

**Téc. Magali Parzanese**

La seguridad y la calidad de los alimentos impulsan el desarrollo y la innovación dentro de la industria alimentaria, lo cual se refleja en la incorporación de diversos procesos de transformación y agregado de valor a las materias primas. Es posible que en ocasiones con este progreso se requiera adaptar sistemas de trazabilidad y de control de calidad para obtener productos aptos para el consumo humano, como también ser enmarcados dentro de la legislación vigente. Es necesario incorporar métodos y/o dispositivos adecuados tanto para el análisis y control de la materia prima, como del producto en todas las etapas del proceso productivo, con el fin de detectar la presencia de sustancias potencialmente peligrosas para la salud o que puedan perjudicar calidad de los alimentos. Los métodos analíticos utilizados tradicionalmente presentan baja sensibilidad y/o especificidad, además aquellos de mayor exactitud como son los métodos cromatográficos, tienen las desventajas de ser costosos y de requerir tiempos largos para la preparación de la muestra, procesamiento de datos y obtención de resultados.

Las tecnologías de biosensores se presentan como una alternativa excelente para el control de la calidad y el seguimiento de todas las etapas de un proceso productivo.

Su desarrollo y aplicación se llevó a cabo en las áreas de medicina y bioquímica en la década del '60 con la invención de Clark y Lyon del primer sensor enzimático utilizado para la determinación de glucosa en sangre. Este dispositivo consiste en una enzima glucosa oxidasa (encargada de catalizar la reacción de oxidación de la glucosa) acoplada a un electrodo de oxígeno, el cual detecta la disminución de la concentración de este gas en la muestra como resultado de la reacción de oxidación. La comercialización de este primer dispositivo fue realizada por Yellow Springs Company a partir del año 1975. En esa misma época el término de biosensor comenzó a utilizarse ampliamente para denominar a aquellos instrumentos que mediante la combinación de material biológico (enzimas, microorganismos, organelas, células, otros) con un transductor físico, permitían medir la presencia o variación de distintas sustancias de interés clínico. A partir de entonces la innovación en este campo fue constante debido a la evolución y perfeccionamiento de disciplinas como química analítica, biotecnología y microelectrónica, fundamentales para el diseño y producción de biosensores.

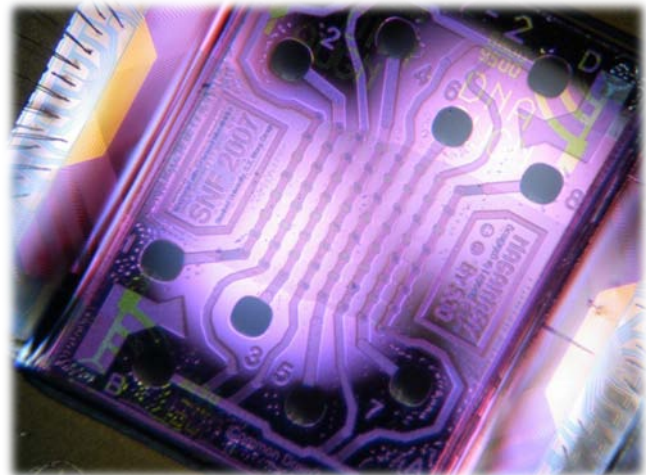
Como consecuencia de estos avances el campo de aplicación de estos dispositivos se extendió hacia los más diversos sectores. En control medioambiental se usan en el monitoreo on-line y off-line de la presencia de determinados analitos de interés en agua (microorganismos, sustancias tóxicas, etc.) y en la detección, cuantificación y cualificación de sustancias contaminantes en diferentes ambientes (pesticidas, fenoles, etc.). En las áreas de medicina y bioquímica, donde está más desarrollada esta tecnología, se aplica en diagnóstico clínico para el autocontrol de glucosa en sangre por parte de pacientes diabéticos, evaluación de nuevos fármacos, entre otras. En la actualidad también se aplican biosensores en industrias mecánicas de automatización, para la producción de robots químicos de última generación.

En el sector agroalimentario la implementación de esta tecnología tiene como objetivos optimizar los análisis cualitativos y cuantitativos de composición de alimentos, asegurando inocuidad. A pesar de estas interesantes funciones que pueden llevar a cabo los biosensores en productos alimentarios y de los múltiples artículos científicos publicados sobre el tema, en el presente son escasas las industrias de alimentos que la aplican. Esto se debe principalmente al

desconocimiento de las grandes ventajas funcionales que presentan los biosensores, y en algunos casos a la legislación o normativa vigente.

## APLICACIONES EN LA INDUSTRIA DE LOS ALIMENTOS

Como ya se mencionó toda industria que elabore o comercialice productos alimenticios debe contar con adecuados sistemas o métodos de control analítico para cada una de las sustancias que ingresan y egresan del establecimiento, a fin de poder asegurar la inocuidad y calidad de sus productos, y controlar su composición y funcionalidad.



Muchas veces los métodos analíticos adoptados por las industrias presentan inconvenientes como largos tiempos para la obtención de resultados, necesidad de personal capacitado para llevar a cabo los análisis y técnicas complejas de preparación de la muestra, entre otras cosas. Estas desventajas pueden ocasionar que se lance al mercado un lote de producto no apto para el consumo, lo que resulta en una importante pérdida económica para la industria. Por esto surge la necesidad de implementar métodos o dispositivos de rápida respuesta, alta especificidad y confiabilidad. Los biosensores se presentan entonces, como una alternativa confiable a los métodos analíticos tradicionales.

### **Biosensores como método de detección de sustancias no permitidas en alimentos**

En la Argentina toda persona o establecimiento que elabore, transporte, conserve o comercialice alimentos debe cumplir con las exigencias del Código Alimentario Argentino, lo cual garantiza al consumidor que su ingesta no significa un riesgo para su salud.

Al respecto el uso de biosensores como método para la detección de aquellas sustancias alteren la inocuidad de un producto alimenticio, resulta ser muy efectivo. Hasta el momento se desarrollaron dispositivos específicos para la localización dentro de una matriz alimentaria de los siguientes compuestos:

#### ❖ *Aditivos alimentarios:*

La regulación sobre aditivos alimentarios es muy exigente en cuanto a la composición y concentración de éstos, por lo tanto su detección y cuantificación son determinantes para impedir o prevenir el uso ilegal de dichas sustancias. En la actualidad se dispone de biosensores para el análisis de aspartamo, sorbitol, ácido benzoico y sulfitos; pero se prevé el desarrollo de muchos otros. Cabe destacar que generalmente para la detección de aditivos alimentarios se utilizan biosensores del tipo enzimáticos.

#### ❖ *Fármacos de uso veterinario:*

En empleo de fármacos de uso veterinario puede convertirse en un riesgo para la salud del consumidor, ya que en algunos casos es posible que queden restos en el tejido animal o en productos derivados (leche, huevos, miel, etc.). Como se mencionó antes, los métodos tradicionales de análisis presentan baja sensibilidad por lo cual lograron desarrollarse varios biosensores con elevada especificidad y sensibilidad que pueden ser utilizados para el análisis

de distintos fármacos en matrices determinadas. Como ejemplo se enumeran los siguientes: levisamol en hígado y leche (Crooks, et al), sulfonamidas en suero de pollo (Haasnoot, et al), Penicilina G en leche (Gustavsson, et al), Nicarbacina en hígado y huevos (McCarney, et al), entre otros. Los biosensores aplicados sobre este tipo de compuestos son generalmente de bioafinidad.

❖ *Agroquímicos:*

Debido a que los productos de síntesis química utilizados como plaguicidas o fertilizantes son altamente tóxicos para las personas, la detección de residuos de estos en matrices alimenticias es esencial para evitar efectos adversos en el organismo. En la siguiente tabla se describen las características de algunos de los biosensores disponibles actualmente, para el análisis cualitativo y cuantitativo de fertilizantes y plaguicidas en alimentos y agua:

<b>Análito</b>	<b>Tipo de interacción</b>	<b>Elemento de reconocimiento</b>	<b>Sistema de transducción</b>
<b>Plaguicidas</b>			
Paration	Biocatalítica	Paratión hidrolasa	Amperométrico
Diazinón y diclorovós	Biocatalítica	Tirosinasa	Amperométrico
Paraoxón	Biocatalítica	Fosfatasa alcalina	Óptico
Atrazina	Bioafinidad	Anticuerpo	Amperométrico
Atrazina y 2, 4-D	Bioafinidad	<sup>1</sup> PIMs	Electroquímico
<b>Fertilizantes</b>			
Nitrato	Biocatalítica	Nitrato reductasa	Amperométrico
Nitrito	Biocatalítica	Nitrato reductasa	Óptico
Fosfato	Biocatalítica	Polifenol oxidasa y fosfatasa alcalina	Amperométrico

Referencias: Velasco-García M. y Mottram T. (2003). Patel P.D. (2002). Mello, L.D. y Kubota, L.T. (2002). Parellada, J.; Narváez, A.; López, M.A.; Domínguez, E.; Fernández, J.J.; Pavlov, V. y Katakis, I. (1998)

❖ *Componentes del alimento:*

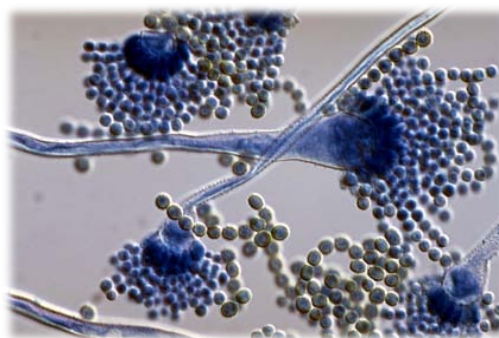
Muchos alimentos presentan entre sus componentes naturales sustancias alérgicas y/o antinutrientes que pueden ocasionar trastornos en la salud del consumidor. Las primeras son sustancias frente a las cuales el organismo desencadena una respuesta inmune cuando se padece de hipersensibilidad. Los antinutrientes por otro lado, impiden o disminuyen la capacidad de asimilar nutrientes del propio alimento o de otros, ocasionando problemas digestivos, falta de apetito, deficiencias nutricionales, entre otras cosas. Entre los biosensores utilizados para el análisis de estos compuestos se destacan los siguientes:

<sup>1</sup> Polímeros de Impresión Molecular

<b>Analito</b>	<b>Tipo de interacción</b>	<b>Sistema de reconocimiento</b>	<b>Sistema de transducción</b>
<b>Antinutrientes</b>			
Oxalato (espinacas, té, fresas)	Biocatalítica	Oxalato oxidasa	Amperométrico
Amigdalina (almendras amargas)	Biocatalítica	B-blucosidasa y otras	Amperométrico
Glucoalcaloides	Biocatalítica	Colinesterasas	Potenciométrico
<b>Alérgenos</b>			
Del maní	Bioafinidad	Anticuerpo	SPR
De la avellana	Bioafinidad	Anticuerpo	SPR
Gluten	Bioafinidad	Anticuerpo	Electroquímico

❖ **Microorganismos Patógenos:**

El aumento de las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETAs) contaminados por microorganismos patógenos (bacterias, mohos, etc.), generó la necesidad de contar con métodos de detección eficientes. Entre los biosensores aplicados al análisis de la presencia de microorganismos patógenos se diferencian los de detección directa y los de detección indirecta. Los primeros son principalmente del tipo inmunológico acoplados a un sistema de transducción óptico, piezoeléctrico, bioluminiscente o de impedancia. El otro tipo funciona mediante la detección indirecta de la interacción antígeno-anticuerpo, por ejemplo mediante marcaje con fluorescencia, detección de metabolitos microbianos o detección electroquímica.



El otro tipo funciona mediante la detección indirecta de la interacción antígeno-anticuerpo, por ejemplo mediante marcaje con fluorescencia, detección de metabolitos microbianos o detección electroquímica.

En la siguiente tabla se mencionan algunos de estos biosensores:

<b>Microorganismos a detectar</b>	<b>Tipo de detección</b>	<b>Elemento de reconocimiento</b>	<b>Sistema de transducción</b>
<i>S. typhimurium</i> , <i>E. coli</i> 0157:H7, <i>Compylobacter</i> , <i>S. aures</i>	Indirecta	Anticuerpo	Electroquímico
<i>Salmonella</i> , <i>Proteus vulgaris</i>	Directa	Anticuerpo	Impedimétrico
<i>Vibrio cholerae</i> , <i>S. enteriditis</i> , <i>S. typhimurium</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>Campylobacter</i> , <i>E. coli</i> , <i>Shigella dysenteriae</i> , <i>Yersinia pestis</i> , <i>Proteus</i> , <i>Serratia</i> , <i>Klebsiella</i>	Directa	Anticuerpos, receptores proteína A.	Piezoeléctrico tipo QCM
<i>E. coli</i> , <i>Legionella</i> , <i>Salmonella</i>	Directa	Anticuerpos	Piezoeléctrico tipo SAW
<i>Mycobacterium avium</i> , <i>M. paratuberculosis</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Listeria</i>	Directa		Bioluminiscencia
<i>E. coli</i> 0157:H7, <i>S. aures</i>	Directa	Anticuerpos	Fibra óptica

### Biosensores y calidad alimentaria

Para efectuar una evaluación completa sobre la calidad de un producto alimenticio, es posible realizar un análisis que permita detectar cada uno de sus componentes, tanto naturales como agregados, y su proporción en la muestra. Este tipo de exámenes permite conocer y especificar las características y particularidades propias de un producto. Por ejemplo se puede precisar su aptitud para el deterioro y determinar el tiempo de almacenamiento y vida útil, como también el método de conservación más adecuado.

Actualmente se cuenta con biosensores aplicados en diversas matrices alimentarias para la evaluación cualitativa y cuantitativa de muchos compuestos:

<i>Analito</i>	<i>Matriz</i>	<i>Elemento de Reconocimiento</i>	<i>Sistema de Transducción</i>
Glucosa	Mosto, vino, jugos, miel, leche y yogur	Glucosa oxidasa	Amperométrico
Fructosa	Jugos, miel, leche, gelatina y edulcorantes sintéticos	Fructosa deshidrogenasa	Amperométrico
Lactosa	Leche	B- galactosidasa	Amperométrico
Lactato	Sidra y vino	Transaminasa y lactato deshidrogenasa	Amperométrico
Lactulosa	Leche	Fructosa deshidrogenasa B- galactosidasa	Amperométrico
Almidón	Harina de trigo	$\alpha$ - amilasa y amiloglucosidasa y glucosa oxidasa	Amperométrico
L-aminoácidos	Leche y jugos de frutas	Aminoácido oxidasa	Amperométrico
L-glutamato	Salsa de soja	Glutamato oxidasa	Amperométrico
L-lisina	Leche	Lisina oxidasa	Amperométrico
L-malato	Vino, sidra y jugos	Malato deshidrogenasa y otras	Amperométrico
Etanol	Cerveza, vino y otras bebidas alcohólicas	Alcohol oxidasa	Amperométrico
Glicerol	Vino	Glicerofosfato oxidasa y glicerolquinasa	Amperométrico

Fuente: Aplicaciones de biosensores en la industria agroalimentaria. Gonzalés Rumayor, Víctor. García Iglesias, Esther. Ruiz Galán, Olga. Gago Cabezas, Lara. Informe de vigilancia tecnológica.

### Biosensores para control de procesos

En la actualidad es fundamental la obtención de respuestas rápidas y confiables. En el contexto de la industria alimentaria esto se transmite a la necesidad de controlar los procesos productivos en tiempo real. Para lograrlo, una alternativa es el uso de biosensores específicos mediante los cuales se pueden detectar en forma continua variaciones en los valores normales de parámetros como temperatura, presión, pH, concentraciones de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>, generación de sustancias volátiles, etc. Asimismo, debido a que la producción de muchos alimentos implica procesos biológicos, se diseñaron biosensores que permiten detectar y cuantificar la presencia de aquellos compuestos que intervienen en dichos procesos, como por ejemplo:



- **Azúcares:** estos compuestos actúan como reguladores en los procesos fermentativos, ya que limitan el crecimiento de levaduras.
- **Alcoholes:** el control de la concentración de estos compuestos durante un proceso fermentativo es fundamental ya que la variación de este parámetro respecto al valor normal puede resultar en alteraciones indeseables del producto final.
- **Otras biomoléculas:** se puede mencionar la industria láctea, donde se analiza la presencia de ácido láctico como parámetro en el control de la acidez y la formación de la corteza de quesos.

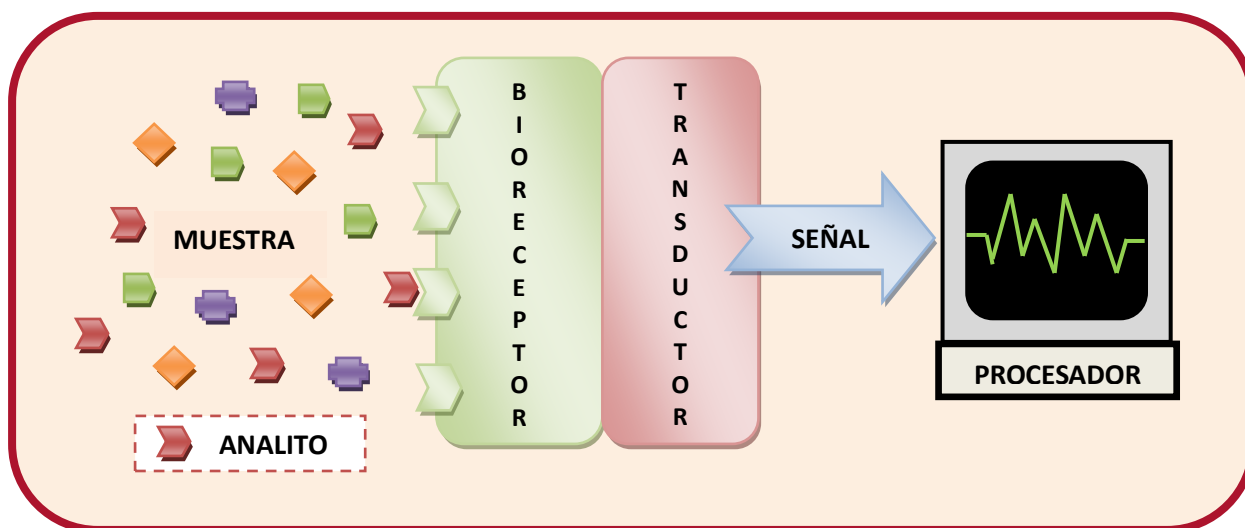
### VENTAJAS DE LAS TECNOLOGÍAS DE BIOSENSORES

- *Mayor sensibilidad y selectibilidad respecto a otros métodos analíticos.*
- *Largos tiempos de vida útil de los dispositivos gracias a la utilización de materiales estables y resistentes.*
- *Tiempos de análisis y obtención de resultados cortos.*
- *Son innecesarios los pretratamientos de las muestras.*
- *No requiere de personal cualificado para su utilización, ya que su manejo es simple.*
- *Es posible obtener resultados en tiempo real.*
- *Miniaturizables y automatizables.*

### BIOSENSORES: DEFINICIÓN, CARACTERÍSTICAS

El término biosensor se aplica para denominar a todos aquellos dispositivos de análisis que están integrados por un elemento de reconocimiento biológico o biomimético (enzimas, anticuerpos, tejidos celulares, organelas, aptámeros, etc.) y un sistema de transducción cuya función es procesar y transmitir la señal originada en la interacción analito - elemento de reconocimiento.

El funcionamiento de estos dispositivos se basa en la especificidad de la interacción entre el compuesto de interés (analito) y el elemento de reconocimiento elegido, la cual tiene como efecto producir cambios en alguna de las propiedades fisicoquímicas de la muestra analizada. Estos cambios son a su vez detectados por el transductor, encargado de transmitirlos en forma de señal electrónica la cual indica la presencia o no del analito bajo estudio y en análisis cuantitativos esta señal es proporcional a la concentración del compuesto en la muestra.



**Esquema de la estructura general y funcionamiento de un biosensor**

Los biosensores pueden clasificarse en función de:

**1. Tipo de interacción establecida entre el elemento de reconocimiento y el analito:**

<p><b>Biocatalítica</b></p>	<p>Este tipo de biosensores son los más aplicados y mejor conocidos. Su desempeño se basa en el uso de biocatalizadores como elemento de reconocimiento (enzimas, sistemas multienzimáticos, organelas, células completas o tejidos). Se usan en la detección de sustratos por medio del análisis estequiométrico de reactivo – producto, o por la presencia de mecanismos de inhibición enzimática. La ventaja de este tipo de biosensores es su capacidad regenerativa que permite independizar la cantidad de éste respecto a la efectividad del proceso.</p>
<p><b>Bioafinidad</b></p>	<p>Este tipo de biosensores se caracteriza por no requerir de una reacción química para que se produzca la interacción analito – bioreceptor. Su funcionamiento se basa en la capacidad de los elementos de reconocimiento para formar complejos con el analito de interés que generan óptimos mecanismos de respuesta. Estas respuestas demandan sistemas de alta sensibilidad y precisión para su detección, como por ejemplo seguimiento cinético del proceso a través de inhibidores competitivos, marcaje isotópico, comportamiento óptico del proceso o variaciones gravimétricas. Los elementos de reconocimiento que se utilizan en biosensores de bioafinidad son anticuerpos, lectinas, receptores, células completas, ácidos nucleicos, PIM, aptámeros y PNA.</p>

Fuente: Aplicaciones de biosensores en la industria agroalimentaria. Gonzalés Rumayor, Víctor. García Iglesias, Esther. Ruiz Galán, Olga. Gago Cabezas, Lara. Informe de vigilancia tecnológica.

**2. El método utilizado para la detección de esta interacción:**

<p><b>Directa</b></p>	<p>Estos biosensores utilizan métodos o técnicas que permiten la detección inmediata del analito o elemento en estudio.</p>
<p><b>Indirecta</b></p>	<p>Estos biosensores aplican técnicas que detectan la presencia del analito mediante la localización de otros elementos distintos a estos.</p>

Fuente: Aplicaciones de biosensores en la industria agroalimentaria. Gonzalés Rumayor, Víctor. García Iglesias, Esther. Ruiz Galán, Olga. Gago Cabezas, Lara. Informe de vigilancia tecnológica.

### 3. Naturaleza del elemento de reconocimiento:

Enzima	Las enzimas son catalizadores de todas las reacciones bioquímicas. Presentan una gran especificidad debido a que poseen una región denominada sitio activo donde se produce la unión con el sustrato específico, y es catalizada la reacción. Una vez finalizada la reacción y habiéndose formado los productos, la enzima se regenera para catalizar una nueva reacción. Debido a que la estabilidad y vida media de las enzimas depende de varios factores (pH, temperatura, otros), muchas veces se aplican técnicas de inmovilización para aumentar el tiempo de la vida útil de los biosensores enzimáticos.
Organela, célula completa o tejido	En algunos casos se utilizan células completas de origen bacteriano, fúngico, animal, vegetal o células modificadas genéticamente, debido a que todas éstas presentan muchos de los sistemas multienzimáticos que se requieren para catalizar las reacciones biológicas para la detección del elemento de interés. Además pueden elegirse organelas celulares complejas como mitocondrias y cloroplastos, los cuales pueden resultar adecuados para la detección de agentes tóxicos como plaguicidas o metales pesados ya que estos inhiben la funcionalidad de dichas organelas. En determinados casos se eligen tejidos vegetales como hojas, raíces, semillas o frutos como elemento de reconocimiento porque todos éstos presentan enzimas específicas relacionadas con su función fisiológica. La ventaja de utilizarlos es que se evitan los costosos procesos de extracción y purificación de enzimas.
Anticuerpo	Los anticuerpos son proteínas que se unen de forma selectiva a moléculas complementarias denominadas antígenos, por lo tanto cuando el analito de interés es un antígeno particular se requiere producir, aislar y en ocasiones purificar el anticuerpo específico. La especificidad y afinidad de la interacción antígeno-anticuerpo determinan la selectividad y la sensibilidad del biosensor, así como la posibilidad de regeneración. En la práctica para alcanzar una sensibilidad adecuada se necesita que el complejo tenga una afinidad alta, siendo difícil su disociación, por lo que suelen ser sistemas de un solo uso.
Ácidos nucleicos	Este tipo de elementos de reconocimiento puede utilizarse en la detección de organismos modificados genéticamente y microorganismos patógenos.
PIM, PNA, Aptámero	<p>Los PIM's son matrices sintetizadas artificialmente que presentan la capacidad de reconocer e interactuar de forma específica con determinados compuestos. Estos elementos fueron utilizados en el diseño de biosensores para detección de plaguicidas, fármacos o toxinas marinas.</p> <p>Los aptámeros son secuencias de oligonucleótidos (ADN o ARN) sintetizadas artificialmente, que son capaces de reconocer a sus moléculas complementarias con alta afinidad y especificidad. Estos elementos de reconocimiento se pliegan en el espacio y adquieren una conformación con determinadas regiones donde puede unirse el analito.</p> <p>Los PNA's (Ácidos Nucleicos Peptídicos) son otro tipo de moléculas sintéticas que copian al ADN – ARN. Están formados por un esqueleto de monómeros unidos por enlaces peptídicos con bases nitrogenadas púricas y pirimidínicas, a diferencia de los ácidos nucleicos no presentan pentosas ni grupos fosfatos en su estructura. Este elemento de reconocimiento se utiliza en la detección de microorganismos patógenos junto a transductores ópticos de tipo SPR.</p>

Fuente: Aplicaciones de biosensores en la industria agroalimentaria. Gonzalés Rumayor, Víctor. García Iglesias, Esther. Ruiz Galán, Olga. Gago Cabezas, Lara. Informe de vigilancia tecnológica.



#### 4. Naturaleza del sistema de transducción:

Electroquímico	<p>Los transductores electroquímicos transforman la señal que se produce por la interacción entre el sistema de reconocimiento y el analito a detectar en una señal eléctrica. Proporcionan información analítica cuantitativa o semicuantitativa específica. El elemento de reconocimiento biológico y el elemento de transducción deben estar en contacto.</p> <p>Se diferencian cuatro tipos de biosensores electroquímicos que son conductimétricos, potenciométricos, amperométricos e impedimétricos en función de si detectan cambios en la conductividad, en el potencial, en una corriente generada o en la impedancia.</p> <p>En general se utilizan junto con elementos de reconocimiento biocatalíticos ya que las reacciones enzimáticas generan aparición de sustancias electroactivas, cambios en el pH o en el potencial, etc.</p>
Óptico	<p>Los transductores ópticos se basan en la medición de las variaciones que se producen en las propiedades de la luz como consecuencia de la interacción física o química entre el analito a detectar y el elemento biológico de reconocimiento del biosensor. Las bases físicas de este tipo de sensores son los cambios que ocurren en absorción, fluorescencia, luminiscencia, dispersión o índice de refracción, cuando la luz se refleja en las superficies de reconocimiento. El sistema básico de medida consiste en una fuente de luz, el elemento sensor (donde se encontrarían las moléculas receptoras) y el detector. Este tipo de transductores pueden acoplarse a elementos de reconocimiento biocatalíticos o de bioafinidad.</p>
Piezoeléctrico	<p>Los sistemas de transducción piezoeléctricos, másicos, gravimétricos o acústicos miden cambios directos de masa inducidos por la formación del complejo antígeno-anticuerpo.</p>
Termométrico	<p>Los transductores termométricos se basan en la detección del calor generado en las reacciones enzimáticas exotérmicas, que se puede relacionar con la concentración de analito. Estos cambios de temperatura normalmente se determinan por medio de termistores a la entrada y a la salida del dispositivo en el que se encuentran inmovilizadas las enzimas. Presentan como inconveniente que pueden existir pérdidas de calor por irradiación, conducción o convección.</p>
Nanomecánico	<p>En los transductores nanomecánicos el elemento de reconocimiento biológico se inmoviliza sobre la superficie de una micropalanca de silicio, que se sumerge en una muestra líquida. La interacción entre el elemento de reconocimiento y el analito produce un cambio diferencial en la tensión superficial del líquido y la micropalanca sufre una respuesta de tipo nanomecánico que consiste en un cambio de la deflexión y/o de la frecuencia de resonancia.</p> <p>Actualmente estos dispositivos se están desarrollando para detectar mutaciones y polimorfismos en genes humanos así como para la detección de contaminantes en aguas con alta sensibilidad.</p>

Fuente: Aplicaciones de biosensores en la industria agroalimentaria. Gonzalés Rumayor, Víctor. García Iglesias, Esther. Ruiz Galán, Olga. Gago Cabezas, Lara. Informe de vigilancia tecnológica.

## DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS DE BIOSENSORES EN ARGENTINA

Si bien las tecnologías de biosensores no tienen difusión y aplicación en la industria agroalimentaria nacional, existen destacados grupos de investigación y desarrollo en varias instituciones académicas del país donde se trabaja con este tema. Entre estos se puede mencionar el **grupo de Biosensores y Bioanálisis** perteneciente al **Departamento de Química Biológica** y al **IQUIBICEN – CONICET** que funciona en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. Este grupo de investigación está formado por 8 personas entre investigadores, becarios posdoctorales, doctorales y alumnos de grado, y es dirigido por el Dr. Eduardo Cortón, investigador adjunto del CONICET. Las líneas de investigación y desarrollo tecnológico en las que se encuentran trabajando actualmente son las siguientes:

### **Desarrollo de Sensores para la Detección de Mastitis Subclínica en Rodeos de Ordeño:**

Este proyecto busca el desarrollo de métodos electroquímicos que permitan la detección rápida, económica, y a pie de la vaca de las primeras etapas de la mastitis. También en versiones avanzadas del producto se busca la identificación de la bacteria causante de la infección, de tal manera de producir información relevante para la toma de decisiones críticas acerca del tratamiento del animal enfermo. Se trata de un equipo portátil que permite la detección de mastitis en cada cuarto por separado y de manera simultánea. Está basado en la medición de características químicas de la leche (no solo en conductividad).

### **Diseño de un Sistema Automático de Alerta Temprana para el río Pilcomayo:**

Se estudian los métodos y el diseño de un sistema automático basado en tecnología de biosensores o bioensayos microbianos, para la determinación de toxicidad total en el río Pilcomayo, y en otros ríos o cuerpos de agua. También es posible su utilización en plantas de tratamiento de aguas cloacales o industriales. El objetivo de este proyecto es el diseño y construcción de un sistema que sea capaz de monitorear en forma continua o discontinua el estado general del agua de ríos de la cuenca del Pilcomayo, que permita detectar eventos anómalos, básicamente el incremento de la toxicidad por presencia de elevadas concentraciones de metales pesados u otras sustancias químicas.

### **Desarrollo de Biosensores / Bioensayos para la Determinación rápida de Demanda Bioquímica de Oxígeno:**

El objetivo general de este proyecto es diseñar, construir y ensayar un biosensor microbiano, que permita determinar de manera rápida la concentración de materia orgánica fácilmente degradable presente en un cuerpo de agua. El método empleado internacionalmente para esto se denomina Demanda Bioquímica de Oxígeno de 5 días (BOD5). El principal inconveniente de este método es que se necesitan 5 días de incubación de las muestras para obtener el resultado analítico. El empleo de biosensores / bioensayos microbianos permitiría reducir el tiempo de la determinación a pocas horas.

### **Utilización de Celdas de Combustible Microbianas para la Producción de Electricidad y como Biosensores Metabólicos:**

Las celdas de combustible microbianas son sistemas bio-electroquímicos que permiten la

conversión de energía química en eléctrica con muy elevada eficiencia. La tecnología más estudiada y desarrollada hasta la fecha (celdas de combustible de hidrógeno), involucra la producción de electricidad en un proceso donde hidrógeno y oxígeno se combinan formando agua. Estas celdas alcanzaron la etapa comercial, y son útiles en aplicaciones de mediana o baja potencia. Las celdas de combustible microbianas (MFCs) son baterías biológicas, su funcionamiento es similar a las de H<sub>2</sub> o metanol, pero el catalizador son microorganismos, y el “combustible” cualquier fuente de carbono asimilable / oxidable por los microorganismos.

Para más información sobre este grupo de investigación y desarrollo contactarse a [Eduardo@qb.fcen.uba.ar](mailto:Eduardo@qb.fcen.uba.ar).

### Fuentes Consultadas

- Dra. Carmen de Haro. Bioensayos de diagnóstico rápido basados en biosensores para aplicaciones en la Industria Alimentaria. Investigaciones Bioquímicas SL.
- M. Castillo, F. A. Payne, R. Gonzales, M. B. López, J. Laencina. Determinación On-line del tiempo de Coagulación en leche de cabra mediante dispersión de radiación NIR. Murcia 2003.
- Universidad de Cádiz. Nuevo Biosensor Sonogel – Carbono para la Industria Alimentaria y Mediambiental.
- Dr. Alejandro Baeza. Sensores y Biosensores Electroquímicos Facultad de Química UNM.
- María Isabel Pividor, Salvador Alegret. Los biosensores. Una nueva estrategia para el análisis de alimentos. Septiembre 2005. Eurocarne.
- Javier Gonzalo Ruiz. Desarrollo de biosensores enzimáticos miniaturizados para su aplicación en la industria alimentaria. Tesis doctoral. Barcelona 2006.
- Mercé Fernandez. Biosensores contra Patógenos. Mundo Lácteo y Cárnico. Julio/Agosto 2004.
- Nuria Peña García. Biosensores Amperométricos compósitos basados en peroxidasa. Aplicación a la determinación de analitos de interés en alimentos mediante electrodos bienzimáticos y multienzimáticos. Madrid 2003.
- Claudio Jiménez, Daniel E. León. Biosensores: aplicaciones y perspectivas en el control y calidad de procesos y productos alimenticios. Septiembre 2008. Colombia.
- Aplicaciones de biosensores en la industria agroalimentaria. Gonzalés Rumayor, Víctor. García Iglesias, Esther. Ruiz Galán, Olga. Gago Cabezas, Lara. Informe de vigilancia tecnológica.