

## DETECCIÓN DE VINOS PERUANOS CON DIFERENTES TIEMPOS DE EXPOSICIÓN AL AMBIENTE UTILIZANDO NARICES ELECTRÓNICAS

*Data de aceite: 02/05/2022*

### **María del Rosario Sun Kou**

Sección de Química, Departamento de Ciencias, Pontificia Universidad Católica del Perú. San Miguel, Lima, Perú  
<https://orcid.org/0000-0002-0432-3013>

### **Henry Cárcamo Cabrera**

Sección de Química, Departamento de Ciencias, Pontificia Universidad Católica del Perú. San Miguel, Lima, Perú  
<https://orcid.org/0000-0003-2229-2115>

### **Ana Lucía Paredes-Doig**

Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Ingeniería. Rímac, Lima, Perú  
<https://orcid.org/0000-0002-7180-2823>

### **Elizabeth Doig-Camino**

Sección Matemáticas, Departamento de Ciencias, Pontificia Universidad Católica del Perú. San Miguel, Lima, Perú  
<https://orcid.org/0000-0002-2407-0738>

### **Gino Picasso**

Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Ingeniería. Rímac, Lima, Perú  
<https://orcid.org/0000-0002-5553-5278>

### **Adolfo La Rosa-Toro Gómez**

Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Ingeniería. Rímac, Lima, Perú  
<https://orcid.org/0000-0001-8143-9936>

**RESUMEN:** En este trabajo se presentan los resultados del análisis de la selectividad, estabilidad y reproducibilidad de las señales

de sensado obtenidos de los sensores a base de óxido de estaño dopados con paladio y/o platino (en concentraciones bajas), con y sin recubrimiento de zeolita (se trabajó con dos narices electrónicas), en contacto con seis vinos peruanos semisecos con diferentes tiempos de exposición al ambiente. Para este estudio se midieron las señales de sensado del aroma de los vinos inmediatamente después de descorcharlos (0 horas) y luego de estar expuesto al ambiente durante 24 h y 168 h (7 días). La señal de respuesta de los sensores dopados con paladio, en contacto con el aroma de los vinos que fueron expuestos al ambiente por 24 h en comparación con los valores obtenidos por los mismos sensores en contacto con los vinos sin exposición al ambiente; esto se puede deber al mayor contenido de alcohol, como resultado de la fermentación del vino expuesto al ambiente. Y fue más notorio con los vinos Ocucaje Borgoña, Taberbero Borgoña y Taberbero Gran Rosé. Por otro lado, se observó que la intensidad de la señal de sensado en los sensores dopados con platino se incrementó respecto de la obtenida con los sensores dopados con paladio. Sin embargo, en la mayoría de los casos, dicha intensidad no varía apreciablemente al comparársela con la obtenida en contacto con el vino sin exposición al ambiente; lo que parece indicar que los sensores dopados con platino presentan mayor selectividad, pero menor sensibilidad. La intensidad de la señal obtenida con los vinos expuestos al ambiente por 168 h se incrementó con los sensores dopados con Pt sin recubrimiento de zeolita: 0,1%Pt/SnO<sub>2</sub> (en contacto con los vinos Tacama Rosé y Santiago Queirolo Rosé), 0,2%Pt/SnO<sub>2</sub> (en

contacto con los vinos Ocucaje Borgoña y Santiago Queirolo Magdalena), con el resto de los sensores la señal varió un poco; y en general, continuó siendo mayor comparada con la obtenida con los sensores dopados con paladio sin recubrimiento de zeolita. En el caso de los sensores dopados con Pt y con recubrimiento de zeolita en contacto con los vinos expuestos al ambiente por 168 h si se observó que la intensidad de la señal de sensado descendió en los sensores 0,1%Pt/SnO<sub>2</sub>-Z y 0,2%Pt/SnO<sub>2</sub>-Z. Los vinos que se emplearon fueron Ocucaje Borgoña, Tabernerero Borgoña, Santiago Queirolo Magdalena y Santiago Queirolo Rosé, se desconoce la causa real de este efecto. En este estudio se evidenció que el recubrimiento de zeolita en los sensores incrementa la intensidad de la señal de sensado, debido posiblemente a que la zeolita actúa de dos formas, una como catalizador formando compuestos más sensibles a los sensores y otra como tamiz molecular, reteniendo los componentes volátiles en su superficie, favoreciendo de este modo la interacción de éstos con el sensor. A medida que el vino está más expuesto al ambiente, éste reacciona formando nuevos componentes que interaccionan con los sensores, en la mayoría de los casos en forma positiva y en otras en forma negativa, como sucedió con los sensores de óxido de estaño dopados con platino con recubrimiento de zeolita.

## INTRODUCCIÓN

La nariz electrónica posee características diferentes a las técnicas cromatográficas para el análisis del aroma de los alimentos o bebidas. Es un sistema que permite hacer un análisis de corto tiempo, permite además detectar y procesar la fracción volátil del alimento de forma global, al igual que lo hace la nariz humana, permitiendo clasificar los diferentes alimentos en función de su similitud aromática, aunque no determina la composición de dicho aroma [1].

La nariz electrónica se define como un instrumento dotado de sensores químicos y de un programa quimiométrico de reconocimiento de modelos, que es capaz de reconocer y comparar olores individuales o complejos. Al igual que el sistema olfativo humano, su objetivo es relacionar el aroma que se percibe con una respuesta que, tras ser almacenada en la memoria, servirá como modelo en posteriores análisis [2].

Existe una variedad amplia de sensores de gas, tanto comerciales como en investigación, los cuales en función del proceso de detección pueden categorizarse en sensores químicos, de vibración (masa), conductivos, capacitivos, termométricos, calorimétricos, electroquímicos, ópticos y biológicos [3].

En el proyecto se ha planteado desarrollar un sistema de detección de gases que permita medir la respuesta de un conjunto de sensores de óxidos metálicos [4], específicamente sensores de óxido de estaño dopados con metales nobles [5,6] y óxido de estaño modificado con zeolita, para que en conjunto con algoritmos de reconocimiento de patrones configuren una nariz electrónica [7] que sea capaz de diferenciar aromas de vinos peruanos.

Capone et al. [8] estudiaron los componentes volátiles de dos diferentes vinos

típicos de Apulian-Italia mediante cromatografía de gases acoplado con espectrometría de masas (GC-MS) y los compararon con una nariz electrónica (E-nariz). Las respuestas obtenidas de los sensores que componían la nariz electrónica fueron analizadas mediante el programa de Análisis de Componentes Principales (PCA) para investigar la capacidad de discriminación del conjunto de sensores en contacto con los vinos, donde obtuvieron resultados satisfactorios que permitieron diferenciarlos.

García et al. [9] estudiaron la diferenciación entre diferentes vinos de la misma variedad de uvas que provenían de la misma bodega, haciendo uso de una nariz electrónica. Los resultados obtenidos mostraron que la nariz electrónica fue capaz de identificar los vinos probados.

En el presente trabajo, se logró observar la estabilidad, reproducibilidad y selectividad de sensores de SnO<sub>2</sub> dopados midiéndose estos cuando se detectaron vinos peruanos semisecos en dos narices electrónicas.

## **METODOLOGÍA**

### **Detección de la fracción volátil (aroma) de los vinos peruanos**

Para cada ensayo se utilizó aproximadamente 100 mL de vino, que fue depositado en un burbujeador diseñado de manera tal que permitiera separar la fracción volátil del vino y con ayuda de una bomba se transportaba dicha fracción hacia la cámara de gases donde estaba ubicado el arreglo de sensores que conformaba la nariz electrónica. En esta investigación se trabajó con dos arreglos de sensores, es decir, dos narices electrónicas que se indican a continuación:

Sensores a base de óxidos de estaño dopados con diferentes concentraciones de paladio (0,1; 0,2; 0,3 y 0,5% Pd), con y sin recubrimiento de zeolita.

Sensores a base de óxidos de estaño dopados con diferentes concentraciones de platino (0,1; 0,2; 0,3 y 0,5% Pt) con y sin recubrimiento de zeolita.

En cada caso las medidas de sensado de la fracción volátil (aroma) de los vinos se realizó por cuadruplicado utilizando los siguientes parámetros de medición:

Temperatura de sensado: 260°C

Tiempo de purga inicial: 120 segundos

Tiempo de arrastre de la muestra: 30 segundos

Tiempo de lectura: 40 segundos

Tiempo de purga final: 240 segundos

Tiempo de ciclo: 430 segundos

Posteriormente, se realizaron las medidas de sensado por cuadruplicado de los vinos luego de ser expuestos al ambiente durante 24 h y 168 h (7 días).

Con los resultados obtenidos se graficó la respuesta del sensor ( $V/V_r$ ) versus el

tiempo de medida, donde “V” es la medida del voltaje obtenida de la muestra en relación al voltaje de referencia “Vr” de la señal usada en el equipo que es de 5.2V.

En la tabla 1 se detallan los sensores preparados en este proyecto de investigación y en la tabla 2 se describe los vinos peruanos semisecos utilizados en los análisis.

Sensor sin zeolita	Descripción	Sensor con zeolita	Descripción
SnO <sub>2</sub>	Sensor de óxido de estaño sin dopar	SnO <sub>2</sub> -Z	Sensor de óxido de estaño sin dopar recubierto con zeolita
0.1%Pt/SnO <sub>2</sub>	Sensor de óxido de estaño dopado con platino al 0.1%	0.1%Pt/SnO <sub>2</sub> -Z	Sensor de óxido de estaño dopado con platino al 0.1% recubierto con zeolita
0.2%Pt/SnO <sub>2</sub>	Sensor de óxido de estaño dopado con platino al 0.2%	0.2%Pt/SnO <sub>2</sub> -Z	Sensor de óxido de estaño dopado con platino al 0.2% recubierto con zeolita
0.3%Pt/SnO <sub>2</sub>	Sensor de óxido de estaño dopado con platino al 0.3%	0.3%Pt/SnO <sub>2</sub> -Z	Sensor de óxido de estaño dopado con platino al 0.3% recubierto con zeolita
0.5%Pt/SnO <sub>2</sub>	Sensor de óxido de estaño dopado con platino al 0.5%	0.5%Pt/SnO <sub>2</sub> -Z	Sensor de óxido de estaño dopado con platino al 0.5% recubierto con zeolita
0.1%Pd/SnO <sub>2</sub>	Sensor de óxido de estaño dopado con paladio al 0.1%	0.1%Pd/SnO <sub>2</sub> -Z	Sensor de óxido de estaño dopado con paladio al 0.1% recubierto con zeolita
0.2%Pd/SnO <sub>2</sub>	Sensor de óxido de estaño dopado con paladio al 0.2%	0.2%Pd/SnO <sub>2</sub> -Z	Sensor de óxido de estaño dopado con paladio al 0.2% recubierto con zeolita
0.3%Pd/SnO <sub>2</sub>	Sensor de óxido de estaño dopado con paladio al 0.3%	0.3%Pd/SnO <sub>2</sub> -Z	Sensor de óxido de estaño dopado con paladio al 0.3% recubierto con zeolita
0.5%Pd/SnO <sub>2</sub>	Sensor de óxido de estaño dopado con paladio al 0.5%	0.5%Pd/SnO <sub>2</sub> -Z	Sensor de óxido de estaño dopado con paladio al 0.5% recubierto con zeolita

Tabla 1. Nomenclatura de los sensores preparados en este trabajo

Vino	Nomenclatura	Descripción
Tabernero Gran Rose	TGR	Cepa: Merlot, Chenin, Muscat de Alejandría Vino Rose Semiseco Año: 2016 Grado alcohólico (G.A): 11%
Tabernero Borgoña	TB	Cepa: Borgoña Vino Tinto Semiseco Año: 2016 G.A: 11%
Santiago Queirolo Magdalena	SQM	Cepa: Malbec y Tannat Vino Tinto Semiseco Año: 2015 G.A: 11.5%
Santiago Queirolo Rose	SQR	Cepa: Shiraz Vino Rose Semiseco Año: 2015 G.A: 11.5%

Tacama Rose	TR	Cepa: Predomina la cepa Malbec Vino Rose Semiseco Año: 2015 G.A: 12.5%
Ocucaje Borgoña	OB	Cepa: Borgoña Vino Tinto Semiseco Año: 2015 G.A: 11%

Tabla 2. Descripción de los vinos empleados en los análisis utilizando la nariz electrónica

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### Detección del aroma de los vinos sin exposición al ambiente

En esta primera parte del trabajo se realizó la detección del aroma de los vinos peruanos después de ser descorchados, sin exposición al ambiente, utilizando las dos narices electrónicas indicadas anteriormente.

En las figuras 1 al 6 se presentan las gráficas de respuesta de los sensores de óxido de estaño dopados con paladio con y sin recubrimiento de zeolita en contacto con cada vino. Como puede apreciarse la señal de respuesta del sensor fue estable y reproducible en todos los casos, estando el máximo valor de sensibilidad obtenido alrededor de 0,8 para el sensor 0,1%Pd/SnO<sub>2</sub>-Z con recubrimiento de zeolita. Cabe indicar que el mismo sensor alcanza un valor alto, cercano a 0,6 cuando no está recubierto con zeolita. Otro sensor con recubrimiento de zeolita que también incrementa la intensidad de su señal es el SnO<sub>2</sub>-Z. En ambos casos este efecto se asocia a la facilidad de la zeolita de retener en su estructura las moléculas de etanol y metanol (que son los constituyentes volátiles mayoritarios en el aroma del vino), lo cual favorece que estas moléculas interaccionen mejor con el óxido de estaño dopado con paladio, incrementándose así la intensidad en la señal de respuesta del sensor.

Por otro lado, se observó que la señal del sensor 0,2%Pd/SnO<sub>2</sub> es más intensa en presencia de los vinos Rosé y Queirolo (Tabernero Rosé, Tacama Rosé, Santiago Queirolo Magdalena y Santiago Queirolo Rosé), lo que indicaría que existe una mayor selectividad de algún componente volátil de estos vinos en presencia de un sensor con un contenido relativamente más alto de paladio. Sin embargo, al incrementarse la cantidad de paladio (> 0,2%) en los sensores 0,3%Pd/SnO<sub>2</sub> y 0,5%Pd/SnO<sub>2</sub> con y sin recubrimiento de zeolita, la intensidad de la señal de respuesta decae con el mayor incremento de paladio en el sensor, por lo que se presume que esto se deba a que se produce una posible saturación que crea un efecto negativo en la detección de la señal de respuesta del sensor.

En las figuras 7 al12 se han graficado las señales de respuesta de los sensores de óxido de estaño dopados con platino con y sin recubrimiento de zeolita en contacto con cada vino. Lo primero que se observa es que la intensidad de la señal de respuesta del sensor es mayor comparada con la obtenida en los sensores dopados con paladio y más aún en

los sensores con recubrimiento de zeolita; además todas las señales de respuesta fueron estables y reproducibles en todos los casos analizados. El máximo valor de sensibilidad obtenido es alrededor de 0,9 para el sensor 0,2%Pt/SnO<sub>2</sub>-Z que se obtiene en contacto con los vinos Taberbero Gran Rosé, Santiago Queirolo Magdalena y Santiago Queirolo Rosé. La intensidad de la señal también es alta, alrededor de 0,8 para el sensor 0,1%Pt/SnO<sub>2</sub>-Z. Cabe indicar que el único caso en que el sensor 0,5%Pt/SnO<sub>2</sub>-Z presentó una intensidad alta en la señal fue en contacto con el vino Tacama Rosé sin exposición al ambiente. Las señales de respuesta de los sensores sin recubrimiento de zeolita indican que el sensor 0,1%Pt/SnO<sub>2</sub> presentó la mayor intensidad en la señal, siendo este sensor el más sensible en esta serie.

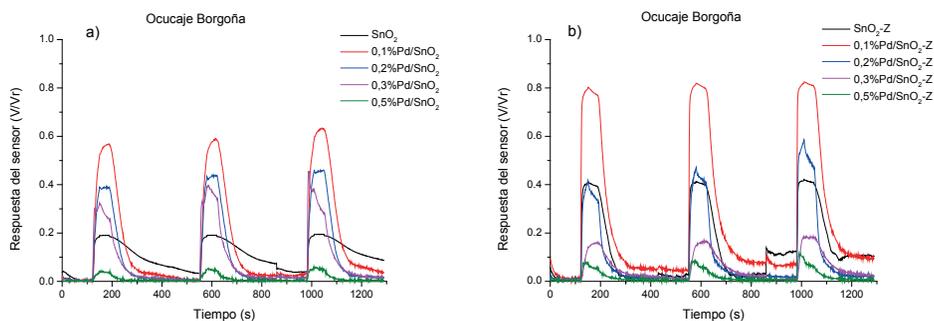


Figura 1. Señales de respuesta obtenidas en el sensado del vino Ocucaje Borgoña utilizando los sensores SnO<sub>2</sub> dopados con Paladio. a) Sin recubrimiento de zeolita. b) con recubrimiento de zeolita

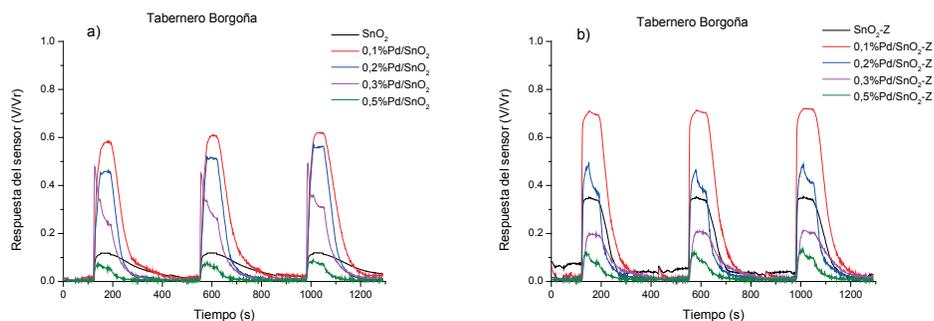


Figura 2. Señales de respuesta obtenidas en el sensado del vino Taberbero Borgoña utilizando los sensores SnO<sub>2</sub> dopados con Paladio. a) Sin recubrimiento de zeolita. b) con recubrimiento de zeolita

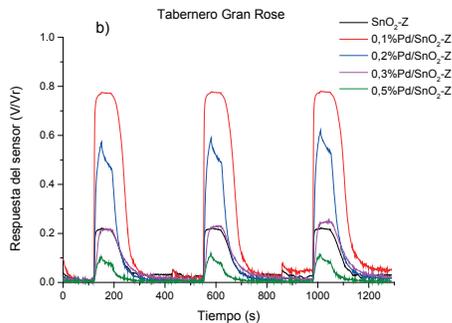
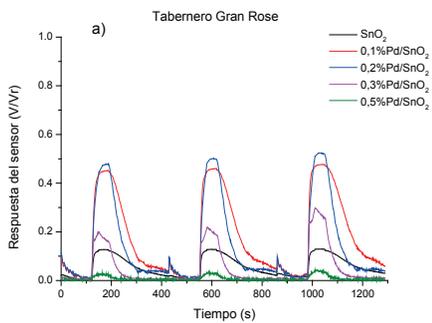


Figura 3. Señales de respuesta obtenidas en el sentido del vino Taberero Gran Rosé utilizando los sensores SnO<sub>2</sub> dopados con Paladio. a) Sin recubrimiento de zeolita. b) con recubrimiento de zeolita

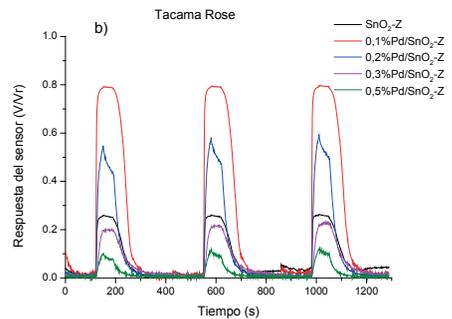
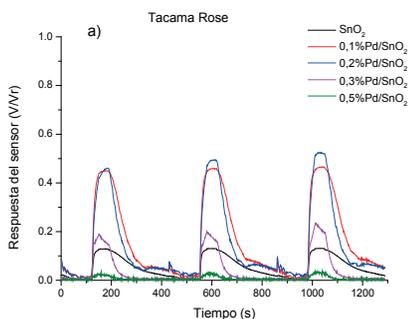


Figura 4. Señales de respuesta obtenidas en el sentido del vino Tacama Rosé utilizando los sensores SnO<sub>2</sub> dopados con Paladio. a) Sin recubrimiento de zeolita. b) con recubrimiento de zeolita

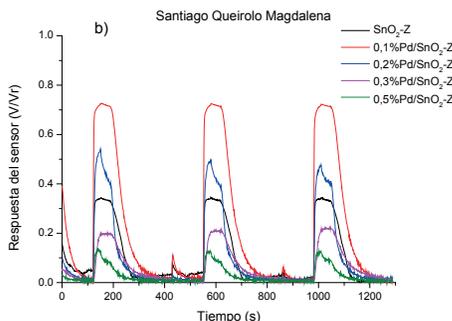
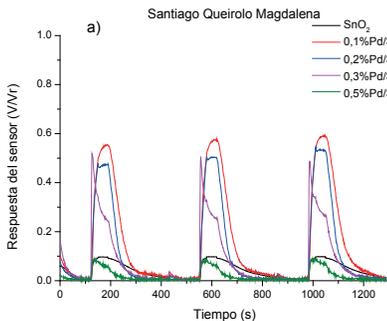


Figura 5. Señales de respuesta obtenidas en el sentido del vino Santiago Queirolo Magdalena utilizando los sensores SnO<sub>2</sub> dopados con Paladio. a) Sin recubrimiento de zeolita. b) con recubrimiento de zeolita

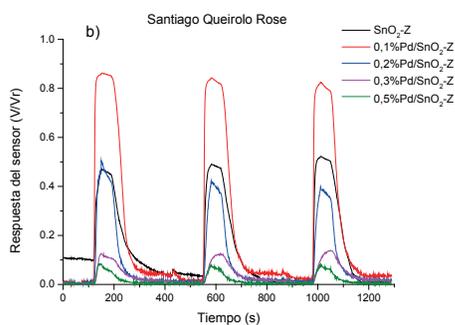
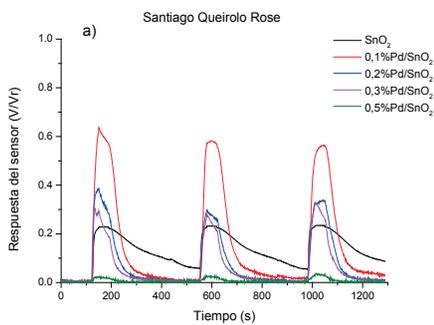


Figura 6. Señales de respuesta obtenidas en el sentido del vino Santiago Queirolo Rosé utilizando los sensores SnO<sub>2</sub> dopados con Paladio. a) Sin recubrimiento de zeolita. b) con recubrimiento de zeolita

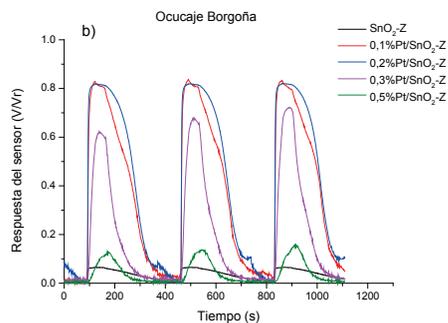
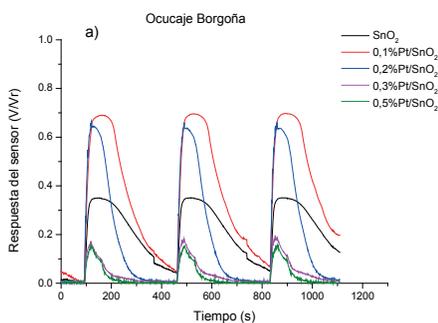


Figura 7. Señales de respuesta obtenidas en el sentido del vino Ocucaje Borgoña utilizando los sensores SnO<sub>2</sub> dopados con Platino. a) Sin recubrimiento de zeolita. b) con recubrimiento de zeolita

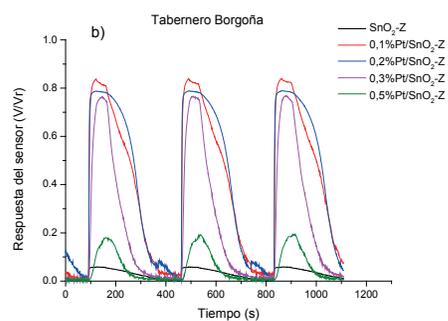
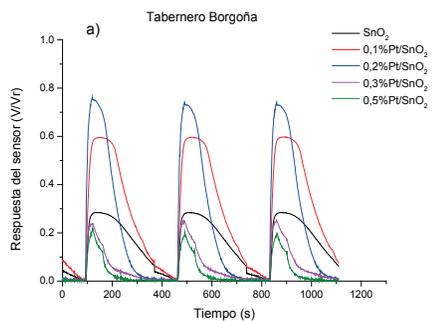


Figura 8. Señales de respuesta obtenidas en el sentido del vino Taberero Borgoña utilizando los sensores SnO<sub>2</sub> dopados con Platino. a) Sin recubrimiento de zeolita. b) con recubrimiento de zeolita

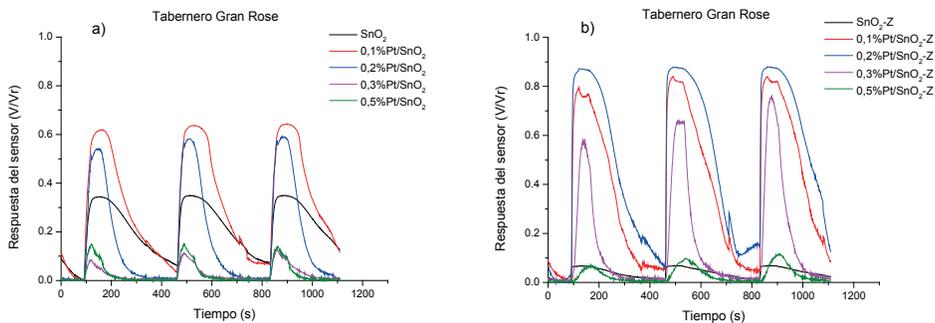


Figura 9. Señales de respuesta obtenidas en el sentido del vino Taberero Gran Rosé utilizando los sensores SnO<sub>2</sub> dopados con Platino. a) Sin recubrimiento de zeolita. b) con recubrimiento de zeolita

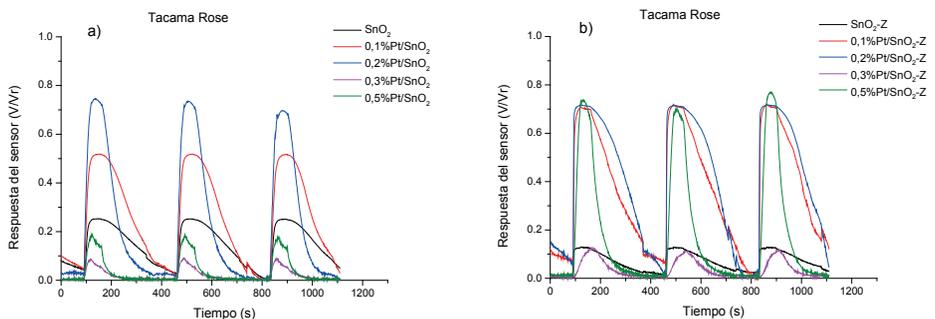


Figura 10. Señales de respuesta obtenidas en el sentido del vino Tacama Rosé utilizando los sensores SnO<sub>2</sub> dopados con Platino. a) Sin recubrimiento de zeolita. b) con recubrimiento de zeolita

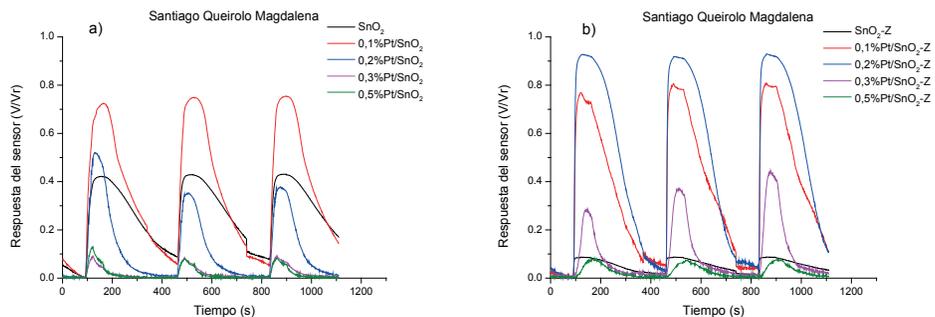


Figura 11. Señales de respuesta obtenidas en el sentido del vino Santiago Queirolo Magdalena utilizando los sensores SnO<sub>2</sub> dopados con Platino. a) Sin recubrimiento de zeolita. b) con recubrimiento de zeolita

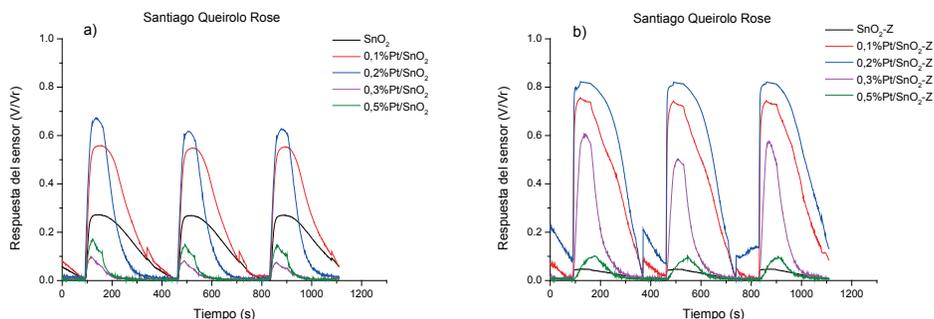


Figura 12. Señales de respuesta obtenidas en el sentido del vino Santiago Queirolo Rosé utilizando los sensores  $\text{SnO}_2$  dopados con Platino. a) Sin recubrimiento de zeolita. b) con recubrimiento de zeolita

## Detección del aroma de los vinos con exposición al ambiente por 24 horas

En las figuras 13 al 18 se presentan las gráficas de respuesta de los sensores de óxido de estaño dopados con paladio con y sin recubrimiento de zeolita en contacto con el aroma de los vinos que después de ser descorchados, han sido expuestos al ambiente por 24 h. Como se esperaba la señal de respuesta de los sensores dopados con paladio se incrementó ligeramente en comparación con los valores obtenidos por los mismos sensores en contacto con los vinos sin exposición al ambiente (Figuras 1 al 6), esto puede ser debido al mayor contenido de alcohol como resultado de la fermentación del vino expuesto al ambiente. Esto fue más notorio con los vinos Ocucaje Borgoña, Tabernero Borgoña y Tabernero Gran Rosé. Este grado de fermentación depende a la temperatura del ambiente y de la composición del vino, lo que nos puede dar información de la conservación de la calidad de los vinos luego de ser descorchados.

En todos los casos se puede apreciar que la señal de respuesta del sensor fue estable y reproducible. Se aprecia que máximo valor de sensibilidad obtenido fue de alrededor de 0,85 para el sensor 0,1%Pd/ $\text{SnO}_2$ -Z con recubrimiento de zeolita. El mismo sensor alcanza un valor alto, cercano a 0,7 cuando no está recubierto con zeolita. Otro sensor con recubrimiento de zeolita que también incrementa la intensidad de su señal es el  $\text{SnO}_2$ -Z.

En las figuras 19 al 24 se han graficado las señales de respuesta de los sensores de óxido de estaño dopados con platino con y sin recubrimiento de zeolita en contacto con el aroma de los vinos que después de ser descorchados, han sido expuestos al ambiente por 24h. Se observa que la intensidad de la señal de sentido se incrementó comparado con la obtenida con los sensores dopados con paladio. Sin embargo, en la mayoría de los casos, dicha intensidad no ha variado apreciablemente cuando se la compara con la obtenida en contacto con el vino sin exposición al ambiente (Figuras 7 al 12), lo que parece indicar que

los sensores dopados con platino presentan mayor selectividad, pero menor sensibilidad.

El máximo valor de sensibilidad obtenido es alrededor de 0,9 para el sensor 0,2%Pt/SnO<sub>2</sub>-Z que se obtiene en contacto con los vinos Tabernero Gran Rosé, Santiago Queirolo Magdalena y Santiago Queirolo Rosé. La intensidad de la señal también es alta, alrededor de 0,8 para el sensor 0,1%Pt/SnO<sub>2</sub>-Z.

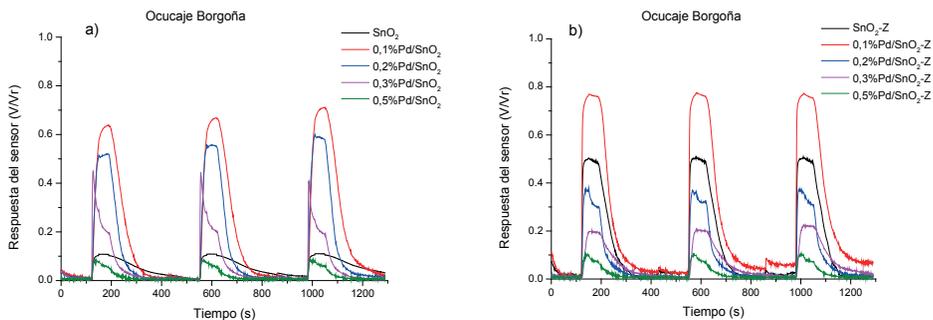


Figura 13. Señales de respuesta obtenidas en el sentido del vino Ocucaje Borgoña utilizando los sensores SnO<sub>2</sub> dopados con Paladio. a) Sin recubrimiento de zeolita. b) con recubrimiento de zeolita

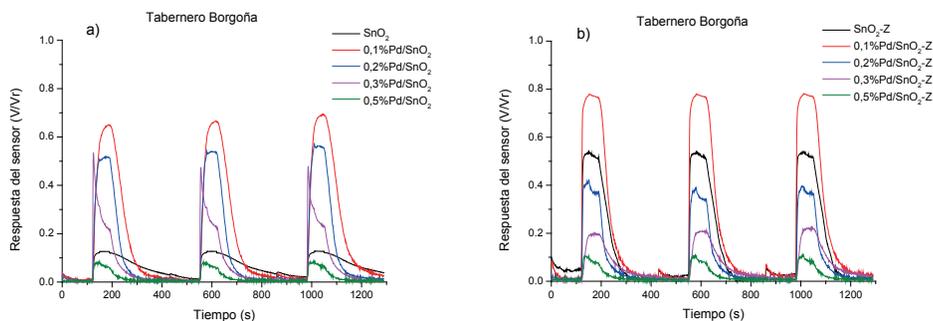


Figura 14. Señales de respuesta obtenidas en el sentido del vino Tabernero Borgoña utilizando los sensores SnO<sub>2</sub> dopados con Paladio. a) Sin recubrimiento de zeolita. b) con recubrimiento de zeolita

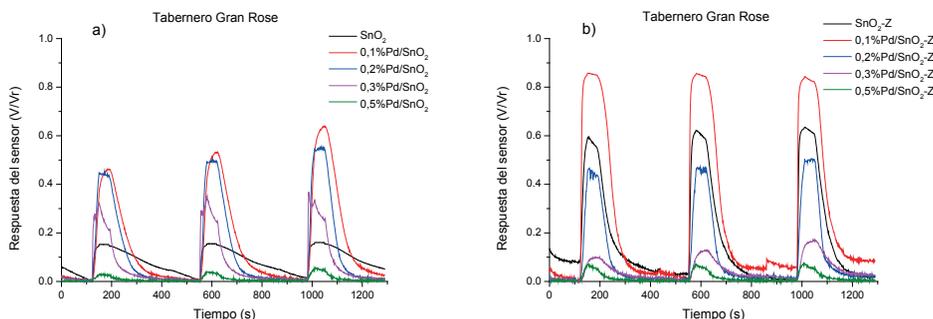


Figura 15. Señales de respuesta obtenidas en el sentido del vino Tabernero Gran Rosé utilizando los sensores SnO<sub>2</sub> dopados con Paladio. a) Sin recubrimiento de zeolita. b) con recubrimiento de zeolita

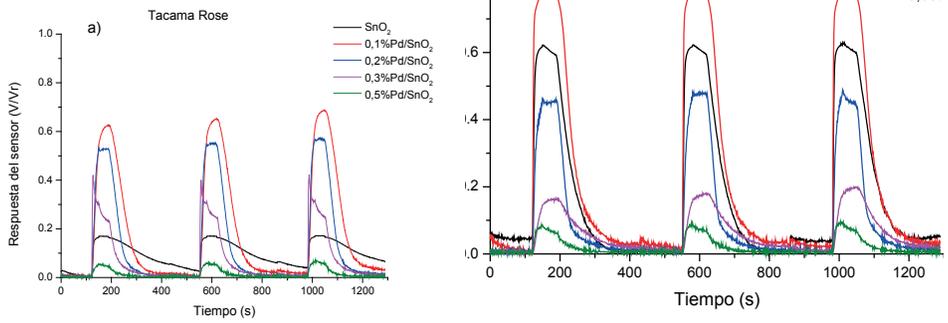


Figura 16. Señales de respuesta obtenidas en el sentido del vino Tacama Rosé utilizando los sensores SnO<sub>2</sub> dopados con Paladio. a) Sin recubrimiento de zeolita. b) con recubrimiento de zeolita

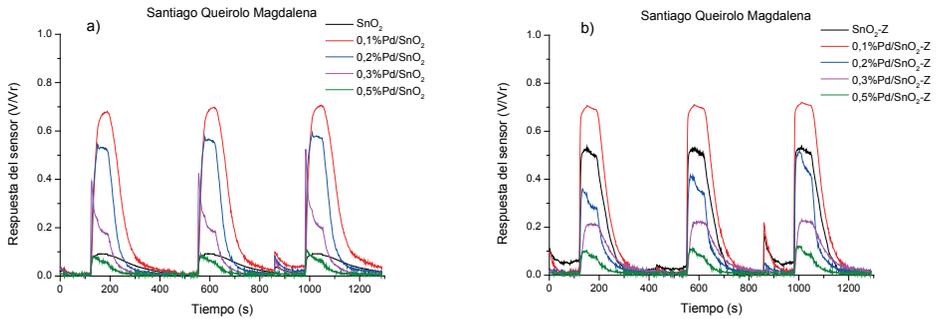


Figura 17. Señales de respuesta obtenidas en el sentido del vino Santiago Queirolo Magdalena utilizando los sensores SnO<sub>2</sub> dopados con Paladio. a) Sin recubrimiento de zeolita. b) con recubrimiento de zeolita

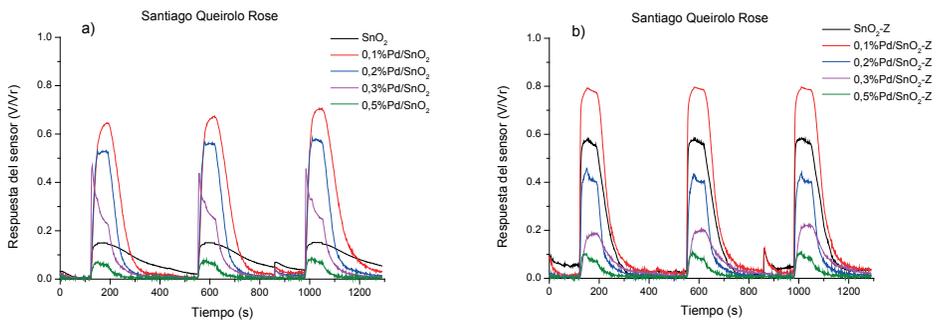


Figura 18. Señales de respuesta obtenidas en el sentido del vino Santiago Queirolo Rosé utilizando los sensores SnO<sub>2</sub> dopados con Paladio. a) Sin recubrimiento de zeolita. b) con recubrimiento de zeolita

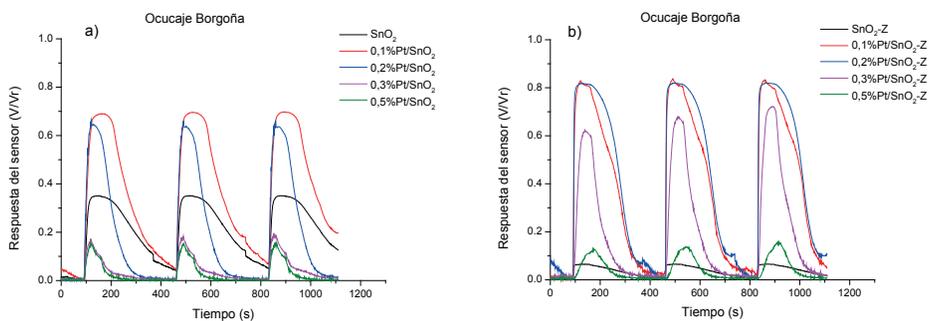


Figura 19. Señales de respuesta obtenidas en el sentido del vino Ocucaje Borgoña utilizando los sensores  $\text{SnO}_2$  dopados con Platino. a) Sin recubrimiento de zeolita. b) con recubrimiento de zeolita

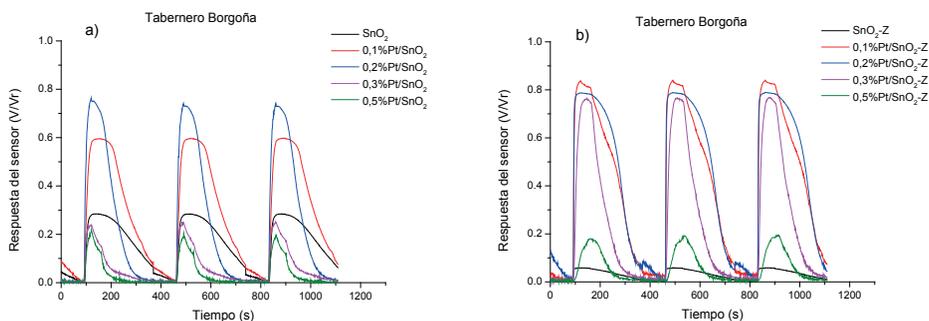


Figura 20. Señales de respuesta obtenidas en el sentido del vino Taberero Borgoña utilizando los sensores  $\text{SnO}_2$  dopados con Platino. a) Sin recubrimiento de zeolita. b) con recubrimiento de zeolita

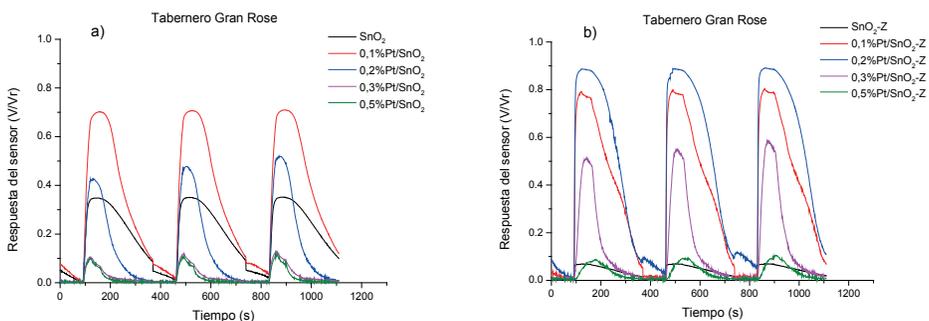


Figura 21. Señales de respuesta obtenidas en el sentido del vino Taberero Gran Rosé utilizando los sensores  $\text{SnO}_2$  dopados con Platino. a) Sin recubrimiento de zeolita. b) con recubrimiento de zeolita

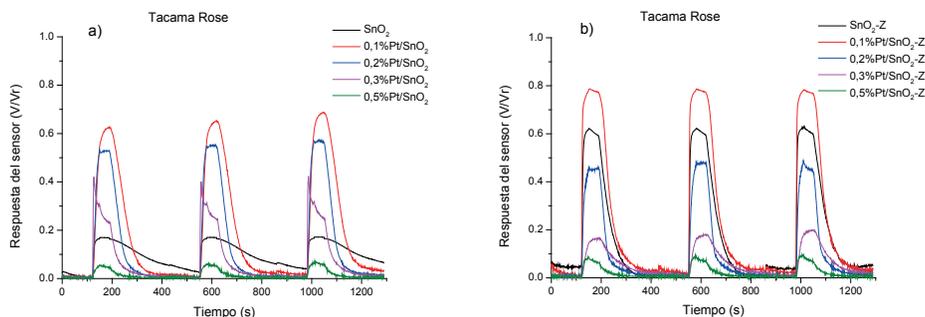


Figura 22. Señales de respuesta obtenidas en el sentido del vino Tacama Rosé utilizando los sensores SnO<sub>2</sub> dopados con Platino. a) Sin recubrimiento de zeolita. b) con recubrimiento de zeolita

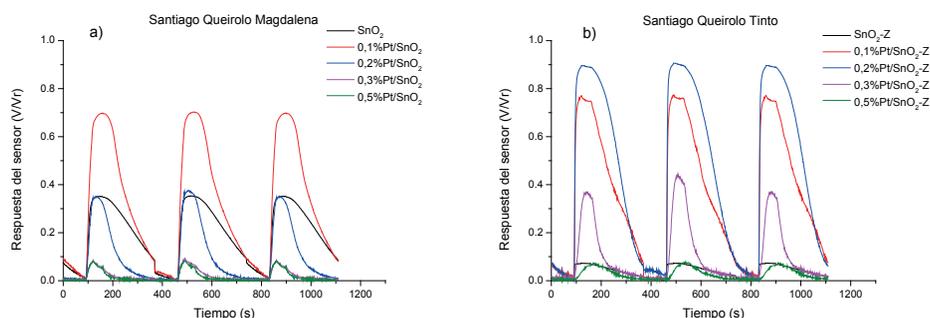


Figura 23. Señales de respuesta obtenidas en el sentido del vino Santiago Queirolo Magdalena utilizando los sensores SnO<sub>2</sub> dopados con Platino. a) Sin recubrimiento de zeolita. b) con recubrimiento de zeolita

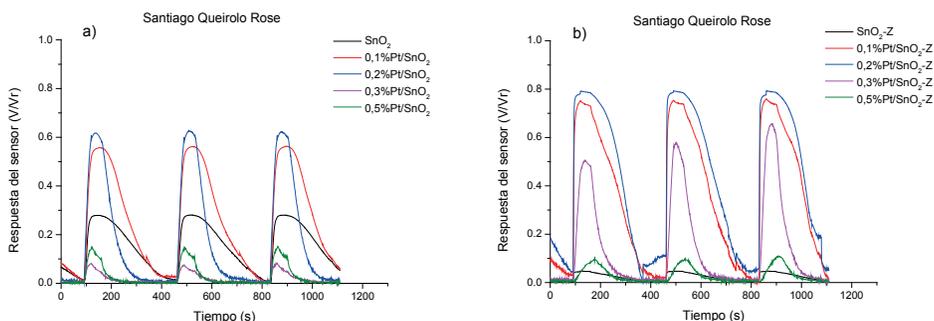


Figura 24. Señales de respuesta obtenidas en el sentido del vino Santiago Queirolo Rosé utilizando los sensores SnO<sub>2</sub> dopados con Platino. a) Sin recubrimiento de zeolita. b) con recubrimiento de zeolita

## Detección del aroma de los vinos con exposición al ambiente por 168 h (7 días)

De la respuesta de los sensores de óxido de estaño dopados con paladio con y sin recubrimiento de zeolita en contacto con el aroma de los vinos que han sido expuestos al ambiente por 168 h (7 días) se observó una variación de la intensidad de la señal de

respuesta, excepto en el caso de los vinos Tacama Rosé y Santiago Queirolo Magdalena, la señal de respuesta se ha mantenido estable, reproducible y casi constante en la mayoría de los casos. Se observó que el máximo valor de sensibilidad obtenido fue de alrededor de 0,8 para el sensor 0,1%Pd/nO<sub>2</sub>-Z con recubrimiento de zeolita. El mismo sensor alcanza un valor alto, cercano a 0,7 cuando no está recubierto con zeolita.

De las señales de respuesta de los sensores de óxido de estaño dopados con platino con y sin recubrimiento de zeolita en contacto con el aroma de los vinos que han sido expuestos al ambiente por 168h (7 días). En comparación con las señales obtenida con los vinos expuestos 24 h, se observó que la intensidad de la señal de sensado se incrementó en los sensores dopados con Pt sin recubrimiento de zeolita: 0,1%Pt/SnO<sub>2</sub> (en contacto con los vinos Tacama Rosé y Santiago Queirolo Rosé), y 0,2%Pt/SnO<sub>2</sub> (en contacto con los vinos Ocucaje Borgoña y Santiago Queirolo Magdalena), esto puede ser debido a que al ser expuesto el vino al ambiente durante siete días, este reacciona con el ambiente formado nuevos componentes, siendo estos más sensibles a los sensores de platino, en los demás casos la señal varía un poco y en general, sigue siendo mayor comparada con la obtenida con los sensores dopados con paladio sin recubrimiento de zeolita.

En el caso de los sensores dopados con Pt y con recubrimiento de zeolita se observó que la intensidad de la señal de sensado descendió en los sensores 0,1%Pt/SnO<sub>2</sub>-Z y 0,2%Pt/SnO<sub>2</sub>-Z en contacto con los vinos Ocucaje Borgoña, Tabernero Borgoña, Santiago Queirolo Magdalena y Santiago Queirolo Rosé, no se conoce exactamente la razón de este descenso; esto podría deberse a que la zeolita cataliza la formación de nuevos componentes a partir de los compuestos formados de la reacción del vino con el ambiente, siendo estos nuevos componentes posiblemente menos sensibles a los sensores dopados con platino. También se puede deber a una saturación de la señal que podría causar un efecto negativo en la detección de la señal de sensado, reduciendo su intensidad.

El máximo valor de sensibilidad obtenido fue alrededor de 0,7 para el sensor 0,1%Pt/SnO<sub>2</sub>-Z que se obtuvo en contacto con el vino Tabernero Gran Rosé. En todos los casos la señal de respuesta del sensor fue repetitiva y estable a la temperatura de trabajo de 260°C, manteniendo su intensidad y forma durante el análisis.

## CONCLUSIONES

Se analizó la selectividad, estabilidad y reproducibilidad de las señales de sensado obtenidos de los sensores a base de óxido de estaño dopados con paladio y/o platino (en concentraciones bajas), con y sin recubrimiento de zeolita, en contacto con seis vinos peruanos semisecos con diferentes tiempos de exposición al ambiente.

La señal de respuesta de los sensores dopados con paladio, en contacto con el aroma de los vinos que fueron expuestos al ambiente por 24 h, se incrementó ligeramente en comparación con los valores obtenidos por los mismos sensores en contacto con los

vinos sin exposición al ambiente. Esto fue más notorio con los vinos Ocucaje Borgoña, Tabernero Borgoña y Tabernero Gran Rosé.

La intensidad de la señal de sensado en los sensores dopados con platino se incrementó comparada con la obtenida con los sensores dopados con paladio. Sin embargo, en la mayoría de los casos, dicha intensidad no varió apreciablemente cuando se la comparó con la obtenida en contacto con el vino sin exposición al ambiente, lo que parece indicar que los sensores dopados con platino presentan mayor selectividad, pero menor sensibilidad.

La intensidad de la señal obtenida con los vinos expuestos al ambiente por 168 h se incrementó en los sensores dopados con Pt sin recubrimiento de zeolita: 0,1%Pt/SnO<sub>2</sub> (en contacto con los vinos Tacama Rosé y Santiago Queirolo Rosé), 0,2%Pt/SnO<sub>2</sub> (en contacto con los vinos Ocucaje Borgoña y Santiago Queirolo Magdalena), en los demás sensores la señal varió un poco y en general, continuó siendo mayor comparada con la obtenida con los sensores dopados con paladio sin recubrimiento de zeolita.

En este estudio se evidenció que el recubrimiento de zeolita en los sensores incrementa la intensidad de la señal de sensado, debido posiblemente a que la zeolita actúa de dos formas, una como catalizador formando compuestos más sensibles a los sensores y otra como tamiz molecular, reteniendo los componentes volátiles en su superficie, favoreciendo de este modo la interacción de éstos con el sensor.

A medida que el vino está más expuesto al ambiente, éste reacciona formando nuevos componentes que interaccionan con los sensores, en la mayoría de los casos en forma positiva y en otras en forma negativa, como sucedió con los sensores de óxido de estaño dopados con platino con recubrimiento de zeolita.

En todos los casos estudiados, la señal de respuesta del sensor fue estable y reproducible a la temperatura de trabajo de 260°C, manteniendo su intensidad y forma durante el análisis. Los valores más altos de sensibilidad se obtuvieron con los sensores 0,1%Pd/SnO<sub>2</sub>-Z; 0,1%Pt/SnO<sub>2</sub>, 0,2%Pt/SnO<sub>2</sub>; 0,1%Pt/SnO<sub>2</sub>- Z.

## REFERENCIAS

[1] Chen Q.; Song J.; Bi J.; Meng X.; Wu X. Characterization of volatile profile from ten different varieties of Chinese jujubes by HS-SPME/GC-MS coupled with E-nose. *Food Research International*, 105 (2018), 605-615.

[2] Majchrzak T.; Wojnowski W. Electronic noses in classification and quality control of edible oils: A review. *Food Chemistry*, 246 (2018), 192-201.

[3] Gründler, P. *Chemical Sensors. An Introduction for Scientists and Engineers*. DOI 10.1007/978-3-540-45743-5, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007.

[4] Elizabetta Comini; Guido Faglia; Giorgio Sberveglieri (eds.), *Solid State Gas Sensing*, DOI: 10.1007/978-0-387-09665-0\_1, Springer Science, Business Media, LLC 2009.

[5] Das, S.; Jayaraman, V. SnO<sub>2</sub>: A comprehensive review on structures and gas sensors, *Progress in Materials Science* 66 (2014) 112–255.

[6] Paredes-Doig, A.L.; Sun Kou, M.R. and Comina, G. Alcohols detection based on Pd-doped SnO<sub>2</sub> sensors, 2014 IEEE 9th Ibero American Congress on Sensors, IBERSENSOR 2014 - Conference Proceedings 22 December 2014, Article number 6995514.

[7] Paredes-Doig, A.L.; Sun Kou, M.R.; Picasso-Escobar, G.; Doig-Camino, Elizabeth; Comina, Germán. Implementation and evaluation of an electronic nose for the alcohol's detection, *Revista Colombiana de Química*, Volume 45, Issue 2, May-August 2016, Pages 12-18.

[8] Capone S.; Tufariello M. Aroma analysis by GC/MS and electronic nose dedicated to Negro amaro and Primitive typical Italian Apulian wines. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 179(2013), 259-269.

[9] García M.; Fernández M.; Fontecha J. Differentiation of red wines using an electronic nose based on surface acoustic wave devices. *Talanta*, 68(2006), 1162-1165