procesos térmicos, entonces el producto retiene en gran cantidad el sabor, la textura, los nutrientes, y los atributos de calidad del producto procesado.

- Nivel de importancia para PyMEs agroindustriales: Alto. La aplicación a nivel mundial de APH para la optimización de procesos de transformación convencionales de la industria alimentaria (por ejemplo reducción de tiempo de maduración de quesos, pretratamiento del curado de carnes, etc.) sería tan importante para el desarrollo de las PyMEs como de la agroindustria alimentaria argentina en su conjunto.

Ultrasonido

Son diversas las aplicaciones de los ultrasonidos en procesos de la industria alimentaria tanto para la preservación (sellado ultrasónico, detección de fugas en latas y botellas, inhibición de enzimas y microorganismos, entre otros), la transformación de alimentos (formulación de sistemas de dispersión, procesamiento mediante ultrasonido) como así también para análisis y determinación de propiedades de interés en alimentos.

Entre sus principales ventajas se enuncia como una técnica rápida respecto a otras técnicas analíticas aplicadas en la industria de alimentos. Por otra parte, el uso de ondas de ultrasonido de alta frecuencia y baja intensidad en contacto con alimentos en diversas aplicaciones constituye una técnica no destructiva y no invasiva, y a diferencia de otros métodos físicos (por ejemplo la luz UV-C) los ultrasonidos pueden aplicarse con éxito en sistemas concentrados y opacos. Es útil para la inhibición y disminución de microorganismos termorresistentes y en aquellos alimentos cuya composición aumenta la resistencia de los microorganismos a los procesos de pasteurización.

Entre sus desventajas figura que a nivel comercial actualmente es difícil hallar equipos de ultrasonido diseñados para su utilización en industrias alimenticias. A su vez, la falta de una oferta elevada de



*Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

equipamiento hace que la aplicación de ultrasonidos en alimentos resulte más costosa que otras técnicas convencionales.

- Nivel de importancia para PyMEs agroindustriales: Alto. La adopción de tecnología de ultrasonido para la preservación y transformación de alimentos en Argentina es importante tanto para las PyMEs como para la agroindustria alimentaria argentina en su conjunto.

Radiación ultravioleta

Actualmente se prefiere el consumo de alimentos frescos, o lo más parecido a los alimentos frescos pero, al mismo tiempo, se pretende que la vida comercial de esos mismos productos sea lo más prolongada posible. Estos dos conceptos son contrarios entre sí, puesto que un alimento fresco, por definición, es el que posee una menor vida comercial. Sin embargo, para poder prolongar la vida de los alimentos se necesitan tratamientos de conservación. El uso de radiación ultravioleta se está ensayando con el doble objetivo de prolongar la conservación de los alimentos y mantener sus propiedades básicas.

- Nivel de importancia para PyMEs agroindustriales: Alto. La utilización de radiación ultravioleta a nivel mundial para la preservación de alimentos (ejemplo: pasteurización de jugos de frutas y néctares) y/o como tecnología de “sanitización” de superficies de alimentos sólidos (ejemplo: frutos enteros) se presenta como un elemento importante tanto para el desarrollo de la agroindustria alimentaria argentina como para las PyMES en particular.

Tecnología de membrana

La tecnología de membrana se basa en la utilización de membranas semi-permeables que permite una separación selectiva (contaminación microbiana e ingredientes indeseados) sin necesidad de recurrir a tratamientos térmicos con un uso relativamente bajo de energía y sin la adición de productos químicos. Hay varios métodos para permitir que las sustancias atraviesen una membrana. Ejemplos de estos métodos son la aplicación de alta presión, el mantenimiento de un gradiente de concentración en ambos lados de la membrana y la introducción de un potencial eléctrico. La filtración de membrana se puede utilizar como una alternativa a la floculación, las técnicas de purificación de sedimentos, la adsorción (filtros de arena y filtros de carbón activado, intercambiadores iónicos), extracción y destilación.

- Nivel de importancia para PyMEs agroindustriales: Alto. La aplicación de la filtración por membrana, que ofrece ventajas tanto al consumidor como al productor, constituye un modo eficaz de lograr una calidad similar a la de los alimentos frescos, con una menor contaminación microbiana. Por otra parte, elimina los ingredientes no deseados, como microorganismos o sedimentos, que tienen un efecto negativo en la calidad del producto, mejorando la textura del producto final e incrementando su duración.

Envases activos e inteligentes



El envase se denomina activo cuando desempeña un rol en la preservación del alimento además de proveer una barrera inerte a las condiciones externas. El envasado activo tiene como finalidad incrementar el tiempo de conservación de los alimentos y preservar o potenciar sus propiedades organolépticas. Para ello se liberan sustancias de interés (antimicrobianos, antioxidantes, aromas) y/o se retiran compuestos indeseables (oxígeno, etileno, olores) del producto envasado o de su entorno. Los avances en el campo de envases y sistemas de envasado, representan una importante contribución a la mejora de la conservación de alimentos, y a la comercialización de alimentos más seguros, saludables y apetecibles.

Los envases activos se han utilizado en muchos alimentos y están siendo testeados en muchos otros. En la Tabla a continuación se enlista algunas de las aplicaciones de los envases activos en alimentos.

Sistemas de envases activos.		
Sistema	Mecanismo	Aplicación en alimentos
Secuestradores de oxígeno	<ol style="list-style-type: none">1. Hierro2. Metal/ácido3. Catalizador metálico (ej. platino)4. Ascórbico/sales metálicas5. Enzimas	Pan, tortas, arroz cocido, galletitas, pizza, pasta, queso, carnes curadas, café, snacks, fruta seca, bebidas.
Secuestradores/ Emisores de dióxido de carbono	<ol style="list-style-type: none">1. Óxido de hierro/ hidróxido de calcio2. Carbonato ferroso/ haluro de metal3. Oxido de calcio/ carbón activado4. Ascorbato/ bicarbonato de sodio	Café, carnes frescas, pescado fresco, nueces, snacks, tortas.
Emisores de etanol	<ol style="list-style-type: none">1. Alcohol en spray2. Etanol encapsulado	Masa de pizza, tortas, pan, galletitas, pescado y productos de panadería.
Emisores de agentes preservativos	<ol style="list-style-type: none">1. Ácidos orgánicos2. Partículas de plata3. Extractos de hierbas y especias4. Antioxidantes BHA/ BHT5. Vitamina E6. Oxido de cloro volátil	Cereales, carnes, pescado, pan, queso, snacks, frutas y verduras.



*Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

Los temas más relevantes de investigación en Envases Activos son los relacionados con tecnologías de sustratos de papel, tecnologías de atmosfera modificada pasiva, compuestos activos, aceites esenciales incorporados, hidrólisis de lípidos y sistemas de *packaging*. En Envases Inteligentes, se identifican las siguientes tecnologías como las más relevantes: chips de silicio, sensores de almacenamiento y piezoresistivos, las tecnologías de atmosfera modificada y de seguimiento RFID (*Radio Frequency Identification*).

El campo tecnológico de los envases activos e inteligentes es reciente y se observa una actividad creciente, tanto en el registro de nuevos desarrollos como en la publicación de investigaciones relacionadas. En consecuencia resulta un área relevante de ser estimulada desde la política pública, aprovechando los equipos humanos que ya tienen experiencia y promoviendo la incorporación de las tecnologías recientes. Es una tecnología que aún no está madura, y en la que se pueden realizar aportes medulares por parte de grupos de I+D argentinos.

- Nivel de importancia para PyMEs agroindustriales: Alto. La utilización de envases activos e inteligentes en la industria alimentaria mundial es importante para el desarrollo de la agroindustria alimentaria argentina en general y también para las PyMES en particular. Si bien aún no existe disponibilidad comercial de envases activos en el mercado nacional, se cuenta con varias líneas de investigación, experimentación y desarrollo. En todos los casos los proyectos relacionados con producción de envases activos están en la etapa de investigación, es decir, lejos todavía de una escala de producción industrial.

Películas y recubrimientos comestibles

Un recubrimiento comestible (RC) se puede definir como una matriz continua, delgada, que se estructura alrededor del alimento generalmente mediante la inmersión del mismo en una solución formadora del recubrimiento. Por otra parte, una película comestible (PC) es una matriz preformada, delgada, que posteriormente será utilizada en forma de recubrimiento del alimento o estará ubicada entre los componentes del mismo. Dichas soluciones formadoras de PC o RC pueden estar conformadas por un polisacárido, un compuesto de naturaleza proteica, lipídica o por una mezcla de los mismos. Al igual que los RC, las PC poseen propiedades mecánicas, generan efecto barrera frente al transporte de gases, y pueden adquirir diversas propiedades funcionales dependiendo de las características de las sustancias encapsuladas y formadoras de dichas matrices.

El uso de una PC o RC en aplicaciones alimentarias y en especial en productos altamente perecederos, como los pertenecientes a la cadena hortofrutícola, se basa en ciertas características tales como costo, disponibilidad, atributos funcionales, propiedades mecánicas (tensión y flexibilidad), propiedades ópticas (brillo y opacidad), su efecto barrera frente al flujo de gases, resistencia estructural al agua, a microorganismos y su aceptabilidad sensorial. Estas características son influenciadas por parámetros como el tipo de material implementado como matriz estructural (conformación, masa molecular, distribución de



*Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

cargas), las condiciones bajo las cuales se preforman las películas (tipo de solvente, pH, concentración de componentes, temperatura, entre otras), y el tipo y concentración de los aditivos (plastificantes, agentes entrecruzantes, antimicrobianos, antioxidantes, emulsificantes, etc.).

- Nivel de importancia para PyMEs agroindustriales: Alto. Los consumidores día a día exigen que los alimentos frescos y mínimamente procesados estén exentos de sustancias de síntesis química, y buscan aquellos enriquecidos con sustancias de origen natural que traigan beneficios para su salud y que mantengan las características nutritivas y sensoriales de los productos adquiridos. Por lo tanto, se ha prestado una mayor atención en la búsqueda de nuevas sustancias de origen natural que permitan actuar como posibles fuentes alternativas de antioxidantes y antimicrobianos.

Fluidos supercríticos (FSC)

Al someter un fluido a altas presiones y temperaturas se obtiene un estado diferente: el supercrítico. Los fluidos supercríticos (FSC) poseen propiedades híbridas entre un líquido y un gas: capacidad para disolver solutos, miscibilidad con gases permanentes, alta difusividad y baja viscosidad, lo cual los convierte en sustancias muy adecuadas para muchos procesos. Entre las aplicaciones industriales actuales se pueden mencionar la determinación de compuestos mediante cromatografía de FSC, mejora de parámetros de calidad y conservación de productos (desinfección, desinsectación, inactivación enzimática, otros), diseño de partículas (recristalización, micronización de principios activos, encapsulación, otros), impregnación de materiales (eliminación de aceites minerales de piezas industriales y materiales electrónicos, eliminación de sustancias tóxicas en implantes biomédicos), tratamiento de materiales (aplicación de conservantes en maderas, teñido de tejidos, impregnación de polímeros para liberación controlada de sustancias activas), producción de biodiesel y extracción, siendo esta última una de las más utilizadas en la industria de alimentos.

Otra aplicación interesante y prometedora es la precipitación por efecto anti-solvente; si se tiene una sustancia disuelta en el FSC al reducir rápidamente la presión, la solubilidad cae drásticamente y la sustancia precipita en forma de pequeñas partículas de tamaño uniforme y controlado. En las últimas dos décadas hubo un importante desarrollo de la utilización de FSC como medio de reacción o participando directamente en ella, reemplazando solventes convencionales en síntesis de compuestos orgánicos y organometálicos.

Actualmente, debido al incremento en el consumo de alimentos funcionales se han desarrollado muchas investigaciones para obtener las sustancias que los componen de una forma segura, rápida y de bajo costo. En general, la extracción de dichos compuestos se realiza a través de solventes orgánicos, que resultan poco efectivos por ser tóxicos, inflamables, poco selectivos y muy laboriosos. Por esto se encontró en los FSC una muy buena alternativa ya que adicionalmente a su seguridad pueden obtenerse mejores



*Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

resultados porque tienen la capacidad de disolver o extraer un número mayor de estos componentes con una mejor calidad y mediante un proceso más eficaz.

- Nivel de importancia para PyMEs agroindustriales: Alto. El desarrollo de tecnologías de fluidos supercríticos para la extracción de componentes específicos de alto valor agregado (antioxidantes, colorantes, etc.) es un tema importante tanto para la agroindustria alimentaria argentina como para las PyMEs.

4.2. Tecnologías no críticas

Además de las tecnologías críticas de procesamiento con alto nivel de incertidumbre, existen otras que se encuentran prácticamente consolidadas y que, en algunos casos, se utilizan frecuentemente en la industria alimentaria a nivel mundial y nacional.

4.2.1. Tecnologías de Procesamiento Térmico

Calentamiento mediante radiaciones electromagnéticas: microondas, radio-frecuencias e infrarrojo

El calentamiento por radiofrecuencia se presenta como una alternativa para los alimentos “particulados” debido a la mayor velocidad y uniformidad del calentamiento y a la capacidad de penetración en el alimento. Las principales aplicaciones del calentamiento por microondas en el procesamiento de alimentos son recalentamiento, horneado (panificados), cocción, escaldado, atemperado (productos cárnicos), pasteurización (leche fluida), esterilización (productos preparados), secado (pastas, *snacks*, tortas de arroz inflado, trozos de cebolla) y liofilización. El calentamiento por infrarrojo (IR), por su parte, se utiliza mayoritariamente para modificar la calidad sensorial de los alimentos (cambio de color, sabor y aroma), aunque recientemente se han evaluado, a escala piloto, diferentes tratamientos (combinados o secuenciales) orientados a la preservación de diversos productos: combinación de escaldado y secado de productos frutihortícolas, aplicación secuencial de IR y liofilización de frutillas, pasteurización de almendras con IR, etc.

Las aplicaciones industriales orientadas a la preservación de alimentos son escasas. En Europa y Japón se comercializan algunos productos procesados por microondas. A su vez, en EE.UU. la Food and Drug Administration (FDA) aprobó la esterilización por microondas en un sistema continuo (puré de batata envasado en forma aséptica) y en un sistema semicontinuo (para alimentos preenvasados). Los principales problemas asociados a la aplicación industrial del calentamiento por microondas son las dificultades vinculadas al control del proceso y al alto costo energético.

4.2.2. Tecnologías de Procesamiento no Térmico

Campos eléctricos pulsados



*Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

La tecnología basada en campos eléctricos pulsados de alta intensidad (CEPAI o PEF sigla en inglés) es un método no térmico de preservación de naturaleza no térmica basada en la aplicación de campos eléctricos para inactivar microorganismos patógenos y controlar microorganismos alteradores de alimentos líquidos o semilíquidos. En estudios de laboratorio y planta piloto la aplicación de la tecnología PEF ha resultado exitosa en la extensión de vida útil de jugos de frutas, huevo líquido y leche, como un sustituto o complemento de la pasteurización térmica. Si bien actualmente están disponibles equipos PEF a escala industrial (existen al menos tres compañías que producen equipos tanto a escala piloto como comercial), han sido escasas las aplicaciones comerciales de esta tecnología en el campo de la preservación de alimentos.

Plasma frío

El plasma es el cuarto estado físico de la materia y se genera por la aplicación de energía térmica o de campos eléctricos y magnéticos usando fuentes de radio frecuencia o microondas a algunos gases específicos. En los últimos años, ha comenzado a desarrollarse la aplicación del plasma frío en la industria farmacéutica y alimenticia, orientada fundamentalmente a la descontaminación y modificación de funcionalidad de superficies de materiales biomédicos y dispositivos. Las aplicaciones principales incluyen el reemplazo de fumigación o irradiación en productos como hierbas y especias. Otras aplicaciones posibles serían la desinfección superficial de polvos, huevos en cáscara, carnes, pescados, vegetales frescos en reemplazo de tratamientos químicos existentes u otros tratamientos para higienizar superficies.

Existen diferentes empresas e instituciones que trabajan en el desarrollo y la aplicación de diferentes prototipos de plasma frío para aplicaciones en alimentos (escala laboratorio o piloto), por ejemplo CSIRO en Australia o *Leibniz Institute for Plasma Science and Technology* en Alemania; sin embargo aún no se dispone de equipos de escala industrial, con la excepción de la tecnología *e-beam* de baja energía.

4.3. Tecnologías transversales

4.3.1. Calidad integral

La calidad integral comprende las acciones destinadas a la preservación y/o mejora de los aspectos relacionados con la inocuidad, la nutrición, las características físico-químicas, sensoriales, funcionales y comerciales, la estabilidad, los procesos de gestión de la calidad, incluyendo la trazabilidad, el cuidado del medio ambiente, y la dimensión simbólica asociada a los alimentos con identidad territorial, necesarios para la innovación de productos, procesos y/o servicios agroalimentarios.

El concepto de calidad integral tiene una amplia y consensuada adhesión, especialmente dentro de la industria alimentaria. En el ámbito de los organismos de I+D este enfoque requiere del trabajo multidisciplinario pero, además, existirían ciertas limitaciones en cuanto a conocimientos y equipamiento para aplicarlo en forma integrada. En esa búsqueda se están desarrollando varias líneas de trabajo



*Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

relacionadas con la recuperación de efluentes para su revalorización y el cuidado del medio ambiente, aplicación de antimicrobianos de origen biológico para la obtención de productos más naturales, aplicación de tecnologías emergentes para extender la vida útil conservando o mejorando las propiedades sensoriales y nutricionales de los alimentos, la valorización de alimentos por su identidad asociada al territorio como mecanismo de diferenciación de las economías regionales, estudio de propiedades nutricionales y sensoriales vinculadas a sabores locales o regionales, desarrollo de herramientas analíticas para contribuir a la trazabilidad, etc.

A partir de la globalización (que impactó en los flujos del comercio de alimentos) se incrementaron las exigencias de los consumidores y los gobiernos en cuanto a la calidad integral de los alimentos. La importancia de este concepto se pone de manifiesto tanto dentro de la industria como en sector científico-tecnológico.

4.3.2. Producción más Limpia

El concepto de producción más limpia se refiere como bien lo define la Organización de las Naciones Unidas a “la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a procesos, productos y servicios para incrementar la eficiencia total y reducir los riesgos para el ser humano y el medio ambiente”. La producción limpia considera las oportunidades de prevención de la contaminación en relación con el uso eficiente de la energía; la reducción de los residuos en el origen; la reutilización y reciclado de envases y residuos; el tratamiento de efluentes y control de la contaminación (con generación de biogás, biodiesel y bioetanol); y la disposición final.

Las principales estrategias para la aplicación de tecnologías más limpias en la industria alimentaria se vinculan con:

- Cambios en los insumos utilizados con sustitución o reemplazo parcial de compuestos químicos por ingredientes de origen natural. Los materiales de envasado (películas, bolsas, tapas) constituyen uno de los grupos de insumos que más compromete el medio ambiente.
- Cambios de los procesos tecnológicos que permitan la reducción del consumo de energía y agua, la disminución de residuos, efluentes y emisiones. Las nuevas tecnologías empleadas son: membranas, extracción con fluidos supercríticos, campos eléctricos pulsados, procesos fotoquímicos, biotecnología (por ejemplo uso de enzimas en el tratamiento de residuos) y biorremediación.
- Reciclaje, recuperación y reutilización de residuos. El procesamiento de alimentos genera residuos intermedios que pueden tratarse o recuperarse con bajos niveles de inversión para luego reutilizarse. En algunos casos puede incluso derivarse una línea de subproductos que minimice los volcados o la generación de residuos sólidos, aumentando así los niveles de productividad de la empresa. En este sentido, es vital definir los tres aspectos que dirigen esta estrategia:



*Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

- Reciclaje: convertir un residuo en insumo o en un nuevo producto (procesamiento del suero en la industria láctea).
- Reúso: utilizar un residuo, en un proceso, en el estado en el que se encuentre (residuos de bodegas y almazaras para mejoramiento de suelos).
- Recuperación: aprovechar o extraer componentes útiles de un residuo (aceites obtenidos de la cáscara de cítricos).

En la Argentina se observa que el concepto de “tecnologías más limpias” tiene un mayor impacto en las grandes empresas, donde tanto las presiones políticas como la posibilidad de obtener ventajas impositivas, han impulsado que se gestione el aspecto medio ambiental de una manera más responsable, logrando una mayor conciencia a nivel gerencial, capacitando al personal e incorporando nuevas tecnologías para mejorarlo. Muchas de estas tecnologías cuentan actualmente con programas de producción más limpia implementados o próximos a implementarse. En general los esfuerzos están dirigidos al concepto de responsabilidad social compartida, uso eficiente de la energía, reciclado de envases y tratamiento de efluentes.

En las PyMEs el interés por las tecnologías más limpias está gobernado por las regulaciones vigentes y la exigencia de parte de las autoridades nacionales. Actualmente están comenzando a trabajar en el control de efluentes y ocasionalmente en la incorporación de alguna tecnología que contribuya a la reducción de desechos, particularmente los sólidos. Las empresas más pequeñas utilizan tecnología más limpia sobre todo cuando están apoyadas económicamente por programas públicos.

Algunas tecnologías de procesamiento críticas (tecnologías de membranas, fluidos supercríticos, radiaciones UV y uso de enzimas) permiten la reducción del consumo de energía o el tratamiento de efluentes, como también, la disminución de residuos y emisiones.

4.4. Tecnologías emergentes

4.4.1. Biotecnología

Las primeras generaciones de alimentos modificados genéticamente dirigidas a los consumidores y productores están ya en producción en varios países. Esta nueva generación incluye: los alimentos con nuevas propiedades (una de las más destacadas tendencias a futuro), la unión de la nutrición y la farmacéutica en la nutraceutica, la producción de sustancias de alto valor industrial, la aparición de nuevas fibras naturales y la utilización de la biomasa para producción de energía, entre otras aplicaciones.

Existen otras técnicas biotecnológicas como, por ejemplo, la tecnología de microarrays, los métodos de caracterización molecular, la pirosecuenciación y las bases bioinformáticas que son muy importantes tanto en seguridad alimentaria (inocuidad) como en calidad alimentaria ya que permiten, entre otras cosas, la detección rápida y sencilla de contaminantes de origen microbiológico, la identificación del microorganismo



*Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

generador de la contaminación a nivel de especie, la localización del origen de la contaminación en la cadena de producción (control de puntos críticos), y la detección rápida y sencilla de especies microbianas de interés para las características del alimento.

Otro enfoque interesante para la utilización de la biotecnología, es el de la reducción de emisiones de carbono (CO₂). Esta demanda requiere la descarbonización de la agricultura, que se lleva a cabo a través de la utilización de materias primas diseñadas para reducir las emisiones de CO₂ de la ganadería, la conversión de CO₂ en combustible metano (uso de enzimas de diseño), el uso de residuos orgánicos para la síntesis de biogás mediante digestión anaeróbica, el uso de algas para absorber el CO₂, el desarrollo de alimentos de larga duración para permitir el transporte bajo en carbono, y el reciclaje de los residuos para producir fertilizantes no derivados del petróleo.

Por otro lado, las técnicas biotecnológicas son poderosas herramientas que podrán ser utilizadas para caracterizar y restringir la formación de biofilms bacterianos en la producción e industrialización de alimentos.

En Argentina, se observa, que la aplicación de herramientas biotecnológicas en el procesamiento de alimentos no ha sido hasta el momento muy aprovechada, y esencialmente se han incorporado en las grandes empresas, al menos en forma más diversificada. En el caso de las PyMEs las aplicaciones están dirigidas a los procesos fermentativos y/u otros que requieren enzimas. En cambio, en las grandes empresas su utilización ha sido más profusa y se relaciona con el desarrollo de vacunas y obtención de transgénicos (OGMs), aislamiento y extracción de enzimas de utilidad alimentaria, selección/producción de flora microbiana con función específica en los procesos (probiótica, coagulante, prebiótica, iniciadora, inhibidora, etc.), desarrollo de películas destinadas a envases, técnicas de detección de contaminantes tanto químicos como microbiológicos, desarrollo y control de reactores biológicos. Sin embargo, comparada con el potencial que la biotecnología ha promovido en las empresas a nivel internacional, en la Argentina solo está en sus comienzos.

4.4.2. Nanotecnología

La nanotecnología es utilizada en la actualidad para crear materiales y sistemas novedosos, de bajo costo, aportando soluciones eficientes para numerosos problemas ambientales. Es utilizada en la producción agrícola para el tratamiento y remediación de aguas, la remediación de la contaminación atmosférica y la detección y el control de plagas. En contraste la aplicación de la nanotecnología en la industria alimentaria es bastante más limitada. Sin embargo, ciertos descubrimientos nanotecnológicos han comenzado a impactar en la industria de los alimentos y otras industrias asociadas, que afectan aspectos importantes que van desde la inocuidad alimentaria hasta la síntesis de nuevos alimentos e ingredientes.

La utilización actual de la nanotecnología en el procesamiento de alimentos se ha centrado principalmente en desarrollar nuevos envases, alterar algunas propiedades y darle funcionalidad a los alimentos. De esta



*Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

manera, las aplicaciones de las nanociencias y la nanotecnología en la cadena agroalimentaria van desde tecnologías ya en uso, por ejemplo, las membranas, antibacterianas, filtros y envases), a las de probable aplicación (sensores para agentes patógenos y contaminantes, monitores ambientales, acoplados a dispositivos de alarma y dispositivos de teledetección y seguimiento) y, finalmente, a las menos probables (creación de cantidades ilimitadas de alimentos por síntesis). Algunos analistas de mercado han indicado como las áreas más prometedoras a los envases inteligentes, conservantes, y alimentos interactivos. Además, existe una coincidencia general sobre que el desarrollo de alimentos nuevos o modificados molecularmente en sus estructuras, es un campo muy prometedor.

Aun cuando podrían percibirse un número importante de potenciales aplicaciones de la nanotecnología en la industria alimentaria, muchas serían actualmente de difícil adopción, particularmente en los países en desarrollo, debido a su costo y la poca practicidad que presentan en algunos casos. Además, recientemente la Comisión Europea ha estudiado junto a los científicos, la posibilidad de regular todas aquellas aplicaciones nanotecnológicas relacionadas con la alimentación.

La situación de la nanotecnología en Argentina es totalmente opuesta a la descrita en general para la biotecnología. Si bien hay grupos científicos y proyectos asociados a la nanotecnología, estos no son numerosos y no muchos se enfocan en la aplicación de la nanotecnología a los alimentos. A manera de ejemplo, algunos de los estudios en relación a este tema son: películas preparadas en base a materiales nanolaminados o a los que se han incorporado nanocompuestos; micronanoencapsulado de aditivos o compuestos bioactivos; nanosensores para diagnóstico, cuantificación o control del deterioro; y modificaciones físico-química de matrices alimentarias con aplicaciones de nanocompuestos.

Algunos de estos desarrollos han sido implementados por un número acotado de grandes empresas, fundamentalmente debido a que muchas no tienen un conocimiento acabado de esta tecnología así como de sus potenciales aplicaciones. Este es probablemente el motivo principal que explica el retraso en su desarrollo. Sin duda, la nanotecnología es una ciencia que tendrá un impacto importante en el procesamiento de alimentos en la Argentina en un futuro mediano.

4.4.3. Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs)

La incorporación de TICs está siendo potenciada por el grado de informatización de la sociedad y de todo el ecosistema empresarial. Los procesos administrativos y las transacciones entre socios y proveedores obliga a las PyMEs a adoptar sistemas para poder integrarse (intranets y extranets). Lo mismo sucede con los trámites fiscales y comerciales con dependencias del Estado cada vez más informatizadas y entrecruzadas que fuerzan el ordenamiento de los procesos internos y el cumplimiento de obligaciones, así como la adopción de estándares. También las exigencias comerciales internas e internacionales, imponen a las empresas con voluntad exportadora o con el propósito de conquistar ciertos canales comerciales, a



*Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

desarrollar sistemas de trazabilidad o en forma más general sistemas de calidad, basados todos en sistemas de información.

Del lado de la automatización y control (robotización) las cuestiones de complejidad, de costos y de escala, dejan a muchas empresas fuera de este juego que parece ser una tendencia pesada en los países desarrollados y en las grandes empresas. La Argentina tiene un grado relativamente bajo de robotización industrial, con fuertes diferencias entre los sectores productivos y con el liderazgo de la industria automotriz. No obstante la maquinaria moderna que se utiliza en las diferentes etapas de las cadenas alimentarias está embebida de informática, electrónica, control y automatización. En este sentido, hay también abundante I+D en todo el país que bien puede aprovecharse para la implementación, adaptación y mejora de maquinarias importadas, o bien para desarrollos nacionales con alto valor agregado.

Hay conocimiento e investigación local en temas tan diversos como visión artificial, brazos robóticos, luminotecnia y procesamiento de imágenes, redes de sensores, etc. La distribución de facultades de tecnología informática, electrónica y afines en el país es importante y existen polos tecnológicos en varias regiones, así también como institutos de investigación especializados. Las comunidades TICs están en pleno desarrollo con buena actividad científica y tecnológica y profusas vinculaciones internacionales.

5. BIBLIOGRAFIA

- Barzi, Guillermo. “ALIMENTOS Y BEBIDAS: SECTOR ESTRATEGICO DE LA ECONOMIA NACIONAL”, 1ª Jornada de Alimentos y Bebidas, mayo 2012, COPAL.
- Beverage Industry. “Innova reports top food and beverage trends of 2014”.
- Camerano, Viviana. “Observatorio Virtual Agroalimentario – Dirección de Agroalimentos”, Alimentos Argentinos Nº 10, enero 2014.
- Carballo, Camilo. “ALIMENTOS Y BEBIDAS: SECTOR ESTRATEGICO DE LA ECONOMIA NACIONAL”, 1ª Jornada de Alimentos y Bebidas, mayo 2012, COPAL.
- Carp, Dina. “Cocción bajo vacío de carne adicionada con sales”, Alimentos Argentinos Nº 42, septiembre 2008.
- Nimo, Mercedes. “COMPETITIVIDAD DE LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS: LA IMPORTANCIA DE LA INNOVACION: Alimentar a Argentina y al Mundo a través de la Innovación”, 1ª Jornada de Alimentos y Bebidas, mayo 2012, COPAL.
- Bocchetto, Roberto, Ghezan, Graciela, Javier Vitale, Porta, Fernando, Grabois, Marcelo y Ciro Tapia. Trayectoria y prospectiva de la agroindustria alimentaria argentina: agenda estratégica de innovación. 1a ed., Buenos Aires, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, 2014, 180 pp.



*Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

PAGINAS CONSULTADAS:

- www.alimentosargentinos.gob.ar
- www.copal.org.ar
- www.minagri.gob.ar
- www.mincyt.gob.ar