

# Nariz electrónica

Este instrumento permite analizar la huella digital del aroma de una sustancia determinada, a través de los datos que proporciona su sistema de sensores equivalentes a células olfativas humanas. De esta forma, es posible imitar el sistema olfativo y así analizar los cambios en el perfil de olor de diferentes alimentos para evaluar la complejidad de sus componentes y las reacciones al ser expuestos a determinadas situaciones. ► Dra. Valeria M. Messina (\*)



De los cinco sentidos, el olfato ha sido siempre el más difícil de definir. Comprender su funcionamiento es la meta que se han fijado desde hace tiempo muchos investigadores. El olor, depende de numerosas sustancias químicas que le dan un carácter y unas cualidades únicas. La capacidad de medir e identificar fiablemente el desarrollo óptimo del olor, así como las características constantes del sabor es, por lo tanto, un punto crucial en el desarrollo de muchos productos<sup>1,2,3</sup>. La nariz electrónica puede definirse como un instrumento dotado de sensores/columnas químicos y de un programa quimiométrico de reconocimiento de modelos que es capaz de distinguir y comparar olores individuales o complejos de las sustancias. La información que se pretende obtener con este instrumento es cualitativa o, dicho de otra manera, analizar y reconocer las huellas olfativas de olores complejos, valorando en con-

junto los componentes volátiles de la muestra a analizar o clasificar, imitando así el sistema olfativo humano.

## SISTEMA DE LA NARIZ ELECTRÓNICA

El sistema olfativo humano está compuesto por un conjunto de células olfativas con las que interaccionan las moléculas aromáticas. Las señales producidas son enviadas al bulbo olfativo y desde allí, al cerebro, el cual procesa toda la información<sup>1,2</sup>. Análogamente, en la nariz electrónica, la molécula volátil interacciona con un sistema de sensores/columnas, donde cada sensor/columna equivaldría a una célula olfativa humana y los datos proporcionados son procesados por un sistema informático con el fin de obtener una respuesta que equivaldría a la huella digital del aroma de la sustancia analizada. La nariz electrónica consta de tres compo-

nentes básicos: el sistema de toma de muestras, el sistema de detección (sensores o columnas) y el sistema de tratamiento de los datos (Figura 1)<sup>4</sup>.

■ **El sistema de toma de muestras:** las técnicas que se utilizan para la obtención de componentes volátiles de la muestra y su transporte hacia el sistema de sensores/columnas, son técnicas de espacio de cabeza. Se basan en la generación de una fase vapor (espacio de cabeza) en equilibrio con la muestra, sólida o líquida, a una temperatura dada. El espacio de cabeza, que es la cantidad de gases que se introducen en el sensor/columna, está formado por componentes volátiles propios de la muestra original en equilibrio térmico con la muestra sólida o líquida que se mide.

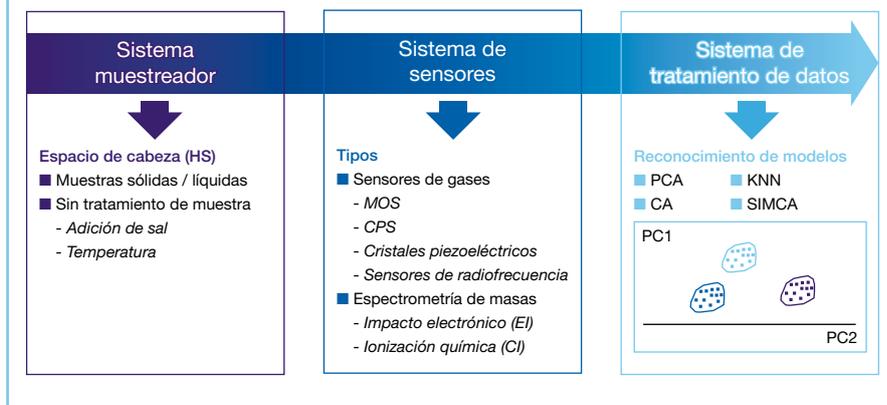
■ **El sistema de detección:** existen en el mercado tres tipos de narices que se diferencian principalmente en el siste-

(\*) CINSO-CITEDEF (Centro de Investigaciones en Sólidos), Unidad ejecutora UNIDEF-MINDEF-CONICET

ma de detección: sensores de gases, espectrometría de masas y cromatografía gaseosa, siendo las respuestas obtenidas un reflejo del sistema multi-sensor/columnas:

- *Sensores de gases*: exhiben la característica de modificar alguna de sus propiedades eléctricas cuando los compuestos del olor interactúan con su superficie. De una batería de sensores se obtiene una respuesta que es la suma de las interacciones efectuadas por todas las moléculas volátiles y el diagrama resultante puede interpretarse como una huella digital del olor de la sustancia analizada. Existen diferentes tipos de sensores que pueden clasificarse en función del material del que están formados: semiconductores de dióxido de estaño dopados, polímeros conductores y cristales piezoeléctricos (microbalanzas de cuarzo).
- *Espectrometría de masas*: se utilizan narices con sensores acoplados a un espectrómetro de masa como siste-

■ ■ ■ FIGURA 1: Composición de la Nariz electrónica



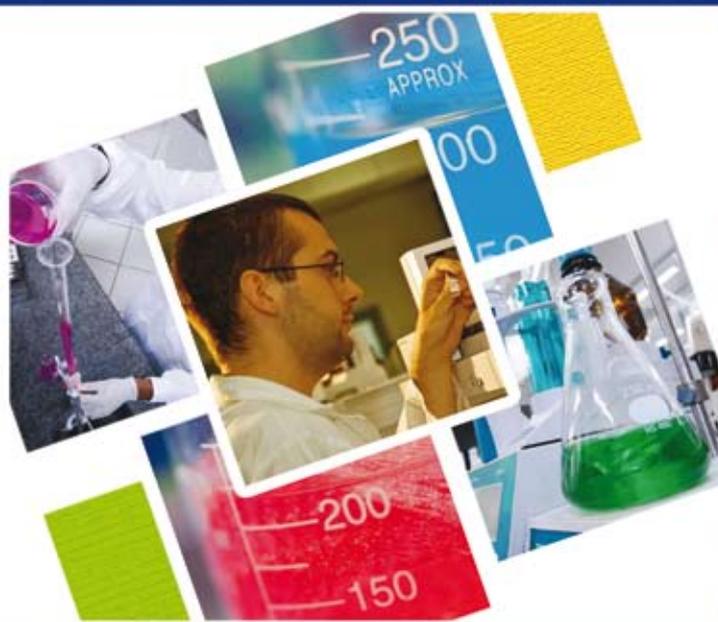
ma de detección. El espectro que se obtiene equivale a la respuesta de un multisensor con tantos sensores como iones formados.

- *Cromatografía Gaseosa*: actualmente, existen cromatógrafos gaseosos donde el espectro que se obtiene equivale a la respuesta de un multisensor.

■ **Análisis de datos:** la cantidad de información obtenida con el sistema de detección es muy grande. Para poder manipular este gran conjunto de datos es necesario recurrir a herramientas estadísticas que permiten visualizar las agrupaciones naturales de las muestras. El primer paso consiste en procesar las

www.silliker.com

Líder en la industria de alimentos para mejorar la inocuidad alimentaria, nutrición y salud pública alrededor del mundo.

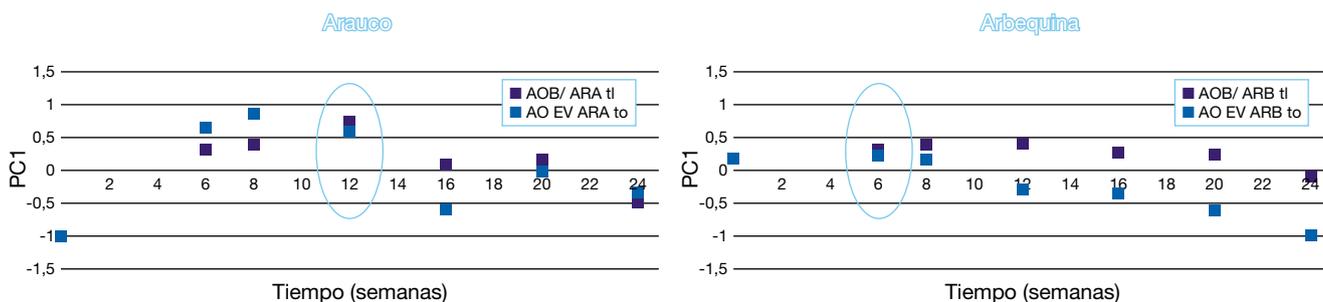


- **Análisis de Laboratorio**
  - Análisis microbiológico: métodos tradicionales y automatizados (PCR, ELISA).
  - Análisis especiales: Pesticidas, Organismos Genéticamente Modificados (GMO's), clenbuterol, residuos tóxicos en cárnicos, evaluación sensorial y determinación de color.
  - Análisis instrumentales: conservadores, vitaminas, perfil de azúcares y ácidos grasos CIS-TRANS y minerales.
  - Análisis para Alimentos Funcionales.
- **Etiquetado Nutricional Nacional y de Exportación (De acuerdo a los requerimientos de FDA)**
- **Auditorías a Plantas Procesadoras de Alimentos y Centros de Distribución:** Certificación de Planes de Inocuidad y Calidad en alimentos (SQF 1000 / 2000, BRC, FSSC 22000) BPM, HACCP, BPL, Plantas de Sacrificio, Buenas Prácticas Agrícolas, Buenas Prácticas de Fabricación (Industria Farmacéutica), Certificación de Plantas (GFSI).
- **Consultoría y Capacitación**
  - Cursos y Visitas de Diagnóstico para implementación de BPM, HACCP, SQF. Videos de capacitación.
- **Estudios de Vida de Anaquele y Evaluación Sensorial**
  - Contamos con la certificación de NORMEX
- **Programa de Administración y Certificación de proveedores**

México, D.F. Tel. (55) 5273 5077 Fax. (55) 2614 1142 ventas.mx@silliker.com.mx  
 Querétaro, Qro. Tel. (442) 216 16 33 Fax. (442) 215 42 18 ventas.qro@silliker.com.mx  
 Guadalajara, Jal. Tel. (33) 38254006 Fax. (33) 38254009 ventas.gdl@silliker.com.mx

Somos una empresa Aprobada, Acreditada y Certificada ante entidades como: SAGARPA, SSA, EMA, NORMEX y A2LA

■ ■ ■ FIGURA 2: Promedio de los ocho sensores de SnO<sub>2</sub> sobre la CP<sub>1</sub> en aceites de oliva extra-virgen (AOEV) de: (a) varietales Arauco (ARA) y (b) varietales Arbequina (ARB) expuestos a la luz (tl ■) y a la oscuridad (to ■) en función del tiempo (semanas)



señales de los sensores con el fin de transformar los datos a una forma adecuada para los tratamientos posteriores. Seguidamente, los datos procesados pueden analizarse mediante diversas técnicas estadísticas: Análisis de componentes principales (PCA), Análisis de agrupaciones (CA), SIMCA (Soft Independent Modelling Class Analogy), KNN (K-Nearest Neighbours) y la regresión por componentes principales (PCR)<sup>5</sup>.

## APLICACIONES

Desde el año 1998, el CINSO (Centro de Investigaciones en Sólidos, hoy CINSO-CITEDEF, Unidad ejecutora UNIDEF-MINCEP-CONICET), ha trabajado con un prototipo de nariz electrónica denominada MOSES II. Fue diseñado entre la Universidad de Tübingen (Alemania), Lennartz Elektronische GmbH y el CIN-

SO. La nariz consta de 16 sensores, ocho sensores de microbalanza de cuarzo con diferentes recubrimientos poliméricos y ocho semiconductores de óxido de estaño dopados. Dicha nariz nos permite realizar la huella digital del olor a través de las señales obtenidas de los sensores.

A su vez desde el año 2011, el CINSO cuenta con otra nariz electrónica denominada ALPHA Heracles. Este equipo tiene la particularidad de ser una nariz electrónica por cromatografía gaseosa, acoplado a dos detectores de ionización de llama (FID). La misma se caracteriza por ser portátil y rápida; permitiendo no sólo obtener la huella digital del olor a través de sus señales, sino la detección de compuestos volátiles entre C5-C25, debido a las columnas de diferente polaridad que posee (DB5 apolar y DB1701 ligeramente polar). A continuación se explicarán brevemente, y como ejemplos, algunos de los te-

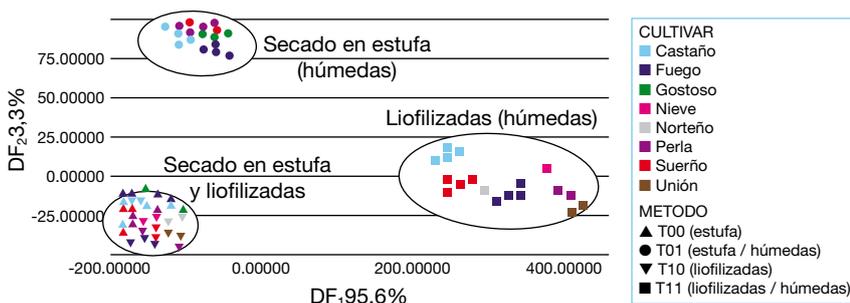
mas desarrollados en el CINSO con la nariz electrónica MOSES II.

■ **Efecto de la luz en el perfil de olor de aceites de oliva extra-virgen:** se evaluaron los cambios en el perfil del olor en aceite de oliva extra-virgen (AOEV) de varietales Arauco (ARA) y Arbequina (ARB). Los aceites se expusieron a luz artificial (tl) y a la oscuridad (to) durante 24 semanas<sup>6</sup>. El Análisis de Componentes Principales aplicado a los datos obtenidos mediante la nariz electrónica, mostró cambios en el perfil de olor expuesto a la luz y a la oscuridad, siendo notable el cambio en el olor para Arbequina y Arauco a partir de las semanas 6 y 12, respectivamente (Figura 2).

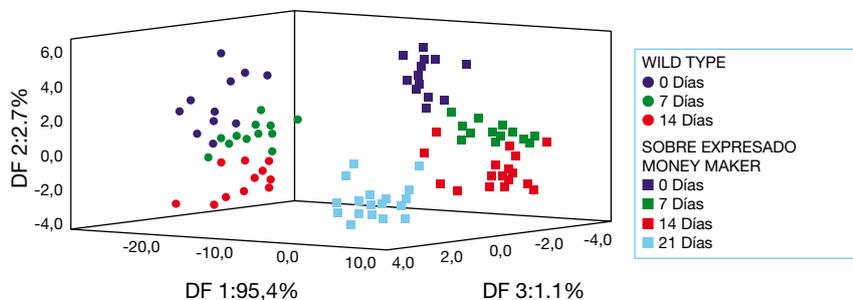
■ **Estudio del perfil de olor en polvos de ajos deshidratados:** se evaluaron cultivares de ajos deshidratados para caracterizar el perfil de olor entre cultivares y por método de deshidratación. Las muestras fueron deshidratadas por dos métodos diferentes: liofilización y secado por estufa. Los datos obtenidos por nariz electrónica revelaron que las muestras fueron separadas por su perfil de olor, por varietal y de acuerdo con el método de deshidratación. A su vez, cuando se hidrataron, se observó una mayor liberación del olor en las muestras liofilizadas en comparación con las deshidratadas por estufa (Figura 3)<sup>7</sup>.

■ **Maduración organoléptica de tomates transgénicos cv Money Maker en post cosecha:** cambios en el perfil de olor en la maduración organoléptica de

■ ■ ■ FIGURA 3: Análisis discriminante de los datos obtenidos de la Nariz Electrónica para varietales de aliáceas tratadas por dos métodos de deshidratación y con muestras hidratadas



■ ■ ■ FIGURA 4: Análisis discriminante de los datos obtenidos de la Nariz Electrónica para tomates transgénicos ■ (Money Maker sobre-expresado) y no transgénicos ● (Wild Type) durante 21 días de almacenaje.



líneas de tomates transgénicos cv Money Maker con el gen *Asr1* sobre-expresado bajo el promotor constitutivo 35S y el promotor B33 de la patatina de papa, fueron monitoreados durante 21 días. Las muestras fueron analizadas cada 7 días. Análisis de discriminante canónico fue aplicado en los datos obtenidos me-

dante la nariz electrónica, mostrando tres componentes DF1, DF2 y DF3 que explicaron el 99,2% de la varianza total. Para la línea de tomates Wild Type (no transgénica), se obtuvieron 3 grupos de acuerdo al tiempo de almacenaje (0, 7 y 14 días). En cambio, para la línea de tomates Money Maker (transgénica), se

obtuvieron 3 grupos de acuerdo al tiempo de almacenaje (0, 7, 14 y 21 días). El período correspondiente a 7 y 14 días no presentó diferencias en el perfil de olor para la línea de tomates Money Maker. Se observó que los tomates Wild Type (no transgénicos) mostraron maduración a los 14 días, en cambio la línea transgénica de tomates mostró maduración a partir del día 21 (Figura 4).

## CONCLUSIONES

Los estudios llevados a cabo con la nariz electrónica MOSES II, basados en el sistema espacio de cabeza, fueron satisfactorios y mostraron que esta técnica puede tener gran aplicación, no solamente para la industria del alimento sino en otras áreas de interés. La incorporación de la nueva nariz nos permitirá realizar muestreos directamente en campo como así evaluar los posibles compuestos volátiles en forma simultánea al análisis. ▀

Excelencia en la producción de materias primas para alimentos saludables

**VEX FOOD**  
VEGETABLE EXTRACTS FOR FOOD

- Extractos vegetales ideales para ser aplicados en aguas saborizadas, jugos de fruta y productos lácteos.
- Libres de alcohol.
- Transparentes.
- Características sensoriales agradables, permitiendo en muchos casos mejorar significativamente el sabor.



**MICROEMULSIONES DE VITAMINAS, MINERALES Y/O AMINOACIDOS DE EXELENTE PERFORMANCE.**

**NATUFARMA**

Simón de Iriondo 3326 - Esperanza (Santa Fe) - Tel/Fax (03496) 420153 / 421335 420495  
Dir. Téc. Dr. Raúl Coraglia (Farmacéutico) - [www.natufarma.com](http://www.natufarma.com)  
[clientes@natufarma.com.ar](mailto:clientes@natufarma.com.ar) - Atención al consumidor: 0800-444-LNATU (56288)