

sector empresarial (incluyendo la disponibilidad y desarrollo de capacitación apropiada) y promuevan el apoyo adecuado (p. ej., apoyo financiero a pequeñas y medianas empresas, capital de riesgo e información sobre mercados de futuros) y favorezcan los vínculos (p. ej., promoción internacional, marcas nacionales).

Los países en desarrollo interesados en establecer o fortalecer los negocios de exportación de alimentos tendrán que encarar cambios institucionales para supervisar las actividades a lo largo de la cadena de producción de alimentos y no solo en la producción agrícola. Las políticas públicas también deben asegurar un sistema de ciencia básica y tecnología que apoye la agroindustria local y promueva la entrada de nuevos pequeños y medianos empresarios en esos negocios. Debe ser estimulada la formación de conglomerados tecnológicos interconectados donde se reúnan abastecedores, procesadores de alimentos, agencias gubernativas, proveedores de investigación y asociaciones comerciales para facilitar el proceso de innovación.

Todo lo dicho anteriormente debe ser apoyado por marcos normativos y estrategias de cumplimiento legal que protejan los intereses de los consumidores locales y externos y aseguren los más altos estándares de inocuidad alimentaria e higiene.

En lo que se relaciona con la movilidad de los alimentos, las tecnologías y los sistemas con capacidad para apoyar a grandes cadenas de distribución son cada vez más importantes. Un acceso fácil a los alimentos producidos en todo el mundo tendrá consecuencias sobre los modelos de las dietas de todos los individuos. Junto con el movimiento de mercancías y personas, existe una clara posibilidad de crear pandemias por medio del movimiento paralelo de enfermedades infecciosas. Esto hace que sea imprescindible la promulgación e implementación de estándares de alta calidad armonizados internacionalmente.

Hemos visto que existen un gran número de tecnologías alternativas, físicas, químicas y biológicas, que están disponibles para los empresarios en su producción y procesamiento de alimentos. Tal vez la herramienta más importante para ellos proviene del rápido avance de las tecnologías de información y comunicaciones (TLC). Mientras que la tecnología de procesamiento ha habilitado a los empresarios para obtener productos de mayor calidad, conveniencia y potencial de mercado, las TLC han proporcionado acceso directo y conexiones para promoverlos y venderlos.

Por primera vez, los empresarios en los países en desarrollo tienen un gran potencial de acceso a los mercados internacionales con un grado de independencia sin precedentes. Sin embargo, el potencial para capitalizar estos elementos dependerá de las políticas económicas en el país. Tales políticas deben ofrecer un fuerte apoyo a la base empresarial del país. Cuando esas políticas son implementadas de manera correcta tendrán como beneficio la generación empleos y contribuirán al desarrollo económico general, lo cual beneficia a todos.

La política de desarrollo agroindustrial no debería agregar riesgos para los empresarios sino estimular la aplicación de métodos sólidos y probados para el procesamiento del producto final. Es importante considerar la sostenibilidad en su conjunto, adaptar cuidadosamente su significado dentro de la jerarquía de aspectos imprescindibles para obtener un desarrollo industrial exitoso y racional. La globalización de la economía ha ofrecido a los empresarios vastos y mayores mercados. A la luz de estos nuevos hechos las políticas deben apoyar la competitividad empresarial en mercados rápidamente cambiantes.

Es fundamental que los gobiernos envíen sus funcionarios más calificados como negociadores a los foros internacionales tales como la Comisión del Codex Alimentarius. Si bien esas reuniones generalmente consideran temas técnicos tales como estándares y análisis, se debe considerar la representación por negociadores capacitados y legalmente bien informados que entiendan la importancia a largo plazo de los estándares en el comercio. El tema de estas reuniones puede ser técnico pero las consecuencias son claramente económicas.

Lecturas recomendadas

Anónimo. 2007. *The End of Cheap Food. The Economist*, December 8th, pp 11-12.

Moynagh, M. y Worseley, R. 2008. *Going Global, Key Questions for the 21st Century*. A&C Black Publishers Ltd, Londres, pp71-88.

Foster, C., Green, K., Bleda, M. Dewick, P., Evans, B., Flynn A. y Mylan, J. 2006. *Environmental Impacts of Food Production and Consumption: A Report to the Department for Environment Food and Rural Affairs*. Londres http://www.defra.gov.uk/science/project_data/DocumentLibrary/EV02007/EV02007_4601_FRP.pdf

Bruin, S. y Jongen, Th.R.G. 2003. Food process engineering: The last 25 years and challenges ahead. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 2, 42-81.

Committee on Agriculture Twentieth Session. *Challenges of Agribusiness and Agro-industries Development*. (FAO, Rome, 25-28 April 2007).

Cuevas, R. *Food engineering, quality and competitiveness in small food industry systems* (FAO, 2004)

Kader, A. y Rolle, R. *The role of post-harvest management in assuring the quality and safety of horticultural crops* (FAO, 2004)

Barbosa-Cánovas, G., Altunakar, B. y Mejía-Lorío, D. *Freezing of fruits and vegetables. An agribusiness alternative for rural and semi-rural areas* (FAO, 2005)

Sitios Web

Division de Agroindustrias e Infraestructura Rural de FAO: <http://www.fao.org/ag/ags/subjects/en/industFoodAg/index.html>

Módulo del Servicio de Agroindustria de ONUDI: <http://www.unido.org/doc/18256>

Créditos

Autores: Prof. Colin Dennis, Campden & Chorleywood Food Research Association Group, Gloucestershire, Reino Unido; Prof. José Miguel Aguilera, Departamento de Ingeniería Química, Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile; Prof. Morton Satin, Salt Institute, Alexandria, VA, Estados Unidos de América.

Grupo de apoyo de ONUDI: Karl Schebesta.

Grupo de apoyo de FAO: Rosa Rolle, Roberto Cuevas, Divine Njie y Danilo Mejía



Tecnologías que moldean el futuro

Para responder al esperado y substancial incremento de la demanda por alimentos, se deberá contar con mayor difusión y una aplicación más eficiente de las tecnologías que actualmente se emplean en las industrias agrícolas y alimentarias y se tendrán que desarrollar tecnologías nuevas e innovadoras. Los estímulos para el desarrollo tecnológico incluirán factores no solo liderados por la demanda sino también aspectos sociopolíticos, problemas ambientales y de inocuidad y los adelantos en la investigación científica y desarrollo. Las tecnologías abarcarán desde aquellas que aumentan la cantidad total de alimentos por medio de la reducción de las pérdidas y la contaminación hasta aquellas que hacen que los alimentos parezcan y tengan sabor natural y fresco, reduzcan los componentes como grasas, azúcar y sal y minimicen el uso de aditivos. El favorecimiento de tecnologías como la biotecnología y la nanotecnología tendrá un papel fundamental mientras que las tecnologías de información continuarán siendo esenciales. Una función fundamental será también reservada a las técnicas de preservación basadas en la esterilización y la pasteurización, a las tecnologías no térmicas, a las técnicas de manejo de agua incluyendo el secado y congelado con microondas, junto con tecnologías de procesos mínimos así como otras basadas en la extracción y aislamiento de componentes específicos de los alimentos. Las implicaciones de estos desarrollos para las agroindustrias tendrán efecto durante mucho tiempo. La necesidad de preservar los recursos naturales y de optimizar el uso de los insumos pondrá cada vez más atención en las tecnologías que pueden ayudar a preservar el ambiente y a ofrecer sostenibilidad social y económica. También serán necesarias políticas para proteger los intereses de los consumidores y proporcionar un fuerte apoyo a la base empresarial de un país.

ANTECEDENTES

Vivimos en un momento de grandes cambios sociales, económicos y tecnológicos. Mientras cerca de mil millones de personas sufren hambre o malnutrición y otros dos mil millones están al límite de una nutrición aceptable, el potencial para mejorar sensiblemente la situación económica de los países en desarrollo nunca ha sido más significativo. En el año 2050 la demanda por alimentos se habrá duplicado, forzada por el incremento estimado en el número de los consumidores de bajos ingresos que saldrán de la pobreza. Los datos históricos sobre la producción agrícola nos han alejado de la visión maltusiana de los límites del crecimiento pero, dada la naturaleza finita de nuestro planeta, también nos advierte sobre la necesidad de perseguir tecnologías y sistemas que sean sostenibles.

Para enfrentar este nuevo mundo se han desarrollado un extraordinario conjunto de nuevas tecnologías que tienen el potencial de producir alimentos donde nunca se produjeron antes y en mayores cantidades de lo que se había imaginado. Del mismo modo, en varios países la producción de carne y pescado se ha incrementado sensiblemente gracias a los nuevos sistemas de manejo. Los fenómenos globales tales como el calentamiento global deben ser monitoreados con extrema precisión ya que pueden ser benéficos para algunos países pero desastrosos para otros. El intercambio de información a nivel internacional se ha desarrollado de tal manera que podemos decir que realmente vivimos en una aldea global. Estamos en la cumbre de una revolución en el movimiento global de bienes y servicios que habría sido imposible imaginar hace una década.

DESAFÍOS

La capacidad de las industrias agrícolas y agroalimentarias para responder a un incremento substancial de la demanda de alimentos en los próximos años será altamente dependiente del incremento y la aplicación costo-efectiva de las tecnologías

existentes así como de la explotación de tecnologías nuevas e innovadoras. El incremento en la demanda de alimentos surgirá tanto de las predicciones hechas sobre el aumento de población pero, tal vez aún más importante, de un desarrollo económico amplio de los países de bajos ingresos y el aumento de la clase media, todo lo cual estará asociado a consecuentes cambios en la dieta. En el año 2050, la demanda de alimentos podría ser el doble de la demanda actual. La necesidad del desarrollo tecnológico y su explotación está remarcada por el hecho que las tierras arables y los recursos de agua dulce del mundo no están distribuidos en la misma proporción que la población y además, en cualquier caso, tanto la tierra como el agua serán limitantes para la futura producción de alimentos.

IMPULSO DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO

Los estímulos para el desarrollo tecnológico son numerosos y variados. Incluyen aspectos sociales, económicos, políticos y ambientales. Estos aspectos junto con el dinamismo que proporciona los adelantos en la investigación y desarrollo científicos, contribuyen al desarrollo de un amplio rango de tecnologías. La naturaleza y la intensidad de esos estímulos varía, dependiendo del país y de la región. En algunos países, el objetivo de alcanzar la seguridad alimentaria es aún un estímulo importante.

Necesidades y demandas de los consumidores

Las actitudes y las creencias de los consumidores son influenciadas esencialmente por el grado de disponibilidad y accesibilidad de los alimentos y su poder adquisitivo. Esto difiere considerablemente entre las economías desarrolladas y los países de bajos ingresos. La mayor disponibilidad de productos de valor agregado y convenientemente accesible conduce a un mayor interés de los consumidores para conocer aspectos de inocuidad alimentaria, calidad, valor nutricional, beneficios para la salud, origen de los productos/ingredientes y de las tecnologías involucradas en su producción.

El gusto, la textura y la friabilidad están entre las sensaciones más evidentes para los consumidores. El mejoramiento de estas características requiere tecnologías diseñadas para asegurar estructuras específicas de los alimentos en todas las etapas de su producción y a través del ciclo de vida del producto final. Los avances en los procesos de emulsificación y gelación utilizan complejas interacciones de proteínas, lípidos, carbohidratos y agua para desarrollar el flujo, la viscosidad, la resistencia a la tensión y la plasticidad para llegar a una textura realmente atractiva.

Futuras tendencias de producción y procesamiento de alimentos



Con el incremento de la demanda de alimentos y la demanda competitiva por materias primas (p. ej., petróleo versus alimentos), se estima que el costo de los productos básicos agrícolas en las próximas décadas podría ser entre 20 y 50 por ciento mayor al promedio de los últimos 10 años. Esto será un desafío importante para las economías en las cuales los alimentos representan una parte substancial de las importaciones. Los países cuya economía permite que los consumidores piensen más allá del costo de los alimentos, por lo general incorporan dimensiones sociales, éticas y ambientales en sus opciones.

La alimentación del número creciente de población urbana dependerá cada vez más del desarrollo de industrias procesadoras de alimentos organizadas y relacionadas con las cadenas de alimentos. Su ubicación y extensión dependerá del costo y la disponibilidad de las materias primas y la mano de obra, las tasas de rendimiento sobre el capital de inversión, los costos de transporte y la disponibilidad de infraestructura de distribución y los costos relacionados para obtener la aprobación legal para el acceso a las nuevas tecnologías. También será importante el cumplimiento de los acuerdos nacionales e internacionales.

Liberalización del comercio

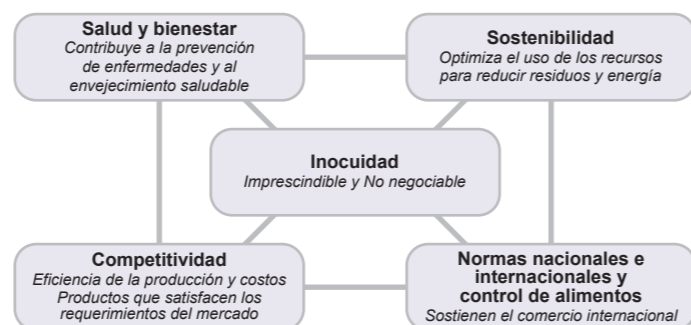
La reducción de las barreras al comercio en algunos países tiende a abrir el camino a cadenas de distribución más grandes, requiriendo que los productos mantengan en forma segura su calidad higiénica por un período mayor y que satisfagan todos los requisitos sanitarios y fitosanitarios de los países importadores. Las tecnologías tradicionales de tratamiento por calor serán suplementadas por métodos en frío tales como el procesamiento a ultra y alta presión y la radiación iónica, ambas capaces de obtener productos de calidad superior. Estas tecnologías serán cada vez más importantes al reconocerse la necesidad de incrementar significativamente nuestro consumo de frutas y hortalizas.

Inocuidad alimentaria

El movimiento internacional de mercancías requerirá conceder cada vez más atención a la inocuidad alimentaria. Las nuevas tecnologías no invasivas y los sensores para dar seguimiento a la calidad de los alimentos en la línea de producción reemplazarán cada vez más a las técnicas de laboratorio fuera de línea y que consumen tiempo. Mientras que los Acuerdos SPS y TBT¹ se fundamentan en estándares internacionales con bases científicas, los países individuales pueden optar por diferentes niveles de protección, dependiendo de los requerimientos del caso. Sin embargo, dado que muchas mercancías estarán entrando en el flujo del comercio internacional, es probable que ocurra la armonización de los estándares de inocuidad con bases científicas. Esto tendrá un profundo impacto sobre las políticas de producción y procesamiento de alimentos, las tecnologías y prácticas, así como sobre la capacidad técnica y de gestión requerida para su ejecución.

Las tecnologías futuras, al igual que las existentes, deben ser diseñadas en base al criterio fundamental de la inocuidad alimentaria. A esto se puede llegar solamente aplicando la tecnología en combinación con un sistema efectivo de gestión de la inocuidad alimentaria. Tales requerimientos pueden ser satisfechos solamente al asegurar que los profesionales involucrados han sido adecuadamente capacitados en inocuidad alimentaria tal como se aplica a cada caso particular.

Estímulos para las tecnologías del futuro



Problemas sanitarios

Las políticas públicas relacionadas con la dieta, la sanidad y la nutrición también impulsarán el desarrollo tecnológico. Esto requerirá una mayor comprensión de la función que los componentes de los alimentos juegan en la percepción del gusto, del sabor y la textura y el disfrute asociado a los mismos, sobre la salud digestiva, la vitalidad general, la saciedad, el control de peso y el estado nutricional general.

También es fundamental la comprensión de la disponibilidad biológica de componentes funcionales como las vitaminas, los minerales y los antioxidantes, y la influencia de la dieta, la composición de los alimentos y su procesamiento. Nuestro concepto sobre la nutrición y el impacto de las tecnologías pueden cambiar a medida que avanzan los conocimientos sobre el proceso de los componentes de los alimentos después de su ingestión. Las nano y microtecnologías tienen el potencial para proteger y entregar los nutrientes con mayor eficiencia

¹ SPS: Acuerdo sobre Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias. TBT: Código de Obstáculos Técnicos al Comercio.

Precupaciones medio ambientales

Independiente de la escala en que se realiza la agricultura, el medio ambiente jugará siempre una función cada vez más incisiva sobre la producción. El calentamiento global puede dar lugar a cambios en la disponibilidad de agua que requerirán ajustes en la tecnología agrícola así como el incremento de la escala de desalinización para utilizar aguas no aprovechables o agua de mar. Esta última tecnología requerirá el desarrollo de fuentes alternativas de energía tales como la generación energética por medio de la presión osmótica. La importancia del manejo de los residuos agrícolas favorecerá el desarrollo de sistemas de producción que ponen menos cargas sobre el medio ambiente.

La aceptación de la necesidad de preservar los recursos naturales y de optimizar el uso de los insumos focalizará la atención en la sostenibilidad y en tecnologías que puedan contribuir a preservar el medio ambiente así como ofrecer sostenibilidad económica y social. Los problemas de sostenibilidad se encuentran a lo largo de toda la cadena de abastecimiento de alimentos, desde la producción agrícola a partir de los ingredientes, la manufactura y el embalaje de los productos, el almacenamiento y la distribución sea mayorista, minorista o en puntos de venta de alimentos. Son necesarios datos más objetivos provenientes de análisis relevantes sobre el ciclo de vida para evaluar adecuadamente la contribución que hacen los distintos componentes al ciclo del carbono en las cadenas de abastecimiento de alimentos.

Investigación, desarrollo e innovación

Los importantes hallazgos en múltiples disciplinas científicas, especialmente en biología molecular, genómica, nutrición y fisiología y psicología humanas, bioinformática, nanociencias, ciencia vegetal y animal, medio ambiente y ciencias de la computación, continuarán a proporcionar medios para favorecer el desarrollo de tecnologías en el sector agroalimentario.

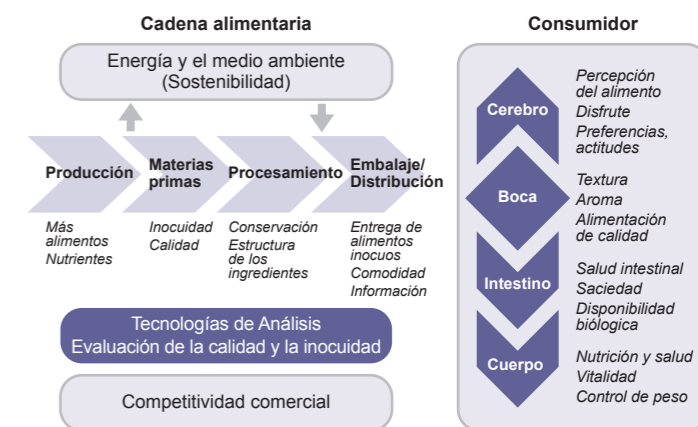
No existen mayores dudas que la biotecnología será un importante contribuyente a las futuras tecnologías de producción y procesamiento. La tecnología no solo se enfocará a mejorar los resultados cuantitativos sino que también servirá para producir cultivos con mayores niveles de nutrientes útiles, tales como los antioxidantes, que resisten canales de distribución más largos y condiciones severas de procesamiento.

El estado actual de los conocimientos sobre genética y nutrición humanas continúa a hacer contribuciones fundamentales al mejoramiento de la salud y la prevención de enfermedades. El análisis simultáneo de la constitución genética y la necesidad de nutrientes dará lugar a alimentos diseñados para satisfacer un rango más amplio de productos con énfasis en la salud y el bienestar. A medida que esto ocurre, nuevas dimensiones de las cadenas alimentarias tradicionales deben ser consideradas. Con el desarrollo de nuestros conocimientos sobre las complejas interacciones de la digestión, se podrá ganar una visión más completa de la dieta en su conjunto. Las interacciones entre varios nutrientes y la función de las fibras en la regulación de la disponibilidad biológica y la moderación del equilibrio del agua entre los sistemas digestivo y renal, entre otros, contribuirán en el futuro a la mejor comprensión de la nutrición. Esto, a su vez, determinará los requerimientos de insumos tecnológicos y las innovaciones en las cadenas alimentarias, especialmente en las actividades de agroprocesamiento.

TECNOLOGÍAS PARA EL FUTURO

El rango de las tecnologías podrá variar desde aquellas que incrementan la cantidad total de alimentos al reducir las pérdidas y evitar la contaminación hasta aquellas que hagan que un alimento tenga un gusto natural y fresco, reduciendo algunos componentes como las grasas, el azúcar y la sal y minimicen el uso de aditivos. La riqueza de las tecnologías actualmente existentes y en desarrollo, por ejemplo, para la separación y transformación de las materias primas y para el procesamiento, preservación y envasado de los productos terminados, deben ser usadas para entregar ingredientes y productos terminados a los clientes y consumidores de modo que sean seguros y contribuyan a la salud, bienestar y sostenibilidad y al mismo tiempo permitan a las compañías y a los empresarios operar en forma competitiva dentro de los marcos regulatorios nacional e internacional. Las oportunidades disponibles serán fortalecidas por las tecnologías facilitadoras tales como la biotecnología y la nanotecnología, mientras que las tecnologías informáticas continuarán a ser básicas para el comercio y el sector público en un mundo cada vez más interdependiente e interconectado.

Los dos ejes que determinan las metas de las tecnologías alimentarias para las próximas décadas



Entre las tecnologías alimentarias que se espera que tengan una función importante en el futuro del procesamiento de alimentos, se encuentran las técnicas de preservación basadas en la esterilización y la pasteurización, tecnologías no térmicas tales como la irradiación y el procesamiento a ultra alta presión, técnicas de manejo de agua incluyendo microondas y secado por congelación, tecnologías combinadas y procesos mínimos, así como aquellas basadas en la extracción y aislamiento de componentes específicos de los alimentos tales como antioxidantes, sabores, lípidos especializados y otros ingredientes funcionales. Los productos agrícolas pueden ser sometidos a bioingeniería para producir grandes cosechas de materiales específicos y las tecnologías extractivas modernas tales como la extracción supercrítica serán empleadas para obtener cosechas más sanas y productos de mayor calidad con un impacto reducido sobre el medio ambiente.

FACTORES FAVORABLES

Las tecnologías no se aplican aisladamente. Son ejecutadas por empresarios privados y compañías cuando perciben un ambiente estable y propicio para sus inversiones de largo plazo. En general, es necesario que las políticas alimentarias aplicadas a la tecnología proporcionen un ambiente favorable para los empresarios, crean incentivos fiscales para la innovación, abastezcan la infraestructura necesaria para el