

Artículo Original | Original Article

## **Análisis del aroma de las gotas de papaya mediante los métodos de nariz electrónica y aceptabilidad sensorial**

[analysis the flavor of papaya drops by the methods of electronic nose and sensory acceptability]

**Alessandra AC PAGANI<sup>1</sup>, Mariana DC OLIVEIRA<sup>1</sup>,  
Carlos AV CARDOSO<sup>2</sup> & Maria Aparecida AP SILVA<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Departamento de Tecnologia de Alimentos; <sup>2</sup>Departamento de Engenharia Elétrica; Universidade Federal de Sergipe  
49100-000, UFS - São Cristóvão, SE, Brasil.*

*Contactos | Contacts: Alessandra A Castro PAGANI - E-mail address: [alessandra@ufs.br](mailto:alessandra@ufs.br)*

---

**Abstract:** The objective of this study was to evaluate the behavior of the flavor of papaya drops during refrigerated storage and to correlate the data generated from the electronic nose with that of the sensory analysis. The drops were obtained by basic spherization process of the papaya pulp. After drops were obtained they were subjected to sensory evaluation and the electronic nose for 16 days of storage at +5° C. Sensory data showed a slight decrease of acceptance ( $p \leq 0.05$ ). The results generated by the electronic nose showed there were subtle changes in the flavor during storage, with a small increase in the concentration of organic solvents and the concentration of ammonia and hydrogen sulfide. There was a good correlation between sensory analysis data generated by the sensors of the electronic nose.

**Keywords:** electronic nose, sensory analysis, papaya, spherification

**Resumen:** El objetivo del estudio fue evaluar el comportamiento del aroma de las gotas de papaya durante el almacenamiento refrigerado y hacer una correlación de los datos generados de la nariz electrónica con los datos del análisis sensorial. Las gotas fueron obtenidas por un proceso de esferificación básica de la pulpa de papaya. Después de la obtención, estas fueron sometidas a evaluaciones sensoriales y con el equipo de la nariz electrónica durante 16 días de almacenamiento a + 5° C. Los datos sensoriales obtenidos con el almacenamiento mostraron una ligera disminución de la aceptación ( $p \leq 0,05$ ). Los resultados generados por la nariz electrónica mostraron que hubo cambios sutiles en el aroma durante su almacenamiento, con un pequeño aumento en la concentración de disolventes orgánicos y en la concentración de amoníaco y sulfuro de hidrógeno. Se observó una buena correlación entre los datos del análisis sensorial y los generados por los sensores de la nariz electrónica.

**Palabras clave:** Nariz electrónica; análisis sensorial; papaya; esferificación

**Recibido | Received:** 5 de Octubre de 2012

**Aceptado en versión corregida | Accepted in revised form:** 21 de Octubre de 2013

**Publicado en línea | Published online:** 30 de Marzo de 2014

**Este artículo puede ser citado como / This article must be cited as:** AAC Pagani, MDC Oliveira, CAV Cardoso, MAAP Silva. 2014. Análisis del aroma de las gotas de papaya mediante los métodos de nariz electrónica y aceptabilidad sensorial **Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromat** 13(2): 163 – 170.

## INTRODUCCIÓN

La papaya (*Carica papaya* L.) es una de las frutas más comunes en casi todos los países de la América Tropical. Fue descubierta por los españoles en la región comprendida entre el sur de México y el norte de Nicaragua. Después de este descubrimiento, la papaya fue ampliamente distribuida en varias regiones tropicales, llegando a los 32° de latitud norte y sur, siendo posiblemente introducida en el Brasil en 1587 (UAGRO, 2010). Actualmente, la papaya es una de las frutas más cultivadas y consumidas en las regiones tropicales y subtropicales del mundo. Sus frutos son excelentes fuentes de calcio, pro-vitamina A y vitamina C (ácido ascórbico), por eso es utilizada en dietas alimentarias. La papaya es consumida como fruta fresca siendo muy apreciada por sus características sensoriales, color, aroma, sabor dulce y pulpa levemente perfumada. Su coloración varía de amarillo a rojo (Chitarra y Chitarra, 1990). Además la papaya es una fruta que se caracteriza por tener una vida pos-cosecha relativamente corta, completando su madurez en aproximadamente una semana en condiciones ambientales normales. Por eso es interesante el desarrollo de productos nuevos con esta fruta tan apreciada y que mantenga las características originales. La esferificación es un nuevo método de procesamiento de alimentos, pudiendo ser aplicada a la pulpa de frutas. La técnica consiste en realizar una reacción que finaliza con el aprisionamiento de un líquido dentro de una película o una gelificación controlada, dependiendo de algunos parámetros físicos, después de la reacción, el producto final puede ser presentado en diferentes formas (esferas, gotas, hilos, etc.) con esta tecnología se puede generar un producto nuevo con una gran aceptación. Consecuentemente, se torna interesante la aplicación de esta técnica en la concepción de nuevos productos, como también para la evaluación de los diferentes parámetros de calidad como: fisiológicos, nutricionales y atributos sensoriales como sabor, textura y aroma. La disminución de la calidad y el fin de la vida útil de un alimento son generalmente consecuencias del efecto de una o más de estas propiedades. En el desarrollo de nuevos productos, un punto clave es la determinación de la vida útil del mismo. Monitoreando los parámetros anteriores, los atributos sensoriales pueden determinar el final de la vida útil del producto. Existen varias técnicas para monitorear estos parámetros, una de estas es el análisis sensorial que se basa en la utilización de los sentidos humanos para evaluar la calidad de los

alimentos. De los procesos de control de calidad a los que se somete un alimento para autorizar su comercialización, el análisis sensorial es considerado el más subjetivo de todos y, en consecuencia, el que menos certeza ofrece. De manera habitual, es realizado por un grupo de personas dedicado a probar los alimentos que pueden o no estar entrenados en esa actividad. Técnicas emergentes, que presentan estrecha correlación con datos sensoriales, están siendo desarrolladas como herramientas alternativas a las evaluaciones sensoriales. Dentro de esas técnicas, está la nariz electrónica, una herramienta relativamente nueva, que puede ser usada para monitorear la seguridad y calidad de un producto, generando respuestas instantáneas. La nariz electrónica (equipo) es un dispositivo compuesto por un sistema de sensores químicos y un sistema electrónico asociado a algoritmos de inteligencia artificial, el cual ha sido aplicado en muchas áreas. La identificación química es realizada a través de la comparación del padrón de respuesta del sensor de vapor con patrones previamente establecidos de vapores conocidos (Nagle *et al.*, 1998). Las aplicaciones de esta nueva técnica en el área de alimentos y bebidas incluyen la inspección de la naturaleza y de la calidad de los ingredientes, control del proceso de fabricación, y, finalmente, acompañamiento del producto final para la determinación de su validez. Con este objetivo, fueron realizados varios estudios correlacionando los datos sensoriales con los resultados generados por la nariz electrónica. En los estudios de Nagle *et al.* (1998) el desempeño de una nariz electrónica fue comparado con los resultados del análisis sensorial en dos alimentos diferentes: pasta de tomate y leche UHT. Según los autores las conclusiones de los dos métodos se mostraron coherentes. Este resultado no es trivial, en principio, no hay razones a priori para un comportamiento semejante entre los sentidos humanos y la nariz electrónica, por que se basan en diferentes paradigmas, principalmente en el principio de funcionamiento de los sensores. En el caso del tomate, el análisis por la nariz electrónica confirmó la clasificación del tomate efectuada de acuerdo con una inspección visual de los frutos cosechados. Recientemente en el laboratorio de Ingeniería Eléctrica de la UFS fue desarrollado por Santos *et al.* (2010) una nariz electrónica multipropósito con sensores químicos no selectivos. Este sistema fue inicialmente destinado al reconocimiento automático de bebidas alcohólicas, aunque también puede ser

aplicado a otros alimentos como el evaluado en este trabajo de investigación. De acuerdo a lo expuesto, el presente trabajo tuvo como objetivo elaborar un producto nuevo y analizar el comportamiento aromático, producto elaborado con una tecnología emergente y teniendo como base la pulpa de papaya, la cual fue bautizada con el nombre de “gotas de papaya”. Para evaluar el comportamiento aromático de las gotas de papaya, almacenado a +5° C por 16 días, fueron utilizadas dos técnicas: Evaluación Sensorial y nariz electrónica, cuyos datos fueron luego correlacionados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Material Vegetal y Selección*

Los frutos de papaya “Formosa” fueron obtenidos en el mercado local de la ciudad de Aracaju – SE/ Brasil y seleccionados según los criterios siguientes: Estado de maduración: con 50% a 75% de cascara amarilla (maduro), libres de infección y defectos físicos.

### *Higienización y obtención de la pulpa de papaya*

El pre-lavado fue realizado manualmente con agua corriente en abundancia retirando las impurezas macroscópicas. Luego los frutos fueron sanitizados sumergiendo las muestras en una solución de hipoclorito de sodio 200 ppm durante 15 min. En seguida las muestras fueron lavadas para retirar totalmente el hipoclorito de sodio. La pulpa de papaya fue obtenida con la utilización de una despulpadora de la marca Itametal.

### *Proceso de Esferificación Básica*

Las gotas fueron obtenidas a través del proceso de esferificación básica de la pulpa de papaya. Para el proceso de esferificación se prepararon dos soluciones. **Solución (1):** 1 g de alginato de sodio para cada 100 mL de pulpa de papaya. Para la preparación de esta solución se utilizó un homogeneizador marca Philips, modelo RI1341 con 300 Watts de potencia. **Solución (2):** 5 g de clorato de calcio disueltos en 500 mL de agua. La **solución (1)** fue goteada con auxilio de una jeringa con capacidad de 60 mL sobre la **solución (2)**. Después de la obtención de las gotas, estas fueron acondicionadas en frascos de vidrio y de polipropileno con capacidad de 50 g y refrigeradas a +5° C para ser sometidas a la evaluación sensorial (Figura 1).



**Figura 1**  
**Procesamiento de las gotas de papaya**

### *Evaluación Sensorial*

La evaluación sensorial fue realizada por un panel de 50 degustadores potenciales del producto durante 16 días de almacenamiento (+5° C). Los jueces fueron los mismos a cada tiempo de evaluación, fue analizada la aceptabilidad del aroma del producto utilizando una escala hedónica estructurada de 9 puntos (1= no me agradó extremadamente; 5 = no me agradó/no me desagradó; 9 = me agradó extremadamente). Los resultados fueron analizados por regresión lineal simple, considerándose el tiempo de almacenamiento como variable independiente y las medias hedónicas generadas por el grupo de degustadores como variable dependiente, se aplicó la prueba de Tukey con 5% de significancia ( $p \leq 0,05$ ), con uso del software estadístico SAS 8,02 (SAS, Institute, Cary, NC).

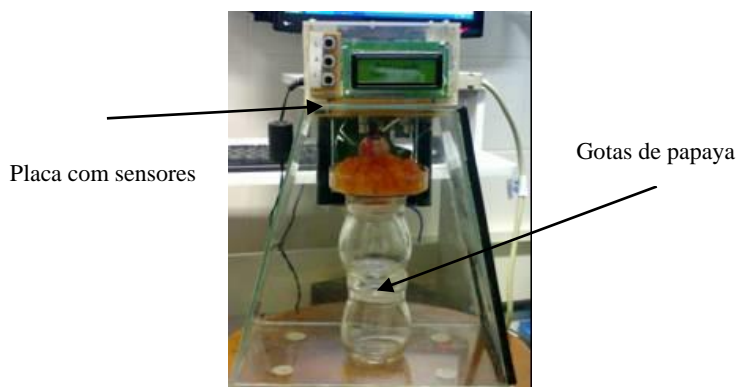
### *Nariz Electrónica*

La evaluación con la nariz electrónica fue realizada durante 16 días de almacenamiento. En este análisis la pulpa de la papaya recién procesada fue utilizada como patrón, las gotas fueron acondicionadas en el sistema para ser analizadas (Figuras 2 y 3). Después del tiempo de concentración de los gases volátiles en la cámara, el sistema inicia de lectura de la respuesta de los sensores a los compuestos volátiles de las gotas observando la evolución de los sensores en un entorno gráfico. Los sensores utilizados fueron TGS 2602 y TGS 2620 para la detección de amoníaco y sulfuro de hidrógeno y disolventes orgánicos, respectivamente.



**Figura 2**

**Sistema completo de nariz electrónica, siendo (1) la nariz electrónica (2) el ambiente gráfico de adquisición y almacenamiento de datos**



**Figura 3**

**Gotas de papaya en la cámara de adquisición de gases de la nariz electrónica**

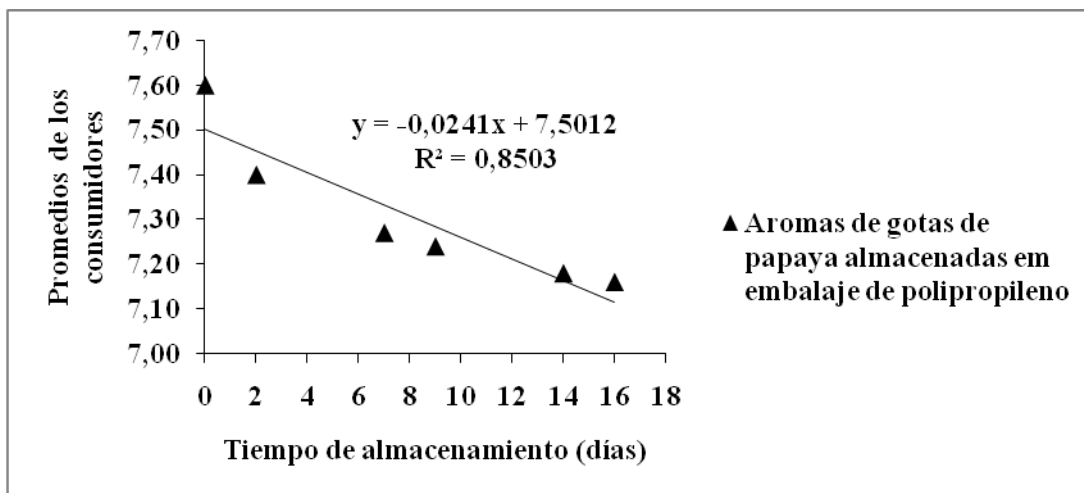
## RESULTADOS Y DISCUSION

### *Evaluación sensorial del aroma de las gotas de papaya*

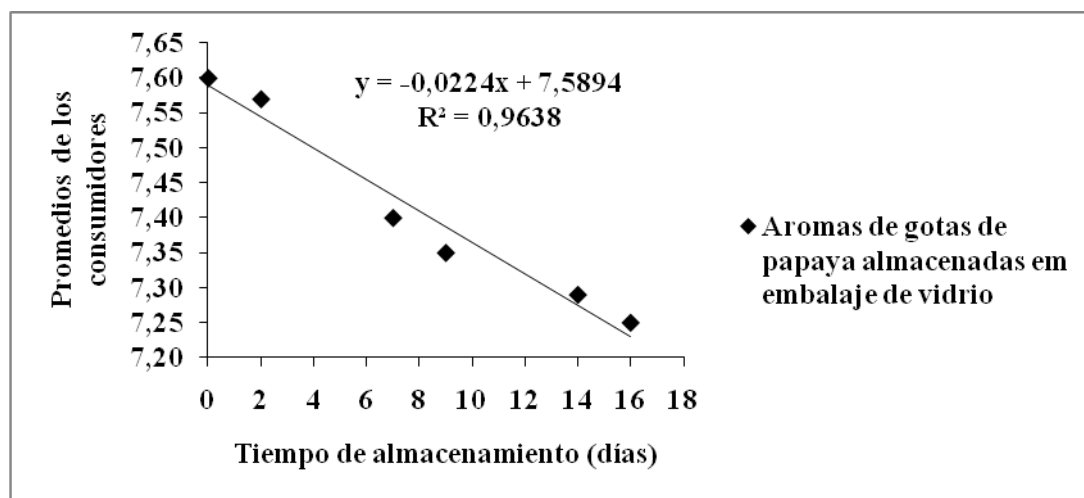
Regresiones lineales ( $p \leq 0.05$ ) entre los valores hedónicos atribuidos por los jueces al aroma de las gotas de papaya y el tiempo de almacenamiento del producto, mostraron una ligera caída en la aceptación del aroma (Figuras 4 y 5) durante la validez del producto independientemente del embalaje.

Entretanto, durante todo el período de almacenamiento, el aroma de las gotas de papaya obtuvieron medias superiores a siete que corresponde la categoría hedónica “Me gustó moderadamente”, demostrando que a pesar de que ocurrió una pérdida de calidad del producto, su aroma mantuvo un nivel de aceptabilidad por parte de los consumidores hasta el 16° día de almacenamiento. Resultados similares fueron encontrados por Trigo (2010) cuando evaluó las alteraciones sensoriales en papayas mínimamente procesadas y sometidas a tratamientos con revestimientos comestibles. Los datos obtenidos mostraron que hasta el 15° día de almacenamiento las notas atribuidas a las muestras siempre estuvieron arriba de 6, indicando buena aceptación del aroma del producto. Besinela Júnior *et al.* (2010) estudiaron el efecto de diferentes biopolímeros en el revestimiento de la papaya mínimamente procesada y observando que el aroma de los grupos tratados no presentó diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) en relación al control hasta el tercer día, cuando apenas el grupo tratado con alginato presentó notas semejantes a las del control. Como en el procesamiento de las gotas de papaya se utilizó alginato, se puede decir que este biopolímero tiene impacto positivo en la conservación del aroma de productos de papaya. Shinagawa (2009) evaluó las características bioquímicas de la pulpa de papaya procesada por alta presión hidrostática y al evaluar las características sensoriales observó que las muestras control, presurizada y pasteurizada no diferían en relación al atributo aroma característico del néctar de papaya y alcanzaron medias superiores a las muestras comerciales, tales medias variaron entre 6,5 e 5,8. Analizando estos estudios se percibe que los tratamientos tecnológicos de un modo general, tienen gran impacto en la estabilidad sensorial de la papaya, especialmente el aroma, el que también fue verificado en el nuevo producto desarrollado en este trabajo.

Con relación a los embalajes estudiados, se observó que los datos experimentales del aroma de las muestras acondicionadas tuvieron ajuste aceptable ( $R^2 = 0,85$ ) para el embalaje de polipropileno y de vidrio ( $R^2 = 0.96$ ; Figuras 4 y 5).



**Figura 4**  
**Aceptación del aroma de gotas de papaya almacenadas en embalaje de polipropileno por 16 días**



**Figura 5**  
**Aceptación del aroma de gotas de papaya almacenadas en embalaje de vidrio por 16 días**

No hubo diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ ) en cuanto al aroma durante el almacenamiento en los dos embalajes. Lima *et al.* (2005) evaluando la calidad sensorial de las papayas mínimamente procesadas después de 4 días de almacenamiento a  $10^\circ \text{C}$  con el agregado de agentes anti-oscorecimiento, antimicrobiano y utilización de diferentes películas plásticas, observó que las notas para el aroma resultaron de alrededor de 5,76 a 7,71.

#### ***Evaluación del aroma con la Nariz Electrónica***

Con relación a los resultados obtenidos con el análisis de la nariz electrónica (Figuras 6 y 7), fue posible verificar que con el pasar de los días de almacenamiento, en los dos tipos de embalaje, ocurrió un aumento en la concentración de los solventes orgánicos y una disminución en la concentración de amonio y del sulfuro de hidrógeno, lo que puede haber ocurrido debido a la degradación de las gotas de papaya durante el almacenamiento. También fue posible observar que en el embalaje de polipropileno la concentración de los gases de solventes orgánicos, amonio y sulfuro de hidrogeno fue mayor, lo que puede indicar una mayor degradación de las gotas con ese tipo de embalaje. Moretti *et al.* (2000) utilizaron la nariz electrónica como una técnica no-destructiva para la detección de desorden fisiológico causado por impacto en frutos de tomate, los mismos observaron las variaciones de las concentraciones de gas carbónico y etileno en correlación con la apariencia de los tomates. Los resultados obtenidos con esta tecnología muestran la potencialidad de su utilización en la determinación no-destructiva de la calidad de los tomates frescos en industrias y supermercados, con un costo relativamente menor y mayor rapidez comparativamente a las técnicas analíticas. Riva *et al.* (2001) correlacionaron la respuesta de una nariz electrónica con el grado de frescor de la achicoria y zanahoria mínimamente procesadas en cuanto a la

coloración y a la ocurrencia de enfermedades. Ellos emplearon el análisis de componentes principales y concluyeron que el primer componente principal era correlacionado con la población microbiana y el índice de color, indicando que el equipo podría, potencialmente, ser un sustituto de otros métodos para aquellas evaluaciones. Benedetti *et al.* (2004) utilizaron la nariz electrónica para clasificar miel, setenta muestras de miel de diferentes orígenes geográficas y botánicas diferentes fueron analizadas con una nariz electrónica. Los resultados sugerían que la nariz electrónica puede ser una herramienta útil para la caracterización y control de miel. Sipos *et al.* (2011) estudiaron la comparación entre nuevas técnicas de evaluación sensorial con la integración de la nariz electrónica, analizaron los aromas de té negro de diferentes plantaciones de Sri Lanka y observaron una estrecha relación entre los resultados del análisis sensorial y los obtenidos con la nariz electrónica.

En este trabajo se puede afirmar que los resultados del análisis sensorial (Figuras 4 y 5) están en concordancia con el análisis de aromas con la nariz electrónica (Figuras 6 y 7), pues fue posible observar que los valores hedónicos atribuidos por los consumidores al aroma disminuyeron mientras que ocurrió un aumento en la concentración de los solventes orgánicos detectados con los sensores de la nariz electrónica, indicando una pequeña degradación de las gotas almacenadas.

Los datos experimentales del aroma obtenidos con la utilización de la nariz electrónica para compuestos volátiles de amonio y sulfato de hidrógeno de las gotas almacenadas, tuvieron un buen ajuste ( $R^2 = 0,96$ ) para el embalaje de polipropileno y de vidrio ( $R^2 = 0,98$ ). Las respuestas sensoriales de la nariz electrónica a los solventes orgánicos volátiles de las gotas de papaya también presentaron un buen ajuste ( $R^2 = 0,88$ ) para el embalaje de polipropileno y para el de vidrio ( $R^2 = 0,93$ , Figuras 6 y 7).

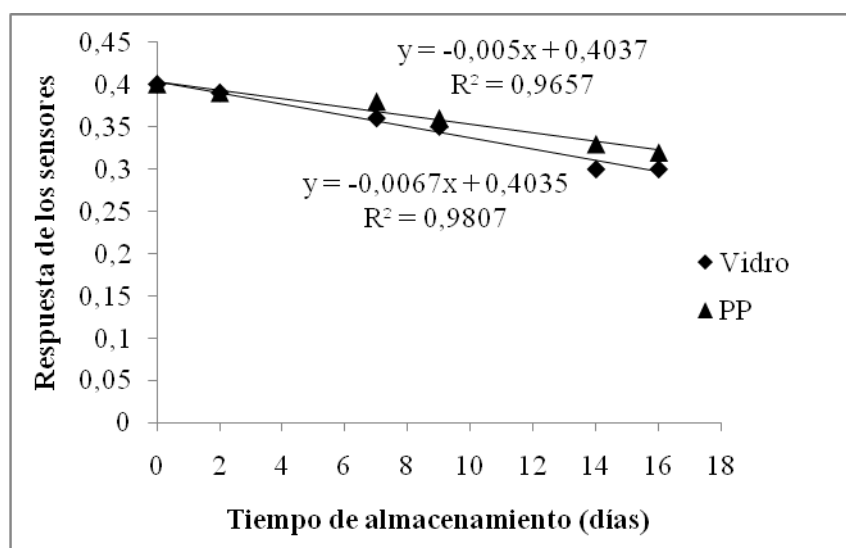


Figura 6

Respuestas sensoriales del nariz electrónico a los compuestos volátiles de amonio y sulfato de hidrogeno de las gotas de papaya almacenadas en embalaje de vidrio y de polipropileno por 16 días

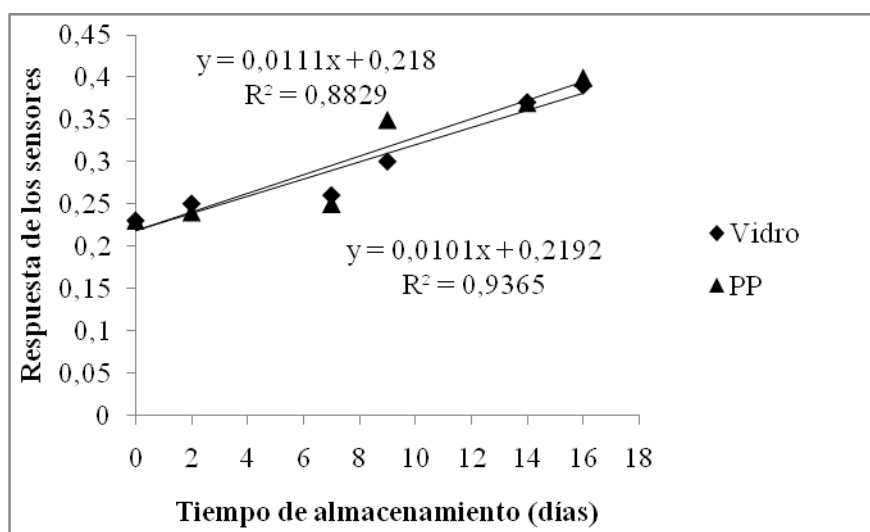


Figura 7

Respuestas sensoriales de la nariz electrónica a los compuestos volátiles orgánicos de las gotas de papaya almacenadas en embalaje de vidrio y de polipropileno por 16 días.

## CONCLUSIÓN

La tecnología de gelificación/esferificación genera productos con estabilidad sensorial buena. Las dos técnicas utilizadas para evaluar las alteraciones del aroma durante el almacenamiento del producto se mostraron eficaces y los datos obtenidos por la nariz electrónica expresaron que el sistema desarrollado puede tornarse una herramienta útil en el monitoreo

de la calidad de productos alimenticios en complementación con el análisis sensorial.

## REFERENCIAS

Benedetti S, Mannino S, Sabatini G, Marcazzan GL. 2004. Electronic nose and neural network use for the classification of honey. *Apidologie* 35: 397 - 402.

- Besinela Júnior E, Monarim MMS, Camargo M, Mahl CRA, Simões MR, Silva FS. 2010. Efeito de diferentes biopolímeros no revestimento de mamão (*Carica Papaya* L) minimamente processado. **Rev Varia Scientia Agrárias** 1: 131 - 142.
- Chitarra MN, Chitarra AD. 1990. Pós-colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, Ciudad de Lavras Província de Minas Gerais, Brasil.
- Lima ÁS, Ramos ALD, Marcellini PS, Batista RA, Faraoni AS. 2005. Adição De Agentes Anti-escurecimento, Antimicrobiano E Utilização de Diferentes Filmes Plásticos, Em Mamão Minimamente Processado. **Rev Bras Frutic** 27: 149 - 152.
- Moretti, CL, Sargent, SA, Balaban MO, Puschmann R. 2000. Nariz eletrônico: tecnologia não destrutiva para a detecção de desordem fisiológica causada por impacto em frutos de tomate. **Hort Bras** 18: 20 - 23.
- Nagle H, Gutierrez-Osuna R, Schiffman S. 1998. The how and why of electronic noses. **IEEE Spectrum** 35: 22 - 34.
- Natale DC, Macagnano A, Paolesse R, Mantini A, Tarizzo E, D'amico A, Sinesio F, Bucarelli FM, Moneta E, Quaglia GB. 1998. Electronic nose and sensorial analysis: comparison of performances in selected cases. **Sensors and Actuators B Chemical** 50: 246 - 252.
- Riva M, Benedetti S, Mannino S. 2001. Shelf life of fresh cut vegetables as measured by an electronic nose: preliminary study. **Ital J Food Sci** 13: 201 - 212.
- Santos RR, Cardoso CAV, Hidalgo AR. 2010. **Sistema Inteligente Portátil de Identificação de Odores**. XVIII Congresso Brasileiro de Automática; Mato Grosso do Sul, Brasil.
- Shinagawa FB. 2009. **Avaliação das características bioquímicas da polpa de mamão (*Carica Papaya* L.) processada por alta pressão hidrostática**. 133p. Disertación (Maestría en Tecnología de Procesos Químicos y Bioquímicos). Escola de Química, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Ilha do Fundão, RJ, Brasil.
- Sipos L, Kovács Z, Szöllösi D, Kókai Z, Dalmadi I, Fekete A. 2011. Comparison of novel sensory panel performance evaluation techniques with e-nose analysis integration. **J Chemometrics** 25: 275 - 286.
- Trigo JM. 2010. **Qualidade de mamão 'formosa' minimamente processado utilizando revestimentos comestíveis**. Disertación de maestria en Ciencias. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura "Luiz Queiroz". Piracicaba, SP, Brasil.
- UAGRO. Unidade de Atendimento Coletivo – Agronegócios. 2010. O Cultivo do mamão no Brasil. Disponível em: <http://agropecuariadepequenoporte.wordpress.com/2010/10/13/o-cultivo-do-mamao-do-brasil/>  
Acesso em: Febrero de 2014.