

## INFLUENCIA DEL pH DE LA SOLUCIÓN DE HIDRATACIÓN EN LA CALIDAD SONORA Y DURABILIDAD DE CAÑAS DE OBOE

Cruañes Catala, Joan<sup>1</sup>; Parra Carpi, Mar<sup>2</sup>; Fos Causera, Mariano<sup>1</sup>; Alba Fernández, Jesús<sup>1</sup>; Del Rey Tormos, Romina<sup>1</sup>; Romero Nieto, Juan Pedro<sup>3</sup>, Llimerá Dus, Vicente<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Campus de Gandía, Universidad Politécnica de Valencia. Carretera Nazaret-Oliva s/n, 46730 Gandia, Valencia

<sup>2</sup> Licenciada en Oboe, Diplomada en Turismo, Profesional en espacios naturales y rurales

<sup>3</sup> Oboe copríncipal de la Orquesta Sinfónica del Principado de Asturias.

<sup>4</sup> Profesor de Oboe del Conservatori Superior de Música, Salvador Seguí (Castelló de la Plana).

([joacrca@upvnet.upv.es](mailto:joacrca@upvnet.upv.es) ; [marparracarp@gmail.com](mailto:marparracarp@gmail.com) ; [mfos@bvg.upv.es](mailto:mfos@bvg.upv.es) ; [jesalba@fis.upv.es](mailto:jesalba@fis.upv.es) ; [roderey@doctor.upv.es](mailto:roderey@doctor.upv.es) ; [oboe\\_juanpedro@hotmail.com](mailto:oboe_juanpedro@hotmail.com) ; [vicentellimera@hotmail.com](mailto:vicentellimera@hotmail.com))

### Resumen

De las cañas que cada profesional del oboe se fabrica, sólo un porcentaje se consideran como válidas para su empleo en un concierto y las que consideran válidas sólo mantienen unas condiciones adecuadas para su uso durante un máximo de unas 10 a 20 horas (dependiendo de la intensidad de uso y las condicionantes atmosféricas). Una de las variables que parece ser relevante en esta duración es la saliva. La acidez de la saliva podría estar afectando a la composición de la caña, variar sus condiciones elásticas y por tanto, su durabilidad.

En este trabajo se realiza una primera valoración del efecto durante la hidratación de la caña de oboe de diferentes soluciones acuosas tamponadas por debajo (pH 4.0) y por encima (pH 7.5) del pH medio de la saliva (pH 6-6.5) sobre la durabilidad y calidad sonora de la caña.

**Palabras-clave:** oboe, pH, calidad sonora, hidratación de la caña, durabilidad.

### Abstract

Each professional oboe player makes his own reeds. Only a percentage of these reeds is considered appropriate for use in a concert. Moreover, these reeds maintain optimal conditions for its use only during a maximum of 10 to 20 hours (depending on the intensity of use and the atmospheric conditions). One of the variables that seems to be meaningful in this duration is the saliva. The performance of the saliva acidity on the reed could be affecting the composition of it, so it can be varying its elastic conditions and therefore, its durability.

In this work a first valuation of the effect of hydrating the oboe reed with watery solutions below (pH 4,0) and over (pH 7,5) saliva's pH average (pH 6-6,5) on the durability, and sound quality is done.

**Keywords:** oboe, pH, sound quality, reed hydrating, durability.

## 1 Introducción

Es común que los profesionales oboístas se fabriquen sus propias cañas de oboe, buscando una calidad sonora en la ejecución final de una obra. La materia prima con la que se fabrica, necesita de un procedimiento largo en el tiempo. En primer lugar, deben recolectarse cañas de río de dos años de vida, en condiciones de luna menguante cuando la savia de la caña está en las condiciones óptimas. Una vez recolectada, debe dejarse secar durante otros dos años en unas condiciones determinadas de temperatura, humedad, etc. Finalmente, a partir de la caña se obtienen diferentes palas que sirven para realizar la lengüeta manualmente. De las cañas obtenidas mediante el proceso de fabricación manual sólo algunas mantienen unas condiciones óptimas para su uso durante un número determinado de horas de ejecución. En lo que respecta a la influencia de las lengüetas en la calidad sonora final del instrumento, ésta se ha relacionado con diversos factores relativos a las cañas que resultan determinantes en la producción de sonidos: raspado, tipos de gubiado, longitud y tudeles. En este trabajo se pretende minimizar las variables antes mencionadas, para poder estudiar una variable más: la influencia de la humedad en la lengüeta del oboe antes de tocar. De esta manera, se analizará la relevancia de la saliva. La actuación de la acidez de la saliva sobre la caña podría estar afectando a la composición de la caña, variar sus condiciones elásticas y por tanto, su durabilidad. En este trabajo se realiza una primera valoración del efecto de la hidratación de la caña de oboe con diferentes soluciones acuosas tamponadas por debajo (pH 4.0) y por encima (pH 7.5) del pH medio de la saliva (pH 6-6.5) sobre la durabilidad, elasticidad y sonoridad de la caña, teniendo en cuenta la valoración en cuanto a la calidad sonora que buscan los oboístas.

Para este propósito vamos a minimizar estas variables al máximo, de forma que podamos determinar el funcionamiento de la lengüeta y su calidad sonora final según la influencia de la humedad de la caña justo en el momento de empezar a tocar con ella; todo esto respecto a la acidez y alcalinidad de la hidratación. Esto nos va a permitir conocer el grado de influencia de las soluciones acuosas en el funcionamiento de la caña. Se pretende determinar las influencias de la humedad según la utilización de diferentes soluciones acuosas (ácidas y básicas), para el reblandecimiento de la lengüeta antes de tocar y si ésta puede identificarse recurriendo a algún parámetro de calidad acústica.

## 2 Métricas de calidad acústica

Existe un gran número de métricas de calidad aunque sólo unas pocas han sido estandarizadas. La utilidad de una métrica en particular depende de la naturaleza del sonido que se pretende analizar. En nuestro caso, se ha optado por verificar las posibilidades de unos parámetros ampliamente estandarizados que resumiremos a continuación. Generalmente, estos parámetros se utilizan para evaluar ruidos y vibraciones de frecuencia audible generados por máquinas industriales, pero dadas las características de los sonidos registrados para ser analizados (especialmente en el caso del ronquido de la lengüeta del oboe) se optó por verificar si los siguientes indicadores podían ser de utilidad para esta aplicación. Para una descripción pormenorizada de los parámetros psicoacústicos empleados puede consultarse [1].

### 2.1 Rugosidad

La Rugosidad o *Roughness* es un efecto complejo que cuantifica la percepción de modulaciones rápidas en un sonido (del orden de 15 a 300 Hz). Dos parámetros son de especial importancia en la determinación de la rugosidad: la profundidad de modulación y la frecuencia de la moduladora (en el caso de una modulación en amplitud). La unidad de medida de la rugosidad es el *asper*, definido como

la rugosidad producida por un tono de 1000 Hz a un nivel de 60 dB modulado a 70 Hz con una amplitud de modulación del 100%. El cálculo de la rugosidad puede implementarse utilizando la siguiente expresión:

$$R = 0.3 \frac{f_{\text{mod}}}{\text{kHz}} \int_0^{24 \text{Bark}} \frac{\Delta L_E(z) dz}{\text{dB} / \text{Bark}} \text{ asper} \quad (1)$$

Donde  $f_{\text{mod}}$  es la frecuencia de modulación e  $\Delta L_E$  es la profundidad del enmascaramiento percibida en cada banda Bark. Dada la dificultad de cálculo de forma precisa de  $\Delta L_E$ , existen diferentes métodos para el cálculo de la rugosidad. En nuestro caso se ha utilizado el método propuesto por Widdman y Fastl [2], que utiliza una medida de la sonoridad específica realizada cada 2ms para obtener un patrón de enmascaramiento variable en el tiempo a partir del cual se puede obtener  $\Delta L_E$ .

## 2.2 Sensación de agrado sonoro

Zwicker [1] propone un modelo para el cálculo de un parámetro denominado *sensory pleasantness*, (sensación de agrado sonoro), basado en las sensaciones de agudeza (S), rugosidad (R), tonalidad (T) y sonoridad (N).

$$\frac{P}{P_0} = e^{-0.7R/R_0} e^{-1.08S/S_0} (1.24 - e^{-2.43T/T_0}) e^{-(0.023N/N_0)^2} \quad (2)$$

Generalmente, las medidas de calidad acústica de productos de consumo se realizan utilizando técnicas similares a la expresión anterior, ajustando las dependencias de todos los parámetros involucrados a las características acústicas del objeto bajo estudio. En nuestro caso, se ha utilizado la expresión tal y como está propuesta en [1].

## 3 Desarrollo

Para la prueba de laboratorio se han fabricado nueve lengüetas con las mismas características, de tal forma que las variables han quedado prácticamente reducidas al factor de hidratación y desgaste de las mismas realizado por el oboísta a lo largo de todo el periodo de prueba. La prueba ha consistido en unas grabaciones con determinados tiempos de utilización de la caña y el posterior análisis de éstas y de la anatomía de las cañas después de haber utilizado tres tipos de soluciones de hidratación diferentes, que son:

- Solución natural, producida por saliva cuyo pH oscila entre 6 y 6,5
- Solución alcalina, tamponada a pH 7,5.
- Solución ácida, tamponada a pH 4.

### 3.1 Elaboración de las muestras

Se ha confeccionado un muestrario de lengüetas, con el mismo grosor de gubiado, realizadas con máquinas que permiten reducir el grado de variables en cuanto al rebajamiento de la parte vibrante (raspado). Todo ello con un mismo tipo de tudel (Chiarugui 2 + Neusilver –nuevo plateado-). Este muestrario de lengüetas lo componen cañas de una determinada durabilidad del *Arundo donax*, y todas

ellas pertenecientes a un mismo fabricante de la firma Alliaud. Las palas confeccionadas disponen de un diámetro medio de 10,5 mm en su obertura.



Figura 1 – Separador de caña en tres secciones y tubo separado

El gubiado del material ha sido el mismo en toda la población de la muestra, esto es 49 mm en los laterales y 58 mm en el centro.

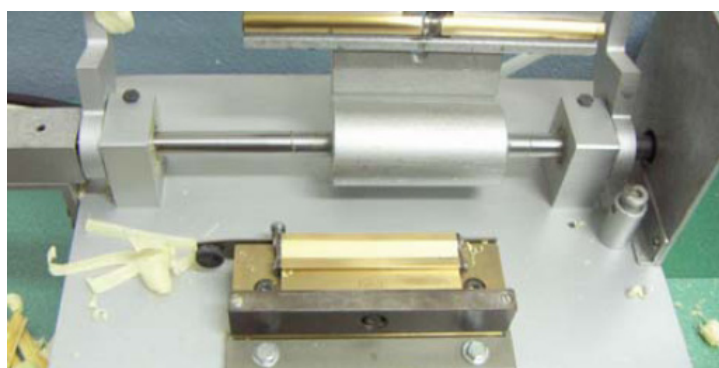


Figura 2 – Máquina de gubiado

Después de una hidratación de las palas de 25 minutos, se ha realizado el ligado del tudel con hilo de nylon. Se ha empleado un tudel análogo para todas las cañas. El hilo de nylon llega a cubrir el tudel, sin reducir ni aumentar las dimensiones de éste. Las dimensiones cubiertas por el hilo de nylon son de 2 cm, y la altura máxima de éste respecto al tudel de 4,7 cm. El resultado del ensamblaje de la pala con el tudel mediante el hilo de nylon ha sido de 7,4 cm.

En lo que respecta al raspado de las cañas, en el rebajado, han sido cortadas por su extremo superior a 7,2 cm. La forma utilizada para el raspado, ha sido en forma de “U”, con una medida total de raspado de 1,5 cm. Todo el raspado se ha realizado de forma mecánica. Finalmente, se colocó un alambre en la parte inferior de la lengüeta que queda al descubierto, a una altura desde el hilo de nylon de 4 mm, lo que permite la estabilidad de las palas de la lengüeta.

### 3.1.1 Tratamiento de las muestras

Se han utilizado dos tampones con la finalidad de obtener el pH buscado en las soluciones acuosas:

- Para la solución acuosa de pH 4, tampón de Acetato de Sodio.
- Para la solución acuosa de pH 7,5 tampón de Fosfato Monosódico/Disódico.

Estos tampones han sido seleccionados de forma que no resulten insalubres en la cavidad bucal. La población de la muestra está compuesta por nueve lengüetas, tres para cada tipo de líquido: ácido de pH 4, otro ácido determinado por la saliva de cada instrumentista y alcalino de pH 7,5.

### 3.2 Grabaciones

Las grabaciones se realizaron los días 3, 10 y 21 de mayo de 2007 en la cámara anecoica de la Escuela Politécnica Superior de Gandía. Se realizó una grabación de cada lengüeta con diferentes horas de uso. El primer día de grabación se estrenaba la lengüeta, en el segundo día ésta ya había sido utilizada durante un tiempo de 6 horas y 15 minutos y al tercer día el tiempo de uso llegaba a las 10 horas y 30 minutos.

La secuencia de preparación de cada grabación fue la siguiente:

- Hidratación de 2 minutos de la solución antes de proceder a tocar con la lengüeta.
- Posteriormente, se utiliza la caña durante 3 minutos, sin y con instrumento.
- Se preludia durante 5 minutos.
- Se realiza la grabación, que tendrá una duración de 5 minutos.

En las grabaciones se registraron para cada lengüeta, oboísta y sesión un total de 4 eventos sonoros: un ronquido (que es el sonido emitido por las cañas sin estar éstas acopladas al instrumento y que es un recurso frecuente de los intérpretes para comprobar la calidad de éstas), una afinación con la nota la3 (en adelante A3), una escala cromática desde sib2 hasta la5 y finalmente una afinación do3, do#3, re3. Las señales que finalmente se han utilizado para el análisis cuyos resultados se muestran en el siguiente epígrafe han sido el ronquido y la nota de afinación A3. La elección de esta última nota se fundamenta en el hecho de que forma parte del registro central del instrumento, además de ser la referencia para la afinación de la orquesta. En total se realizaron tres muestreos acústicos efectuados por tres oboístas diferentes, los cuales realizaron las pruebas con tres cañas para los tres líquidos diferentes de muestreo. Después de haber realizado las grabaciones, se procedió al desmonte de las lengüetas y posterior análisis biológico del material cuyos resultados se reflejan en [3].

Las grabaciones se realizaron calibrando la microfonía, de manera que en las señales registradas se disponía del nivel de presión acústica generada por los instrumentos. De esta manera se puede obtener la sonoridad (*loudness*) [1], para el posterior cálculo de los parámetros psicoacústicos evaluados.

## 4 Resultados

En las figuras 3, 4 y 5 se muestran los resultados obtenidos tras el cálculo del índice de agradabilidad sonora (*sensory pleasantness*) realizado sobre los registros de la nota de afinación A3. Cada gráfica se refiere a cada uno de los tres instrumentistas registrados. Las gráficas muestran los valores obtenidos de este índice para cada uno de los días de grabación, lo cual debe interpretarse como 0 horas de uso para el día 1, 6h15" de uso para el día 2 y finalmente 10h30" de uso para el día 3. Además, se muestran los valores obtenidos para cada una de las cañas hidratadas con una solución de diferente acidez.

En las figuras 6, 7 y 8 se recogen los valores obtenidos para la rugosidad medida sobre las grabaciones de los ronquidos, considerando también la evolución en función de las horas de uso y la acidez de la solución de hidratación de cada caña.

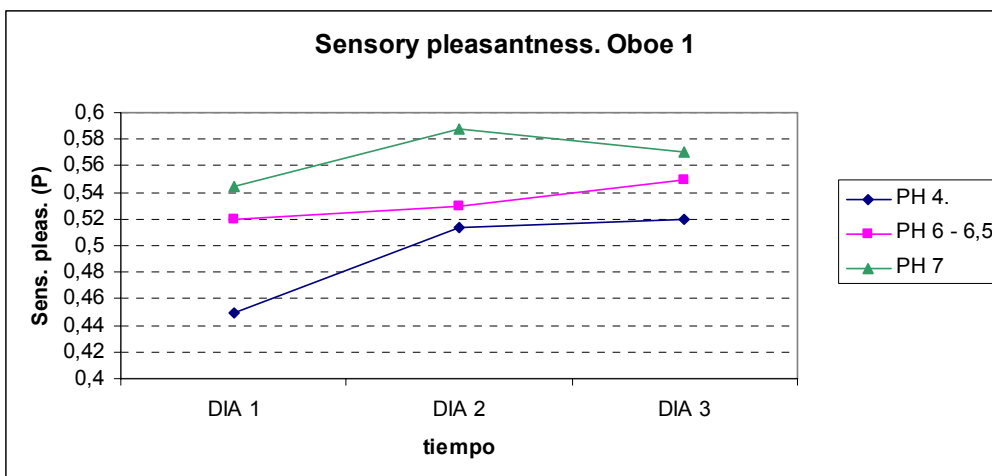


Figura 3 – Valores del índice Sensory pleasantness para el oboe 1 (nota A3)

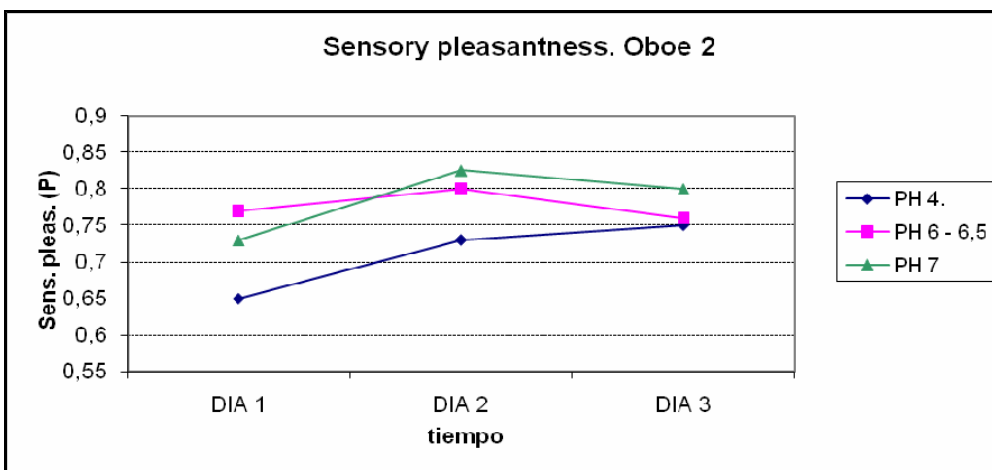


Figura 4 – Valores del índice Sensory pleasantness para el oboe 2 (nota A3)

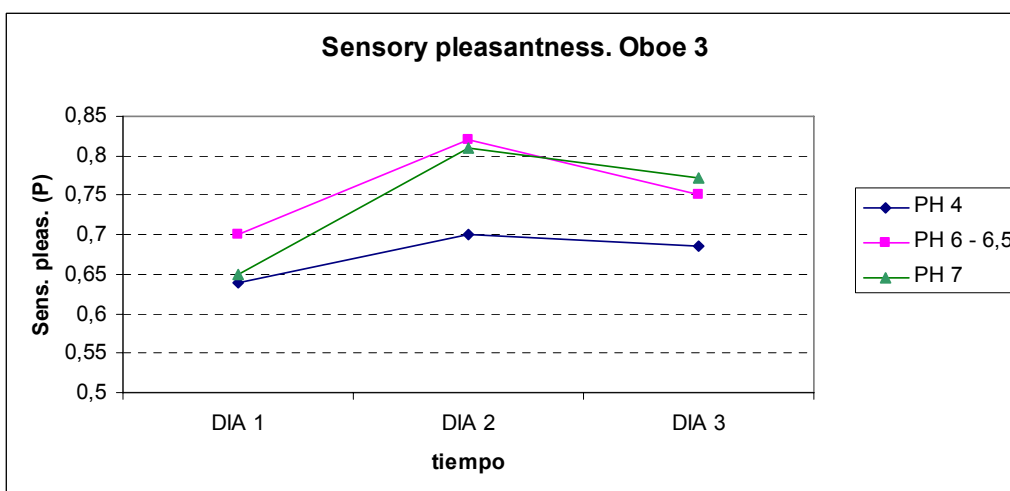


Figura 5 – Valores del índice Sensory pleasantness para el oboe 3 (nota A3)

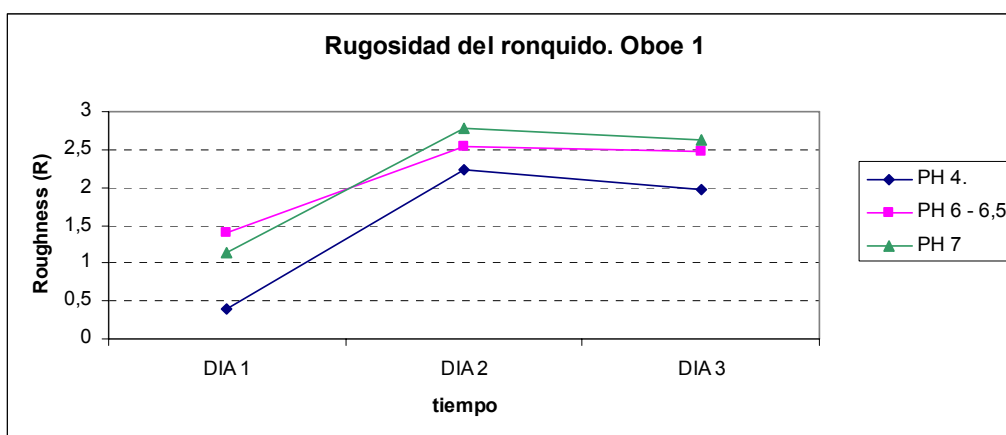


Figura 6 – Rugosidad del ronquido para el intérprete 1

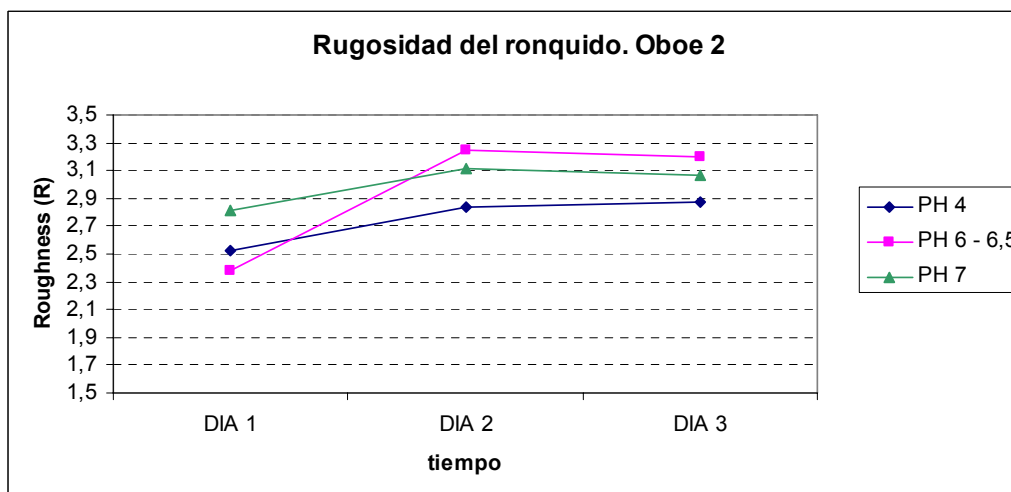


Figura 7 – Rugosidad del ronquido para el intérprete 2

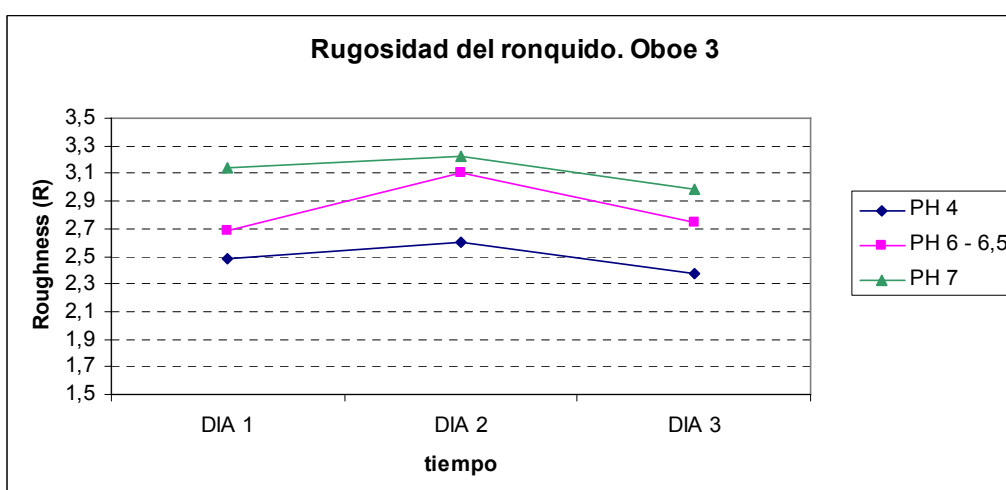


Figura 8 – Rugosidad del ronquido para el intérprete 3

En lo que concierne a los valores del índice *Sensory pleasantness* obtenidos cabe destacar que en los tres casos se obtiene un valor más bajo para la caña hidratada con la solución más ácida (pH 4). Los valores obtenidos para la hidratación con saliva y con la solución alcalina son más similares entre sí, obteniéndose siempre con estas muestras los valores más altos del índice. En cuanto a la evolución temporal, se observa la misma tendencia para 7 de las 9 muestras utilizadas por los intérpretes. En estos casos se obtiene el mejor resultado el segundo día de grabación (con un uso de 6 horas y 15 minutos), mientras que al tercer día (10 horas y 30 minutos de uso) el valor del índice decrece. Tan sólo en la muestra con pH 6 del intérprete 1 y en la muestra con pH-4 del intérprete dos se obtienen valores mayores en el tercer día de grabación.

Por otra parte, respecto de los valores de rugosidad, cabe recordar que se han calculado sobre las grabaciones de los ronquidos, que son los sonidos efectuados tan sólo por las cañas sin acoplar al instrumento. La peculiaridad de este sonido hace que se asocie rápidamente a la idea de rugosidad, prueba de ello son los altos valores obtenidos. En todos los casos se observa un aumento de la rugosidad entre las grabaciones realizadas el primer y el segundo día, mientras que en la mayoría de los casos los valores tienden a decrecer ligeramente en el tercer día de grabación. En casi todos los casos se obtienen los valores menores para las muestras hidratadas con la solución más ácida.

## 5 Conclusiones

Se ha calculado el índice de agradabilidad sonora en grabaciones de una nota de afinación A3 realizada por tres intérpretes diferentes utilizando tres cañas hidratadas con soluciones de diferente acidez. Este índice parece mostrar una evolución en la calidad de la caña, que en la mayoría de los casos alcanza su máximo en el segundo día de grabación. Dos de las nueve muestras presentan valores mayores en el tercer día de grabación, lo que puede dar lugar a interpretar que estas muestras aún no han llegado a su estado óptimo. En todo caso, resulta significativo que se obtenga una evolución ascendente en todas las muestras entre el primer y segundo día de grabación. Por otra parte se obtienen siempre los valores más bajos de este índice para el caso de las cañas hidratadas con la solución más ácida. Aunque los valores de la solución más ácida son siempre menores, éstos tienen una evolución en el tiempo similar a la de las otras dos soluciones, de forma que no se observa un decrecimiento más rápido de los valores obtenidos con la solución más ácida, como cabría esperar, dado que esta solución es la que degrada más rápidamente las cañas [3].

Por otra parte, se ha calculado la rugosidad de los ronquidos producidos con las 9 muestras. A priori, un valor alto de rugosidad no es deseable, dado que se puede considerar como un indicador de la molestia causada por un sonido, pero dada la peculiaridad de estos sonidos, es posible que este parámetro esté aportando información sobre el estado y evolución de las cañas. A la vista de las figuras 6, 7 y 8 cabría esperar que un alto valor de rugosidad en el ronquido de una caña fuese un indicador del buen estado de ésta. De esta forma, se obtienen curvas similares a las resultantes de calcular el índice *Sensory pleasantness* sobre la nota de afinación A3, lo cual hace pensar que en ambos casos se pueda estar trazando la evolución del estado de la caña.

En lo que respecta a la valoración de la acidez, desde el punto de vista de los parámetros analizados, parece claro que éstos son capaces de identificar la muestra con hidratación más ácida, si bien no resultan concluyentes en la diferenciación entre las muestras hidratadas con saliva y con la solución alcalina.

Futuros aspectos a tratar se enmarcarían en la correlación de estos resultados con experimentos de valoración subjetiva por parte de una audiencia cualificada con la finalidad de constatar si se produce una evolución similar a la descrita por los parámetros. También sería de interés establecer un tiempo de uso más prolongado con más intervalos de muestreo, de manera que se pudieran obtener curvas más precisas.



## Referencias

- [1] Zwicker E., Fastl H. Psychoacoustics: Facts and Models (1990).
- [2] Widmann U., Fastl H. Calculating roughness using time-varying specific loudness spectra, Proc. Sound Quality Symposium '98, 55~60 (1998).
- [3] Parra M., Fos M., Alba, J. Influencia del pH en la hidratación de las cañas de oboe (2008).
- [4] Calvo-Manzano, A. Acústica físico musical. Ed. Real Musical (1991).
- [5] Mames L. Atlas de la música. Ed. Alianza Atlas (1982).