

ESTUDIO DE LA CALIDAD SONORA DEL FLABIOL Y LA DULZAINA

PACS: 43.75.Ef

Poveda Martínez, Pedro; Ramis Soriano, Jaime
Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal. Universidad de Alicante.
Carretera San Vicente del Raspeig s/n. 03690 San Vicente del Raspeig, Alicante. España.
Tel. 96 590 34 00
Fax. 96 590 34 64
Email: pedro.poveda@ua.es; jramis@ua.es

ABSTRACT

The *dulzaina* and the *flabiol* are traditional wind instruments used throughout all the Spanish geography. The first one is part of the family of Oboe while the second is related to the family of recorders. These instruments are traditionally manufactured of wood, using for that purpose different types like maple, rosewood or granadillo. The typology and quality of the construction elements significantly affect the acoustic characteristics of the instrument. This study examines the sound quality of the flabiol and the dulzaina depending on the material used on their manufacturing.

RESUMEN

La dulzaina y el flabiol son instrumento de viento tradicionales cuyo uso se extiende por toda la geografía española. El primero de ellos se enmarca dentro de la familia del oboe, mientras que el segundo está relacionado con la familia de las flautas de pico. La fabricación de estos instrumentos se realiza tradicionalmente en madera, empleando para ello distintos tipos como el arce, el palosanto o el granadillo. La tipología y calidad de los elementos constructivos del instrumento afectan de manera considerable a sus características acústicas. Este trabajo muestra un estudio de la calidad sonora del falbiol y la dulzaina en función del material de construcción empleado.

INTRODUCCIÓN

Cada instrumento musical presenta un espectro de frecuencias característico, formado por multitud de armónicos que le confieren un timbre característico de la familia a la que pertenecen. Los materiales de construcción empleados en su fabricación afectarán al sonido producido, siendo sus propiedades mecánicas las que determinen los modos de vibración del instrumento y por tanto, las frecuencias excitadas. De este modo, instrumentos con la misma forma y disposición pueden llegar a tener diferentes matices en su timbre debido al material empleado en su fabricación. Este fenómeno se acentúa al tratar con maderas al tratarse de un material ortótropo cuyas propiedades varían en cada dirección. Este fenómeno, añadido a las diferencias

existentes en la cantidad de mosto en el interior de la madera, hace que la misma especie pueda comportarse de diferentes formas. Un claro ejemplo de este fenómeno lo encontramos en instrumentos de cuerda, donde los modos de vibración de tapa y fondo se ven claramente alterados por el material utilizado.

Tradicionalmente, instrumentos como la dulzaina y el flabiol han sido fabricados con maderas nobles, que aportaban un sonido bueno y estabilidad tanto mecánica como acústica al instrumento. Actualmente, la escasez de algunos tipos de madera, el incremento del coste y la mejora de los procesos de fabricación han hecho que se introduzcan nuevos materiales, como el plástico, con propiedades totalmente diferentes.

El presente trabajo realiza un pequeño análisis de señal para determinar la calidad de dulzainas y flabioles de diferentes materiales a partir de muestras sonoras correspondientes a notas de la escala musical de cada instrumento [1].

MATERIALES Y MÉTODOS

Dulzaina

La dulzaina es un instrumento aerófono formado por un tubo cónico de madera a cuyo extremo superior se fija una lengüeta doble por medio de una pieza metálica que suele denominarse tudel o tundel [2].



Figure 1. Dulzaina. Madera de Granadillo.

Es la variedad menos evolucionada del antiguo arquetipo del que se fueron derivando la chirimía, un poco más perfeccionada y variada en tamaños y tesituras, y el oboe, único de los instrumentos de lengüeta doble cuyo sonido logró entrar en la “gran música” debido al refinamiento de su timbre y a sus avanzados mecanismos técnicos de control de alturas.

El tubo cónico de la dulzaina se divide en tres zonas: cubilete, cuerpo y campana. El cubilete es la parte donde se coloca el tudel con la caña. El cuerpo es la parte central del instrumento, donde están realizados una serie de orificios en la parte delantera y trasera. La campana es la parte final, y actúa como bocina, amplificando de manera natural el sonido. En muchas ocasiones incorporan aros o abrazaderas colocados en la zona superior e inferior para sujetar el tubo.

La dulzaina, que en la mayor parte de las tierras de la Península Ibérica se ha usado en las músicas populares desde hace siglos, es la variedad más ruda y áspera de la familia de instrumentos de lengüeta doble, pero también la más potente. Dada su simplicidad y la relativa facilidad con que un artesano habilidoso la puede fabricar, viene siendo usada en el ámbito popular desde tiempos antiguos.

Flabiol

El flabiol es un instrumento musical de viento (aerófono) de bisell, de la familia de las flautas de pico [3]. Su sonido se produce soplando por un conducto que dirige el aire hacia el bisell. Destaca por su corta medida y por la disposición de sus agujeros, que facilitan su uso con una sola mano, quedando la otra libre. Podemos distinguir entre el flabiol seco, desprovisto de llaves y que, pese a ser el más desconocido, es el más tradicional; y el flabiol de claves o flabiol de cobla.



Figure 2. Flabiol. Madera de Boj.

Su zona geográfica tradicional se extendería desde el sur de Cataluña hasta el Rosellón, y desde la Franja Oriental de Aragón hasta las islas Baleares, donde se utiliza también como instrumento solista con melodías propias.

Materiales de Construcción

La dulzaina se ha construido tradicionalmente de boj, encina y olivo. En la actualidad se emplean maderas como el palosanto o el granadillo, más densas y de mejor efecto sonoro.



Figure 3. Maderas empleadas en la construcción de dulzainas y flabioles [1].

Por lo que respecta al flabiol, normalmente se fabrican de tres tipos de madera: arce, boj y palosanto. Igual que la dulzaina, actualmente se pueden encontrar de maderas como el cerezo, el olivo o el ginjoler.

Tabla 1. Propiedades mecánicas de algunas maderas empleadas en la construcción de instrumentos [4].

Madera	Densidad (kg/m ³)	Módulo de Ruptura (MPa)	Módulo de Elasticidad (GPa)
Boj	975	144,5	17,2
Palosanto (Brasil)	835	135	13,93
Arce (rojo)	610	92,4	11,31
Arce (duro)	705	109,0	12,62
Ebano	955	158,1	16,89
Granadillo	950	148,6	19,56

Podemos encontrar también instrumentos fabricados en plástico, cuyas propiedades mecánicas podrán ser fijadas a priori por el fabricante del instrumento.

La siguiente tabla recoge los instrumentos ensayados y el material de construcción empleado en cada caso:

Tabla 2. Maderas de los instrumentos analizados.

Dulzaina	Flabiol
Boj	Arce
Ebano	Boj
Ginjoler	Caña Tipo 1
Granadillo	Caña Tipo 2
Palosanto	Palosanto
	Plástico

Adquisición de Muestras Sonoras

El presente estudio se ha realizado a partir del análisis de muestras sonoras, correspondientes a escalas musicales, grabadas en un ambiente anecoico por medio de micrófonos de medida B&K Tipo 4188.

Tabla 3. Escalas musicales registradas.

Escala Dolzaina										
LA4	SI4	DO#5	RE5	MI5	FA#5	SOL5	LA5	SI5	DO#6	RE6

Escala Flabiol										
RE5	MI5	FA#5	SOL5	LA5	SI5	DO6	RE6	MI6	FA#6	SOL6

Todos los instrumentos han sido interpretados por el mismo músico bajo las mismas condiciones.

Parámetros de Análisis

Para estudiar el comportamiento de los instrumentos en función de los distintos materiales se ha realizado un análisis de señal basado en los siguientes parámetros:

- Nivel normalizado: comparación del nivel emitido por cada instrumento, estudio de la influencia del material de construcción.
- Desviación de frecuencias respecto a la teórica: permitirá visualizar el grado de afinación del instrumento en función del material utilizado.
- Relación de Potencias: relación entre la potencia de la frecuencia fundamental y la potencia de los armónicos. Este parámetro proporciona una indicación del volumen de armónicos generados por el instrumento, lo cual estará íntimamente relacionado con el timbre. Nos permitirá estudiar el comportamiento de los armónicos en función del material empleado en la construcción del instrumento.

$$\text{Relación de Potencias} = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + V_5^2 + \dots}}{\sqrt{V_1^2 + V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + V_5^2 + \dots}} \quad (1)$$

- Factor de Calidad, Q: relación entre la frecuencia de estudio y el ancho de banda $\pm 3\text{dB}$ alrededor de la misma. Permitirá establecer la pureza de cada uno de los tonos armónicos generados por el instrumento.
- Sonoridad: medida subjetiva de la intensidad sonora percibida por el oído humano.

$$N = \left(10^{\frac{L_N - 40}{10}}\right)^{0.30103} \approx 2^{\frac{L_N - 40}{10}} \quad (2)$$

- Agudeza: proporciona una medida del contenido de alta frecuencia que posee un sonido. Aplicado al instrumento nos dará una idea de la riqueza espectral de la nota.

$$S = c \frac{\int_0^{24 \text{ Bark}} N' g'(z) \cdot z \cdot dz}{\int_0^{24 \text{ Bark}} N' dz} \quad (3)$$

La sonoridad y la agudeza son parámetros cuya finalidad es objetivar la percepción subjetiva del oyente. La correlación entre parámetros objetivos y subjetivos puede determinarse por medio de ensayos psicoacústicos.

Además de los parámetros indicados anteriormente, se ha llevado a cabo un análisis espectral de cada una de las notas registradas.

RESULTADOS

Análisis Espectral

Si analizamos espectralmente la dulzaina y el flabiol, vemos que ambos difieren de forma clara en el número de armónicos, lo que les confiere un timbre distinto. El primero, la dulzaina, tiene un contenido espectral a alta frecuencia mucho más rico en armónicos.

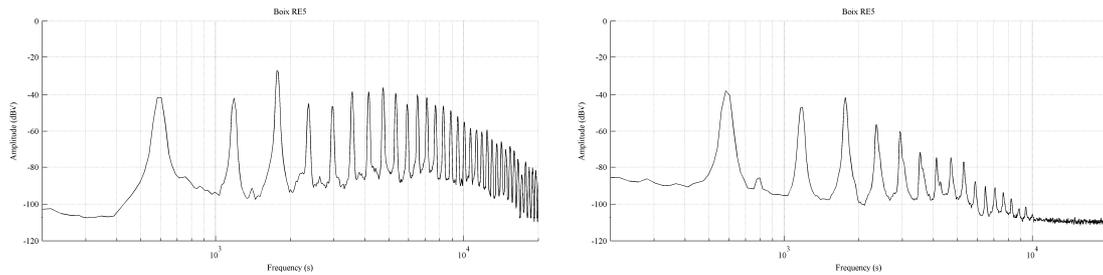


Figure 4. Espectros de frecuencias nota RE5. (izq) dulzaina. (dch) flabiol.

Si analizamos una nota de frecuencia superior, vemos como el contenido espectral se ve reducido, especialmente en el flabiol, donde los armónicos de orden superior dejan de ser excitados de una manera clara.

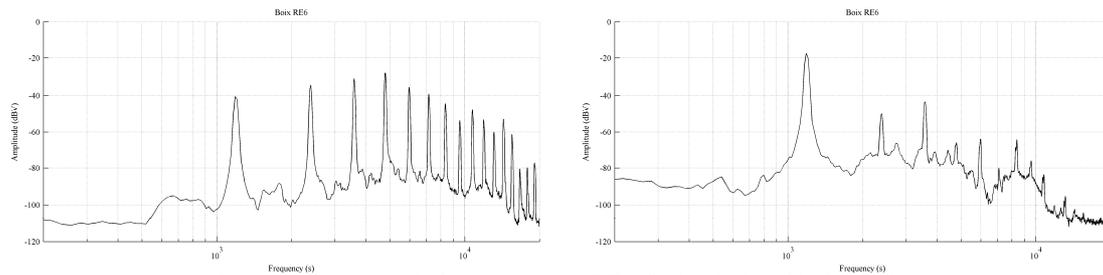


Figure 5. Espectros de frecuencia nota RE6. (izq) dulzaina. (dch) flabiol.

El nivel de los armónicos para alguno de los materiales es inferior, especialmente en las cañas.

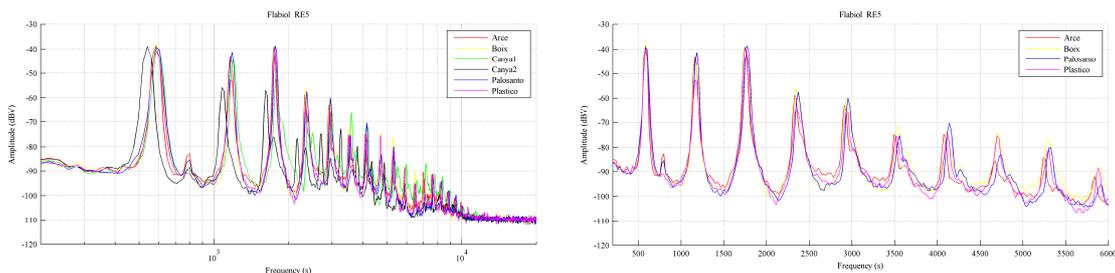


Figure 6. Comparación del espectro para diferentes materiales.

Si visualizamos las componentes de alta frecuencia, vemos como el instrumento fabricado con plástico excita con menor nivel los armónicos de orden superior, lo cual le confiere un timbre ligeramente distinto.

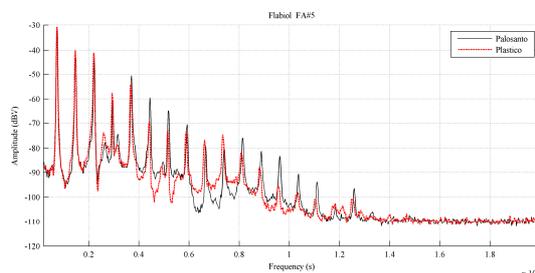


Figure 7. Espectro de frecuencias flabiol. Comparativa palosanto y plástico.

Nivel normalizado

La dulzaina presenta un nivel de presión sonora relativamente plano para toda la escala musical (± 2 dB), a excepción de la nota SOL5. Atendiendo al material de fabricación, observamos un nivel ligeramente superior para en el palosanto e inferior para el granadillo. La diferencia está comprendida entre 2 y 4 dB en función de la nota interpretada.

Para el flabiol, el nivel se incrementa a medida que subimos de tono en la escala musical, con una diferencia máxima de aproximadamente 30 dB. En este caso, se observa un nivel mayor para el arce y el boj, siendo claramente inferior en el caso de la caña tipo 2.

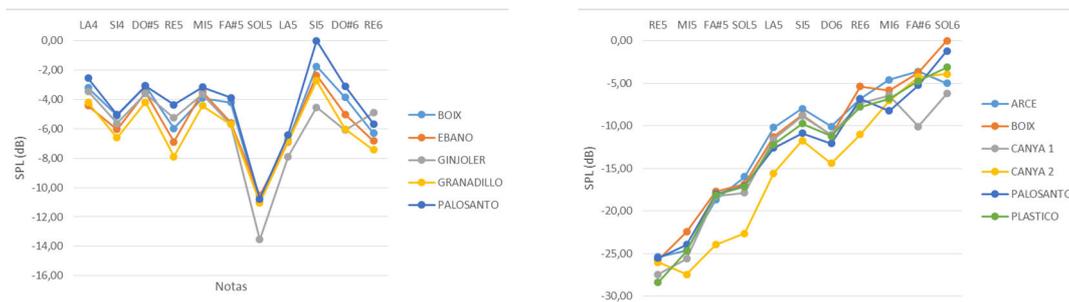


Figure 8. Nivel de presión normalizado. (izq) dulzaina. (dch) flabiol.

Desviación de frecuencias respecto a las teóricas calculadas

Centrándonos en la desviación de frecuencia media de todas las notas respecto a la frecuencia teórica esperada, observamos como en la dulzaina, el boj y el palosanto se comportan de manera más cercana al ideal. Para los instrumentos de materiales distintos se produce una desviación de la frecuencia de la nota de aproximadamente el 1 %.

Si analizamos el flabiol, vemos un resultado similar al obtenido para la dulzaina. Las maderas de boj y palosanto muestran un comportamiento más próximo al teórico esperado. Cabe destacar la gran desviación que supone el uso de cañas en la fabricación del flabiol, con desviaciones respecto a la frecuencia teórica de la nota de entre un 4% y un 6%.

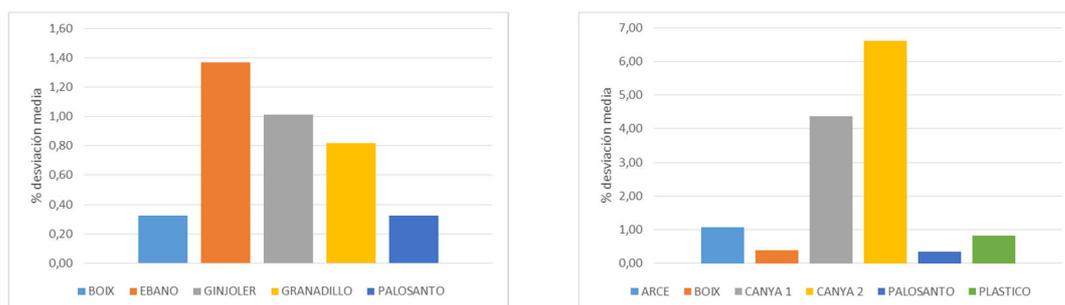


Figure 9. Desviación de frecuencia media. (izq) dulzaina. (dch) flabiol.

Si analizamos el espectro de una de las notas interpretadas en el flabiol se aprecia claramente esta desviación de frecuencia.

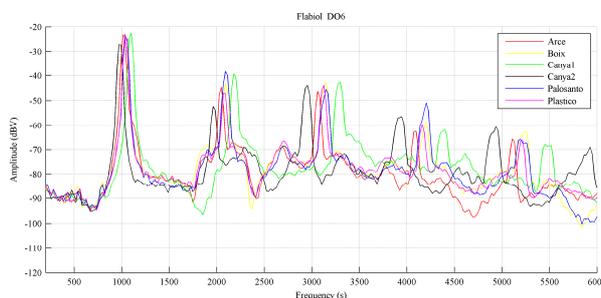


Figure 10. Espectro de frecuencias flabiol.

Relación de potencias

Analizando la relación de potencias para la dulzaina, obtenemos un valor ligeramente inferior para el palosanto. Este resultado se traduce en un peso mayor de la frecuencia fundamental de la nota en su composición tonal. Por el contrario, el ginjoler generará una distribución de armónicos con un peso ligeramente mayor al del resto de materiales.

Por lo que respecta al flabiol, la relación de potencias disminuye al aumentar la frecuencia de la nota interpretada. Este fenómeno concuerda con lo visto en el espectro de frecuencia, donde se produce una pérdida de armónicos al incrementar la nota. Comparando los materiales, el palosanto proporciona un valor ligeramente superior, contrario a lo que sucedía en la dulzaina. En este caso la aportación de los armónicos al nivel global tendrá mayor peso.



Figure 11. Relación de potencias. (izq) dulzaina. (dch) flabiol.

Factor de calidad, Q

Observando el factor de calidad para cada una de los materiales utilizados en la dulzaina observamos como el ébano tiene un valor ligeramente superior, lo que se traduce en un factor de pérdidas inferior y en una mayor pureza de los tonos emitidos por el instrumento. Contrariamente, el ginjoler presentará campanas de mayor ancho de banda en las frecuencias de interés.

El análisis del factor de calidad del flabiol da como resultado valores superiores a los de la dulzaina y por tanto estará dotado de una pureza tonal mayor. Comparando materiales, la caña tipo 1 proporciona tonos más puros, mientras que la caña tipo 2 ofrece una campana con mayor ancho de banda, lo que dará lugar a un factor de pérdidas superior.

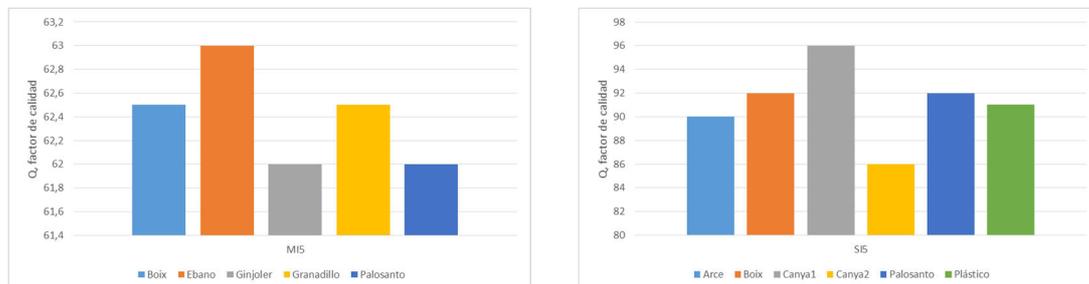


Figure 12. Factor de calidad medio. (izq) dulzain. (dch) flabiol.

El factor de calidad, igual que sucede con el resto de parámetros, se ve influenciado fuertemente por la frecuencia fundamental de la nota, incrementando su valor conforme avanzamos en la escala. Las diferencias existentes entre los materiales de construcción persisten con el cambio de frecuencia. La siguiente gráfica muestra la evolución del factor de calidad de las frecuencias fundamentales de la escala musical.

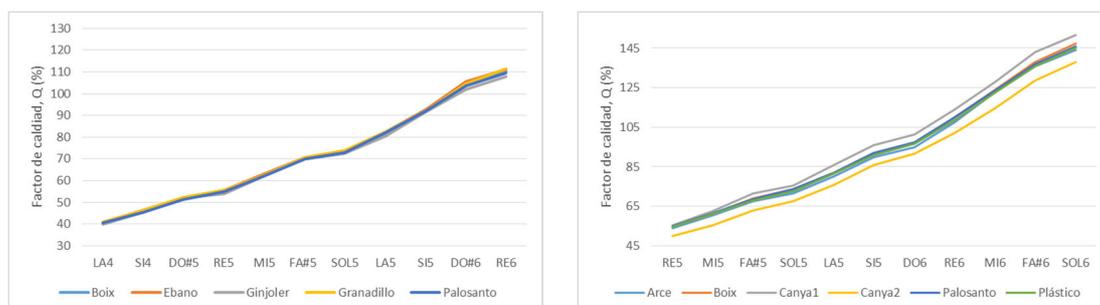


Figure 13. Evolución del factor de calidad con la frecuencia de la nota. (izq) dulzaina. (dch) flabiol.

Sonoridad y agudeza

Si analizamos la sonoridad de los instrumentos, existe gran variabilidad del parámetro en función de la nota interpretada. Normalizando los valores de sonoridad de cada una de las notas respecto al máximo de entre todos los instrumentos, observamos que el palosanto, tanto en el flabiol como en la dulzaina, será percibido con una intensidad mayor. El uso de cañas como material para la construcción del flabiol da como resultado una variación mayor de la sonoridad.

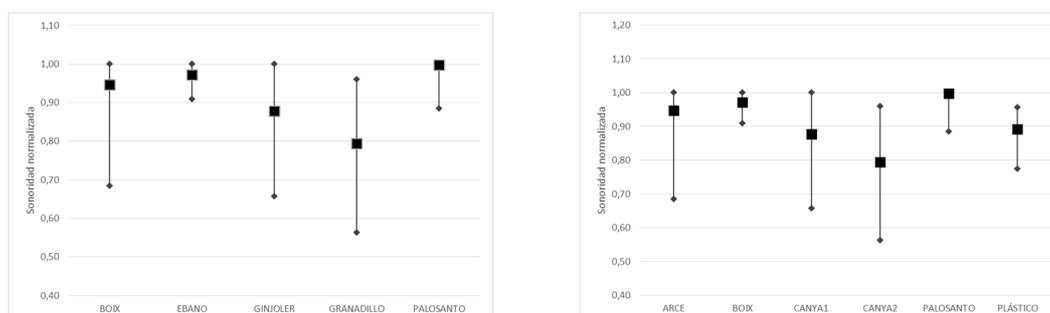


Figure 15. Sonoridad. (izq) dulzaina. (dch) flabiol.

Atendiendo a la agudeza normalizada, el material con mayor valor corresponde al ginjoler, mientras que el granadillo producirá la mayor variación entre notas. En cuanto al flabiol, la canya de tipo 1 presenta un mayor contenido de alta frecuencia, mientras que la caña 2 presenta una mayor variabilidad. En ambos casos el palosanto se encuentra entre los que mayor contenido de alta frecuencia poseen.

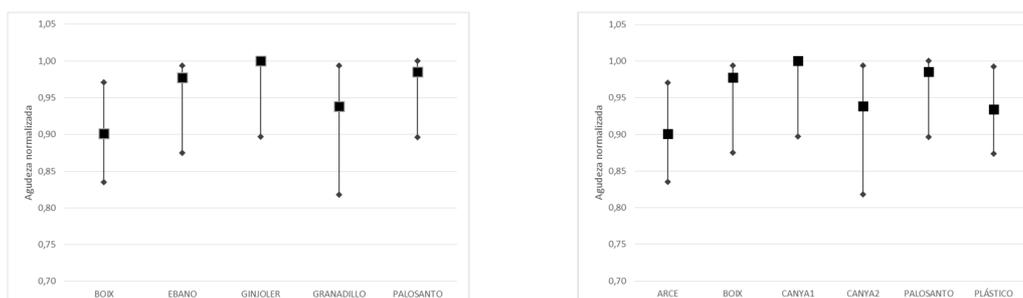


Figure 15. Agudeza. (izq) dulzaina. (dch) flabiol.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, la dulzaina construida con palosanto tiene una composición espectral rica en armónicos, con un nivel de presión sonora superior al resto de materiales. La desviación respecto a la frecuencia teórica es menor, comportándose de manera más próxima al caso ideal. Del mismo modo, presenta una relación de potencias y un factor de calidad bajo, lo que aportará más cuerpo al sonido dado el ensanchamiento de la campana formada por las frecuencias excitadas.

En referencia al flabiol, la madera de arce presenta un nivel de presión sonora superior, con una desviación en frecuencia inferior al resto de materiales y una relación de potencias baja. En este caso, el arce da como resultado un factor de calidad alto y por tanto un sonido tonal más puro.

REFERENCIAS

- [1] Instrumentos Bessó. www.pacobesso.net. 01 de septiembre de 2015.
- [2] Miguel Manzano, "Dulzaina, gaita y flauta, tres instrumentos populares". Breve estudio introductorio a una colección de "Músicas nuevas para instrumentos viejos". 2009.
- [3] "El flabiol i el tamborí". Direcció General de Cultura Popular, Associacionisme i Acció Culturals. Generalitat de Catalunya.
- [4] Eric Meier, "The wood database". www.wood-database.com. 09 de septiembre de 2015.