



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MÚSICA

La Espiga Laborie – Rabbath:

Aportaciones Técnicas y Acústicas al Contrabajo

TESIS

Que para obtener el título de
Licenciado Instrumentista-Contrabajo

PRESENTA

Alberto Mejía Tenorio Reyes

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Luis Antonio Rojas Roldán



Ciudad de México 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Para Olivia y Alberto: mis mayores ídolos.

Agradecimientos:

A Kaaren: mi amor, mi compañera y mi todo.

A Olivia: por llenar de ternura mi vida.

A Lucía: por llenar de alegría mi vida.

A Brenda: por su inconmensurable amor.

A Patricia y Javier: por su maravilloso ejemplo de vida.

A Claudia: por su apoyo trascendente.

A Enrico: por su amistad profunda y verdadera.

A Víctor: por su entrañable amistad.

A Roberto: por su consejo y solidaridad como instrumentista.

A Luis Antonio Rojas: por su instrucción precisa y pasión por el contrabajo.

A Diego Tinajero: por su generosa colaboración.

A Edmundo Camacho: por su guía y contribución.

A Luis Pastor: por su ejemplo de actividad profesional interdisciplinaria.

A Juan García: por su interés y entusiasmo.

A Guillermo Cuellar: por su oportuna disposición.

A Víctor Kuri: por participar en la resolución de todo.

Y a Christian Laborie: por las experiencias de vida compartidas.

Índice

Introducción	<i>i</i>
Capítulo I: Origen	1
1.1 El inicio	1
1.2 Christian Laborie	1
1.3 El encuentro	2
1.4 François Rabbath.....	3
1.5 Las espigas	4
1.5.1 Espiga “à la Tortellier”	4
1.5.2 Espiga EGG-Pin	5
1.5.3 Zapato de Contrabajo.....	6
1.5.4 Espiga Laborie - Rabbath.....	7
1.6 Ventajas Técnicas.....	8
1.7 Ventajas acústicas.....	9
Capítulo II: Opinión y Prueba experimental	13
Introducción	13
2.1 Entrevista.....	14
2.2 Atributos fundamentales del sonido.....	16
2.2.1 Frecuencia.....	16
2.2.2 Amplitud.....	17
2.2.3 Contenido espectral del sonido	17
2.3 Diseño experimental.....	19
2.3.1 Variables.....	19
2.3.2 Formulación.....	20
2.3.3 Medición de las variables	20
2.3.4 Extractos musicales.....	20
2.3.5 Validez interna.....	21
2.4 Prueba experimental.....	21
2.5 Grabación de las muestras de audio	22

2.6 Representación visual del sonido	23
2.7 Niveles de amplitud y análisis de espectro de las muestras de audio	24
2.7.1 Cuerdas al aire	26
2.7.2 Escala de Sol Mayor a tres octavas	34
2.7.3 Parcial armónico $2f$ de las cuerdas al aire.....	36
2.7.4 Cuerdas al aire con técnica de pizzicato	39
2.7.5 Pasajes de Gigue y Gavotte II de la Suite en Estilo Antiguo para Contrabajo de Hans Fryba	47
Capítulo III: Análisis	49
Análisis de resultados	49
3.1 Cuerdas al aire	50
3.1.1 Análisis de los niveles de amplitud.....	50
3.1.2 Análisis del contenido espectral	52
3.2 Escala de Sol Mayor a tres octavas	61
3.3 Parcial armónico $2f$ de las cuerdas al aire	64
3.4 Cuerdas al aire con técnica de pizzicato	66
3.4.1 Análisis de los niveles de amplitud.....	66
3.4.2 Análisis del contenido espectral	68
3.5 Pasajes de Gigue y Gavotte II de la Suite en Estilo Antiguo para Contrabajo de Hans Fryba	73
Conclusiones	76
Bibliografía	80
Anexo 1	83
Anexo 2	88
Anexo 3	94

Introducción

En la búsqueda por lograr sinergia con mi instrumento, el contrabajo, tuve la oportunidad de acceder a algunos prototipos alternativos de su espiga, inspirados en la técnica de ejecución de François Rabbath, facilitados por mi profesor de contrabajo y mentor, Luis Antonio Rojas Roldán.

Estos prototipos o variantes de la espiga del contrabajo están basados en el concepto de la espiga Laborie-Rabbath, la cual tiene como característica principal, que inclina el instrumento en un ángulo de 45°, aproximadamente, hacia el ejecutante.

La espiga tradicional del contrabajo consiste en una varilla metálica colocada en la base del instrumento dentro de un soporte o 'botón' del cual, también, se sujeta el tiracuerdas por medio de un cable. En contraste, la espiga L-R consiste en una varilla de fibra de carbono que se coloca en la base del contrabajo, en una nueva perforación que se realiza detrás del soporte de espiga tradicional, cerca del borde con la tapa trasera, y que hace contacto con el piso mediante una esfera de goma.

Como contrabajista, siempre tuve una marcada tendencia a inclinar el instrumento hacia mi cuerpo, tal vez como un error técnico o tal vez como un gesto natural, así que en el proceso de adaptación para tocar de esta nueva manera, con este nuevo ángulo, no experimenté mucha resistencia.

Una vez instalada la espiga L-R en mi contrabajo, tuve mayor facilidad para acceder a la posición de caja; es decir, al registro más agudo. Además, advertí una mayor facilidad para hacer vibrar las cuerdas con el arco. Sin embargo, fue el cambio en el sonido producido por el instrumento, lo que más llamó mi atención: percibí un sonido con mayor proyección, con mayor riqueza de armónicos y con mayor intensidad.

Finalmente, encontré en esta nueva manera de interacción con el instrumento, un camino para descubrir en el contrabajo mi pasión.

El objetivo de esta tesis es dar a conocer los beneficios y las ventajas que aporta esta variante técnica con la intención de que los contrabajistas que deseen explorar esta alternativa, obtengan un panorama de su proceso de creación y evolución, sus implicaciones técnicas y sus efectos en la producción de sonido del contrabajo.

La intención de realizar un trabajo significativo para el campo de estudio de la técnica del contrabajo se sustenta en dos ideas: obtener una visión integral de lo que representa la espiga L-R que contemplara el aspecto acústico con mediciones y resultados cuantificables; y conocer la opinión directa de Christian Laborie sobre su innovación.

La hipótesis planteada es: "El uso de la espiga Laborie - Rabbath favorece un balance dinámico equivalente entre cada una de las cuerdas del contrabajo y un nivel de intensidad mayor en los armónicos parciales de éstas".

Christian Laborie y François Rabbath han manifestado que al utilizar la espiga L-R, la inclinación en la que se coloca el contrabajo y la postura que toma el ejecutante, plenamente por detrás, favorece que el peso ejercido por el brazo que sostiene el arco sobre cada una de las cuerdas sea similar, lo que da por resultado un balance dinámico más equilibrado entre ellas.

Además, se tiene el propósito de conocer si existen modificaciones en el contenido espectral del sonido producido por las cuerdas al aire que pudieran explicar los cambios percibidos en el sonido del contrabajo con el uso de la espiga L-R.

La pregunta de investigación que guía este trabajo es: ¿Qué ventajas técnicas y acústicas ofrece el uso de la espiga Laborie-Rabbath en la ejecución del contrabajo?

Para responderla, se realizó una tesis de recopilación mixta de datos; concretamente, una tesis de investigación documental y experimental.

De acuerdo con este enfoque cualitativo-cuantitativo, se entrevistó al Laudero Christian Laborie, autor del diseño final de la espiga, y se efectuó una prueba experimental en la que se llevaron a cabo mediciones de nivel de amplitud y se efectuaron análisis de contenido espectral para establecer relaciones causa-efecto entre la variable independiente: la espiga L-R y las variables dependientes: nivel de amplitud de cada una de las cuerdas al aire del contrabajo y nivel de amplitud del contenido espectral de cada una de ellas.

En el primer capítulo, se estudia el origen, los actores y los distintos prototipos que precedieron a la espiga L-R, de acuerdo con la investigación documental.

En el segundo capítulo se pone en práctica la metodología propuesta: se puede conocer la opinión de Christian Laborie acerca de las ventajas acústicas de la espiga; después, se hace una breve revisión de los conceptos relacionados a los atributos del sonido relevantes para una mejor comprensión de este trabajo y, finalmente, se plasman los resultados de la prueba experimental.

En el tercer capítulo, se hace el análisis de los resultados obtenidos en la prueba experimental para efecto de comprobar o refutar la hipótesis y dar respuesta a la pregunta de investigación en las conclusiones de esta tesis.

A través de este trabajo, espero poder comunicar los beneficios que se obtienen con el uso de espiga L-R y también los retos que ésta presenta. Es mi deseo mostrar de manera concreta a partir de las pruebas y las mediciones realizadas, las ventajas técnicas y acústicas de la espiga L-R con el objetivo de despertar la curiosidad y facilitar la decisión de experimentar con esta alternativa de ejecución a aquellos contrabajistas, principiantes o avanzados, interesados en ella.

Capítulo I: Origen

1.1 El inicio

En el verano de 1976 se celebró el primer festival de música folclórica francesa en la ciudad de Saint-Chartier. En él, un profesor de matemáticas recibió pedidos para construir, al menos, 30 zanfoñas, instrumento de música tradicional francesa y húngara. En ese momento, junto con su esposa, Christian Laborie decidió renunciar a la enseñanza y dedicarse a la construcción de instrumentos. Le tomó cuatro años terminar la entrega. Narra Laborie:

En 1972 compré una vieja Zanfoña a Alain Vian (hermano de Boris Vian) quién fue un comerciante de instrumentos musicales antiguos, establecido en París. Este instrumento estaba en malas condiciones, con reparaciones muy mal realizadas: imposible de tocar. Es así que intenté construir mi primer Zanfoña sin ayuda de ningún maestro, de manera autodidacta, ¡pues no había ninguna escuela donde aprender esto! Esta primer Zanfoña no era perfecta, pero funcionaba bien. En 1976, debido a una creciente demanda, mi hobby se convirtió en mi negocio de tiempo completo.¹

1.2 Christian Laborie

El auge de la música antigua en su país lo alentó a construir violas da gamba y violonchelos barrocos. Como parte de su estrategia para informarse sobre estos instrumentos históricos, pasó una gran cantidad de tiempo visitando museos en Europa, tomando medidas y notas. A principios de la década de los ochenta, Laborie, quien es aficionado al jazz, estudió contrabajo en este estilo en el Conservatorio de Grenoble bajo la cátedra de Philippe Guingouain, quien lo impulsó a construir su primer contrabajo, de manera autodidacta, en 1985 y quien le

¹ Alberto Mejía Tenorio Reyes, “Entrevista a Christian Laborie”, vía electrónica, 2020, p. 1.

transmitió su pasión por el modelo Quenoil. Christian Laborie nació en París en 1949, y desde mediados de la década de los ochenta, se dedica exclusivamente a la construcción de contrabajos.

1.3 El encuentro

El encuentro entre Christian Laborie y François Rabbath se dio en 1991 a través de Thierry Barbé, contrabajista principal de la Orquesta Nacional de Ópera de París, entonces alumno de Rabbath, con quien compartía el gusto por el modelo Quenoil.

De acuerdo con Patrick Neher, Laborie construyó su primer copia de un modelo Quenoil en 1989 para tocarlo él mismo en una banda de jazz.² En algún momento, mostró este contrabajo a Thierry Barbé, quien a su vez sugirió enseñárselo al gran virtuoso francés François Rabbath. Detalla Laborie: "François dijo: "tu contrabajo es fantástico, pero tienes que cambiarle muchas cosas: un nuevo diapason con un ángulo y no redondeado, un nuevo puente, diferentes cuerdas, una cejilla elevada".³

Un entusiasmado Rabbath invitó a Laborie a mostrar su trabajo en la gira de clases magistrales que daría alrededor de Estados Unidos en el año posterior a su encuentro, en donde vendió sus primeros dos modelos Quenoil. Afirma Neher que Rabbath quedó atónito, y se convirtió en un partidario incondicional del trabajo de Laborie, cuando conoció las copias del modelo Quenoil que Laborie presentó en el Primer Instituto Internacional Rabbath en Cincinnati, Ohio en Estados Unidos en 1992.⁴ Ambos contrabajos fueron vendidos en menos de 45 minutos; uno fue adquirido por Barry Green, entonces solista de la Orquesta de Cincinnati y otro, por Steve Martin, solista de la Orquesta Sinfónica de Tasmania.

² Patrick Neher, "Sound Artist", *Double Bassist*, Issue 41, Summer 2007, p. 27.

³ George Vance, "Interview with Christian Laborie", *Slava Publishing Reader*, No. 2, October 2005, p. 12.

⁴ Neher, *op. cit.*, p. 27.

1.4 François Rabbath

"Nunca he tocado usando la técnica de alguien más; yo desarrollé la mía".⁵

François Rabbath nació en la ciudad de Alepo, en 1931, y en coincidencia con Laborie, es un profesional autodidacta que aprendió a tocar el contrabajo con los métodos de Edouard Nanny. "Aunque su enfoque al contrabajo es aún controvertido en algunos círculos, parece haber un consenso creciente de que el músico nacido en Siria es el *Paganini del contrabajo*, un artista que puede hacer lo aparentemente imposible".⁶

François Rabbath ha desarrollado sus propios conceptos en la técnica del contrabajo dentro de los que se destacan el Pivote, el Cangrejo y su sistema de posiciones que simplifica el conocimiento el diapasón del contrabajo hasta en cuatro posiciones; conceptos que están plasmados en seis tomos de su metodología.

Su visión vanguardista del contrabajo puede escucharse en algunos de sus discos más importantes: *Bass Ball*, *La Guerre et la Paix* y *Multi Bass* en donde imprime una concepción musical del contrabajo única que lo llevan a ser uno de los contrabajistas más importantes en la historia del instrumento.

⁵ François Rabbath, "Left-hand pivots and the crab fingering system", *The Strad*, Issue 1506, October 2015, p. 84.

⁶ John Pitcher, "Rounding All the Basses", *The Washington Post*, Thursday, June 29 2000 p.C01, (<https://www.liben.com/frwashpostint.html>, consultado el 9 de enero del 2020).

1.5 Las espigas

1.5.1 Espiga “à la Tortellier”

Cuando Christian Laborie conoció a François Rabbath, a principios de los años noventa, la idea de tocar con una espiga colocada en un ángulo agudo, no era una idea nueva, pues Rabbath tocaba ya entonces con una espiga doblada 'à la Tortellier' colocada por el laudero Horst Grünert. (Anexo 2, figura 1.)

De acuerdo con Laborie, la espiga doblada nació por accidente: Rabbath probaba un contrabajo copia de un modelo Quenoil construido por Grünert en el que, por petición del maestro, fue colocada una espiga doblada —en el mismo soporte tradicional de la espiga— con la intención de liberar peso del centro de gravedad del contrabajo, peso excesivo que se concentraba en el dedo pulgar de la mano izquierda provocado por una maquinaria de afinación elaborada de latón, colocada en este instrumento.⁷ Más tarde, Rabbath probó esta nueva espiga en su propio contrabajo con resultados sorprendentes; narra Laborie : "el sonido era más amplio y con mayor proyección que antes. ¡Esta espiga no solamente cambiaba el peso del brazo sino también el sonido del contrabajo!".⁸ Algunos años antes de estos hechos, Rabbath, en su primer método para contrabajo titulado *Nouvelle Technique de La Contrebasse* considera que el medio del mástil del instrumento debe estar a la altura del hombro y explica:

"A continuación, se desplazará el centro de gravedad del contrabajo inclinándolo hacia sí, de suerte que el instrumento forme un ligero ángulo con el cuerpo, apoyando bajo el esternón la junta de la tabla del fondo y la cubrejunta superior del instrumento".⁹

⁷ Christian Laborie, “The Laborie – Rabbath Endpin Genesis”, *Journal of the International Society of Bassists*, Vol. 30, Issue n1, Jun – Sep 2006, p. 13

⁸ Ibid.

⁹ François Rabbath, *Nouvelle Technique de La Contrebasse: Méthode complète et progressive, cahier IV*, (París: Editions Musicales Alphonse Leduc, 1977), p. VIII

Esto muestra ya una tendencia para tocar el contrabajo con una clara inclinación hacia el ejecutante.

Estos son los elementos que llevan a la deducción de que el origen de la idea de utilizar una espiga doblada de uso no convencional en el contrabajo, fue gestada por un problema de ejecución técnica: el peso del contrabajo en el dedo pulgar de la mano izquierda, que involucró a un ejecutante concreto: el maestro François Rabbath, un modelo específico de contrabajo: el modelo Quenoil, y que tuvo como resultado un nuevo sonido del contrabajo.

Afirma Patrick Neher que un ejemplo de la innovación resultado de la colaboración, es la Espiga L-R: "Por casi tres años, a mediados de los noventas, Laborie, François Rabbath y yo examinamos tecnologías de espigas".¹⁰

1.5.2 Espiga EGG-Pin

En el proceso que condujo a la espiga Laborie-Rabbath surgieron algunas alternativas interesantes, puesto que una espiga doblada presenta un problema: cuando es muy larga debido a que el ejecutante desea utilizarla de este modo por sus preferencias técnicas o a razón de ser una persona de gran estatura, ésta crea un efecto de resorte que sacude al contrabajo con los cambios de posición y con un vibrato amplio. Una de estas alternativas fue la espiga conocida como "EGG-pin" (Anexo 2, figura 2.) diseño de Paul Ellison, antiguo alumno de Rabbath, y manufacturada en una cantidad limitada en los años noventas. Esta espiga tenía como objetivo proveer el ángulo necesario y evitar el efecto resorte de una espiga doblada convencional.

La EGG-pin fue un sofisticado dispositivo metálico ajustable a cualquier contrabajo que de acuerdo con Laborie, funcionaba bien, balanceando y estabilizando el peso

¹⁰ Patrick Neher, "Sound Artist", *Double Bassist*, Issue 41, Summer 2007, p. 27.

del contrabajo, pero que no coincidía con los conceptos de sonido de Rabbath, pues su pesado brazo articulado parecía apagar el sonido del instrumento. ¹¹

1.5.3 Zapato de Contrabajo

En 1996, otro prototipo fue probado con el nombre de "Bass Shoe" o "Zapato de Contrabajo" iniciativa de Patrick Neher en colaboración con Christian Laborie. La idea de construir esta espiga, da cuenta Laborie, surgió de una demostración que solía hacer Rabbath consistente en remover la espiga y sostener el contrabajo con su pie izquierdo. Agrega Laborie que el día que Rabbath hizo esta demostración para él, dijo: "¡Escucha este sonido! ¡Debemos tenerlo siempre! ¡El sonido debe ser libre, quita toda esa basura! ¡Necesitamos toda esta libre resonancia! ¡Es fantástico!". ¹²

El "Zapato de Contrabajo", de acuerdo con Laborie, tenía como objetivo ser un soporte de madera que no tuviera ninguna relación directa con las cuerdas ni el tiracuerdas. Idea que no prosperó por no haber logrado una fijación en el contrabajo eficiente y estable. ¹³

Fue en el transcurso de esta exploración donde surgió por primera vez la idea de realizar una nueva perforación en la base del contrabajo para colocar una espiga de madera como propuesta de Neher; idea que rechazó Laborie por considerar que sería muy complicado revender el instrumento. ¹⁴

¹¹ Christian Laborie, "The Laborie – Rabbath Endpin Genesis", *Journal of the International Society of Bassists*, Vol. 30, Issue n1, Jun – Sep 2006, p. 13

¹² Ibid.

¹³ Ibid.

¹⁴ Christian Laborie, "The Laborie – Rabbath Endpin Genesis", *Journal of the International Society of Bassists*, Vol. 30, Issue n1, Jun – Sep 2006, p. 14

1.5.4 Espiga Laborie - Rabbath

"Con la intención de eliminar el efecto de resorte y poder tocar el contrabajo en el ángulo de Rabbath, sugerí a Laborie que simplemente perforara un agujero cónico en el ángulo correcto y pusiera una vara recta en él"¹⁵ y agrega Patrick Neher:

Cuando en 1997, le solicité que realizara esta idea en mi contrabajo, Laborie se negó, argumentado que el instrumento perdería valor de reventa. Eventualmente, Laborie cedería ante las súplicas de mi amigo y colega Nicholas Walker y diseñaría una espiga de fibra de carbón que no se rompería al ser usada.¹⁶

Finalmente, da cuenta Laborie, fue en mayo de 1998 cuando aceptó la propuesta de Nicholas Walker —entonces también alumno de Rabbath— de perforar un segundo agujero, en ángulo agudo, en la base del contrabajo cerca del borde con la tapa trasera para colocar una espiga de madera, la cual probaron en distintos tamaños.¹⁷

Fue después de este hecho que Christian Laborie considera que la espiga L-R nació: una espiga de madera colocada en la base del contrabajo cerca del borde con la tapa trasera, en ángulo de 44 o 45 grados, con una punta esférica de goma en el extremo. Sin embargo, considera Laborie, un problema faltaba por resolver: en el caso de que el ejecutante de contrabajo fuera muy alto, una espiga muy larga de madera no sería lo suficientemente fuerte, así que en 1999, en el seminario de contrabajo que Rabbath impartió en Venecia, comenzó a realizar pruebas con fibra de carbono, las cuales fueron concluyentes: "[...] el sonido fue mejorado. Esta es la solución que tomamos".¹⁸ (Anexo 2, figura 3.)

¹⁵ Patrick Neher, "Sound Artist", *Double Bassist*, Issue 41, Summer 2007, p. 26.

¹⁶ Ibid.

¹⁷ Christian Laborie, "The Laborie – Rabbath Endpin Genesis", *Journal of the International Society of Bassists*, Vol. 30, Issue n1, Jun – Sep 2006, p. 14

¹⁸ Ibid., p. 14-15

1.6 Ventajas Técnicas

El primer objetivo de utilizar una espiga en ángulo en lugar de la espiga recta convencional, fue cambiar el centro de gravedad. Explica Rabbath: "su propósito es cambiar el centro de gravedad del instrumento para que los contrabajistas que tocan de pie, carguen un peso menor en el pulgar que sostiene el brazo del contrabajo".¹⁹

El ángulo sugerido para colocar la espiga Laborie-Rabbath es de 44 o 45 grados. En la entrevista concedida por Laborie, menciona: "el ángulo de 44 o 45 grados fue determinado por François Rabbath y otros músicos, con sus propios estudiantes"²⁰. En su explicación sobre la manera en la que una espiga doblada debe ser elaborada, Rabbath es preciso: "La varilla debe ser doblada en un ángulo de 44°".²¹

Además de atenuar el peso sobre la mano izquierda, la postura del contrabajista se ve favorecida por el hecho de que el peso que descansa sobre ambos pies es más equilibrado, lo que favorece una posición más natural del cuerpo que, a su vez, permite tocar con una menor fatiga y mayor confort, lo cual podría ayudar a evitar dolores de espalda y fatiga de hombros y cuello. "La espiga doblada favorece la "apertura" del instrumento al colocar la cuerdas de frente, situación que obliga al ejecutante a permanecer erguido".²²

Otro elemento que destaca Rabbath consiste en que, al usar la espiga doblada, el contrabajo permanece en un ángulo más pronunciado, lo cual que favorece que el ejecutante aplique el peso relajado de sus brazos en lugar de utilizar presión muscular. "Yo no uso mis músculos cuando toco. Yo uso mi propio peso. Es como

¹⁹ François Rabbath, "A Few Words About The Bent Endpin", 2004, p. 1.

²⁰ Alberto Mejía Tenorio Reyes, "Entrevista a Christian Laborie", vía electrónica, 2020, p. 2.

²¹ François Rabbath, "A Few Words About The Bent Endpin", 2004, p. 2.

²² Ibid., p. 1.

si hicieras yoga en la ejecución"²³. Otra ventaja técnica importante es que cuando se tienen el contrabajo en esta posición, el acceso al registro agudo se facilita. En palabras del propio Laborie: "El peso [que ejerce el contrabajo] sobre el brazo izquierdo en posiciones graves es menor que con la espiga regular y la facilidad para acceder al registro agudo, es mayor".²⁴

1.7 Ventajas acústicas

Esto nos conduce a la aportación más importante de la espiga L-R. Afirma Laborie: "No importa si tocas el arco alemán o el francés; mi espiga embellece el sonido del contrabajo".²⁵

La primera ventaja acústica se relaciona con el balance dinámico que se puede obtener de cada cuerda al colocar el contrabajo en un posición más frontal, con la tapa delantera de frente a la audiencia. Esta ventaja acústica, que guarda relación con la postura que adopta el ejecutante en relación al contrabajo, fue antes observada con el uso de la espiga doblada, antes de la creación de la espiga L-R. Da cuenta Rabbath en su breve manual para construir una espiga doblada: "Debe notarse que el sonido del contrabajo se proyecta de manera más eficiente en este ángulo".²⁶

Laborie fortalece esta idea y va más allá al explicar esta ventaja acústica en su propia espiga, al mencionar que el peso del brazo del arco se distribuye de manera más equilibrada:

²³ Michael Fanelli, "A Life of Self Discovery and Passion for the Double Bass and Teaching, Part II", *American String Teacher*, Vol. 59 Issue 1, February 2009, p. 31.

²⁴ Alberto Mejía Tenorio Reyes, "Entrevista a Christian Laborie", vía electrónica, 2020, p. 3.

²⁵ Ibid.

²⁶ François Rabbath, "A Few Words About The Bent Endpin", 2004, p. 1.

Esta nueva espiga permite al contrabajista sostener el contrabajo con la tapa delantera hacia el frente, en la forma en la que se sujeta un violonchelo o un contrabajo cuando se toca sentado. Cuando se sujeta el contrabajo de esta manera, se pueden tocar sus cuatro cuerdas con el peso del brazo que sostiene el arco de manera equilibrada.²⁷

El contrabajo tiene una mayor proyección de su sonido cuando se hace vibrar sus cuerdas con el brazo que sujeta el arco con mayor relajación y, por lo tanto, mayor peso, lo cual da por resultado una menor fatiga y evita el sonido ahogado o nasal propio de presionar las cuerdas contrayendo los músculos del brazo.

La segunda ventaja se explica por el hecho de que la espiga L-R permite vibrar al contrabajo más libremente a diferencia de la espiga doblada.

El problema acústico de usar una espiga doblada en el receptáculo tradicional, es que la misma se vuelve parte de la estructura inferior del contrabajo: botón o soporte para la espiga, cable del tiracuerdas, tiracuerdas, cuerdas y puente. Estructura responsable de la presión que es ejercida sobre la tapa frontal del contrabajo. Cuando se coloca una espiga doblada en el soporte tradicional del contrabajo, ésta ejerce palanca y por lo tanto, presión adicional sobre la tapa, afectando el sonido. Además de la presión sobre la tapa del contrabajo, esta estructura lleva vibraciones al piso. De acuerdo con Neher:

En la mayoría de los contrabajos, el cable del tiracuerdas está atado alrededor del soporte de la espiga, así que cualquier tipo de espiga, recta o doblada que este firmemente ajustada por el tornillo de este soporte, transferirá las vibraciones del contrabajo al piso, actuando como una sordina.²⁸

Y complementa: "parece razonable que el contrabajo vibrará más libremente si no está tan conectado al piso".²⁹

²⁷ Christian Laborie, "The Laborie – Rabbath Endpin Genesis", *Journal of the International Society of Bassists*, Vol. 30, Issue n1, Jun – Sep 2006, p. 15

²⁸ Patrick Neher, "Sound Artist", *Double Bassist*, Issue 41, Summer 2007, p. 26.

²⁹ Ibid.

Coincide Laborie con este concepto y explica las ventajas de su espiga sobre otros tipos de espiga:

Quando una espiga (recta o doblada) es colocada en el lugar usual, ésta ejerce presión en la tapa a través del tiracuerdas, las cuerdas y el puente. La espiga L-R elimina ese fenómeno y permite al tiracuerdas vibrar libremente mejorando notablemente la resonancia del contrabajo, en lugar de apagar el sonido.³⁰

En síntesis, la espiga L-R posee la ventajas asociadas al desplazamiento del centro de gravedad y los beneficios de la postura corporal adoptada al tocar el contrabajo con este ángulo de inclinación pero, a diferencia de la espiga doblada u otras alternativas anteriores, la espiga de Laborie permite una vibración más libre del instrumento al evitar, en primer lugar, ser parte de la estructura que ejerce presión sobre la tapa del contrabajo al estar colocada más cerca de la tapa trasera en una perforación adicional y, en segundo lugar, al no conectar directamente las vibraciones de esta estructura con el piso.

Diversas alternativas de espigas en diversos ángulos han surgido pero, al parecer, la mayoría de ellas se enfocan en el aspecto que tiene que ver con la posición del contrabajo y el cuerpo del ejecutante y dejan en segundo plano el aspecto acústico y del sonido, aspecto que, a decir de Christian Laborie, es la mayor aportación de su espiga y la mayor aportación de él como laudero al contrabajo.

Acerca de sus sentimientos sobre esta innovación, Christian Laborie comenta: "Estoy contento y orgulloso de ver que muchísimos contrabajistas alrededor del mundo han adoptado esta innovación y que están satisfechos. Satisfechos por haber mejorado su sonido y por haber resuelto algunos de sus problemas físicos".³¹

³⁰ Christian Laborie, "The Laborie – Rabbath Endpin Genesis", *Journal of the International Society of Bassists*, Vol. 30, Issue n1, Jun – Sep 2006, p. 15

³¹ Alberto Mejía Tenorio Reyes, "Entrevista a Christian Laborie", vía electrónica, 2020, p. 4.

Se expresa Patrick Neher sobre Laborie: "siente que la música es parte integral del bienestar de una sociedad y que eso lo motiva a ser un ciudadano creativo".³²

Queremos destacar que La Espiga Laborie-Rabbath es un ejemplo de una solución técnica y acústica que llama la atención por su sencillez y que es el resultado de dos profesionales que guardan paralelismos en auto-aprendizaje, creatividad, innovación y generosidad.

³² Patrick Neher, "Sound Artist", *Double Bassist*, Issue 41, Summer 2007, p. 28.

Capítulo II: Opinión y Prueba experimental

Introducción

"Es evidente que la espiga *libera* el sonido. El espectro armónico es mayor y con más respuesta".³³

Para lograr el enfoque mixto de investigación (cualitativo - cuantitativo) propuesto para este trabajo, presentaremos: en una primera parte de este capítulo, las respuestas obtenidas en la entrevista que se realizó a Cristián Laborie con la intención de conocer en qué consiste, desde su punto de vista, el efecto que su espiga tiene en la producción de sonido del contrabajo; y en una segunda parte, presentaremos la prueba experimental que realizamos con el objetivo de medir y conocer los efectos de su uso desde un punto de vista acústico.

De esta manera se propone responder a la pregunta de investigación: ¿Qué ventajas técnicas y acústicas ofrece el uso de la espiga Laborie-Rabbath en la ejecución del contrabajo? Y demostrar, o en su caso refutar, la hipótesis de este trabajo: "El uso de la espiga Laborie - Rabbath favorece un balance dinámico equivalente entre cada una de las cuerdas del contrabajo y un nivel de intensidad mayor en los armónicos parciales de éstas". Así, en este segundo capítulo pondremos en práctica la metodología propuesta y presentaremos los resultados de ambos ejercicios de investigación: entrevista y prueba experimental.

Consideramos que la suma de ambos enfoques se complementarán y nos ayudarán a conocer de forma más amplia y concreta los efectos del uso de la espiga L-R.

³³ Alberto Mejía Tenorio Reyes, "Entrevista a Christian Laborie", vía electrónica, 2020, p. 3.

2.1 Entrevista

De acuerdo con el aspecto cualitativo propuesto para esta tesis, se realizó una entrevista de investigación semiestructurada, de tipo piramidal, al laudero Christian Laborie, que consistió en 15 preguntas efectuadas y respondidas por escrito vía intercambio de archivos electrónicos de texto. A continuación se presentan las respuestas relevantes a los objetivos de este segundo capítulo: es decir, las que se relacionan directamente con los efectos sonoros y acústicos que la espiga L-R aporta o produce en el contrabajo desde el punto de vista del entrevistado.

Entrevista a Christian Laborie:

AM: ¿Cómo se le planteó, por primera vez, el problema de la espiga tradicional del contrabajo?

CL: Por accidente, en una de mis visitas a François Rabbath, descubrimos que tocar el contrabajo sin espiga —sostenido sólo por su pie, como escribí en mi artículo— producía un sonido más libre con más proyección. Rabbath me solicitó que encontrara una forma de evitar que el contrabajo estuviera conectado al piso a través de una espiga regular de metal. Rabbath ya acostumbraba a usar una espiga doblada de metal.

AM: En su artículo "The Laborie - Rabbath Endpin Genesis", menciona que conoció otros tipos de espiga o modificaciones a la espiga tradicional antes de darse a la tarea de trabajar en su propia versión. Desde su punto de vista, ¿por qué no funcionaban estas modificaciones previas?

CL: La espiga doblada de metal usada por Rabbath, proporcionaba mayor confort para tocar —al reducir el peso que carga el brazo izquierdo—, pero no mejora el sonido. La espiga "Egg-pin" del Sr. Gilbert en colaboración con Paul Ellison, brinda

la posibilidad de tener muchos ajustes que ayudaban a encontrar la posición adecuada, pero era muy pesada y por lo tanto 'estresante' para el sonido.

AM: ¿Qué ventajas acústicas se obtienen cuando se usa su espiga?

CL: A prueba ciega, es evidente que la espiga 'libera' el sonido. El espectro armónico es mayor y con más respuesta.

AM: Desde su punto de vista, ¿esta espiga es igual de eficiente para los contrabajista que utilizan el arco alemán?

CL: No importa si tocas el arco alemán o el francés; mi espiga embellece el sonido del contrabajo.

AM: ¿Qué sentimiento le produce el haber creado y concretado esta innovación del contrabajo?

CL: Estoy contento y orgulloso de ver que muchísimos contrabajistas alrededor del mundo han adoptado esta innovación y que están satisfechos. Satisfechos por haber mejorado su sonido y por haber resuelto algunos de sus problemas físicos.

2.2 Atributos fundamentales del sonido

Antes de presentar el reporte de la prueba experimental, revisaremos algunos de los atributos fundamentales del sonido que consideramos pertinentes por su importancia para interpretar y comprender los resultados de esta prueba experimental.

2.2.1 Frecuencia

Frecuencia es la propiedad del sonido que se relaciona con lo que percibimos como agudo o grave, es decir, con nuestra percepción de altura. Específicamente, la frecuencia de un sonido es el número de veces que un ciclo de vibración completo se repite en una cantidad de tiempo determinado. El tiempo que toma a un ciclo de vibración completar su fase —regresar al punto de inicio— se conoce como periodo.

La frecuencia se mide en ciclos por segundo y se expresan en Hertzios o Hz (un Hertzio es un ciclo por segundo) y mientras más ciclos de vibración ocurran en un segundo, más agudo percibiremos el sonido y, por supuesto, lo contrario: mientras sea menor el número de ciclos de vibración, el sonido será percibido como más grave. Se estima que el oído humano puede escuchar sonidos graves desde los 20 Hz y agudos hasta lo 20000 Hertz.³⁴ La nota La que corresponde a la tercer cuerda del contrabajo en afinación de concierto, tiene una frecuencia de 55 Hz, lo que significa que ocurren 55 ciclos completos de vibración periódica en un segundo cuando se vibra dicha cuerda.

³⁴ Adolfo Nuñez, *Informática y Electrónica Musical*, Madrid: Editorial Paraninfo, 1993, p. 22.

2.2.2 Amplitud

Amplitud es la propiedad del sonido que se relaciona con nuestra percepción dinámica del sonido —es decir, si el sonido nos parece fuerte o débil—, y que se define como *Sonoridad*.³⁵ Amplitud es, dicho de manera sencilla, la extensión de la onda sonora: el valor máximo de la presión positiva (compresión) o negativa (enrarecimiento). Así, mientras una onda sea más amplia, percibiremos el sonido más fuerte y, por el contrario: mientras ésta sea menos amplia, percibiremos el sonido como más débil.

Es pertinente mencionar que la amplitud no es el único atributo del sonido que influye en nuestra percepción de sonoridad, ya que la frecuencia también tiene un papel en ello: sonidos con frecuencias entre 2000 Hz y 4000 Hz pueden ser percibidos como “más fuertes” que sonidos con frecuencias fuera de estos rangos, aún con amplitudes iguales.³⁶

2.2.3 Contenido espectral del sonido

Las notas que producen los instrumentos musicales son vibraciones complejas que están constituidas por múltiples frecuencias internas llamadas: "parciales armónicos". La serie armónica es el orden o la sucesión de los parciales armónicos que integran lo que percibimos como un sonido completo, y constituyen su

³⁵ Adolfo Nuñez, *Informática y Electrónica Musical*, Madrid: Editorial Paraninfo, 1993, p. 26.

³⁶ David Abbott y dsa2gamba, *Understanding Sound: An introduction to the physics of sound originally developed for students at Buffalo State College*, Pressbooks, en: <https://pressbooks.pub/sound/chapter/measurement-and-perception/>

contenido espectral.³⁷ Las frecuencias de los parciales armónicos están en proporción de números enteros; es decir, son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental.³⁸ La frecuencia de una nota, que percibimos como un sonido integrado, corresponde a la frecuencia fundamental y ésta es la frecuencia más baja de la serie armónica.³⁹

Los parciales armónicos, además de tener distintas frecuencias, tienen distintas amplitudes las cuales están determinadas, en parte, por la manera en la que vibra el instrumento musical que los produce. Además, la percepción de sonoridad que tenemos de un sonido complejo puede ser mayor, si éste presenta una mayor intensidad en sus parciales armónicos.⁴⁰

³⁷Christopher, Plack, *The Sense of Hearing*, Nueva York: Psychology Press, 2014, pp. 12 y 13.

³⁸ Adolfo Nuñez, *Informática y Electrónica Musical*, Madrid: Editorial Paraninfo, 1993, p. 21.

³⁹ David Abbott y dsa2gamba, *Understanding Sound: An introduction to the physics of sound originally developed for students at Buffalo State College*, Pressbooks, en: <https://pressbooks.pub/sound/chapter/connections-between-time-and-frequency-domains/>

⁴⁰Ibid., <https://pressbooks.pub/sound/chapter/frequency-and-loudness-perception/>

2.3 Diseño experimental

Las tareas principales de la prueba experimental realizada, fueron medir el nivel de intensidad y conocer el contenido espectral de cada una de las cuerdas del contrabajo con la presencia y la ausencia de la espiga L-R como variable independiente con la finalidad de comprobar o refutar la hipótesis:

"El uso de la espiga Laborie - Rabbath favorece un balance dinámico equivalente entre cada una de las cuerdas del contrabajo y un nivel de intensidad mayor en los armónicos parciales de éstas".

El experimento realizado tuvo como propósito establecer relaciones causa-efecto entre la variable independiente y las variables dependientes para evaluar los efectos de la espiga L-R.

2.3.1 Variables

Variable independiente: espiga L – R

Tipo de manipulación experimental: *presencia-ausencia* de la variable independiente.

Valor 1: presencia de la espiga L - R

Valor 2: ausencia de la espiga L - R

Variables dependientes:

a) Nivel de amplitud de cada una de las cuerdas al aire del contrabajo medida en decibelios de escala completa (dBFS)

b) Nivel de amplitud de los parciales armónicos f , $2f$, $3f$, $4f$, $5f$, $6f$, $7f$, $8f$, $9f$, $10f$, $11f$, $12f$, y $13f$ de cada una de las cuerdas al aire del contrabajo.

2.3.2 Formulación

Formulación de la prueba experimental:

<i>Manipulación de la variable independiente</i>	<i>Medición del efecto sobre la variable dependiente</i>
X	O1
—	O2

2.3.3 Medición de las variables

La medición de las variables dependientes se realizó con los siguientes instrumentos:

- a) Medición de nivel de amplitud con el complemento informático de análisis de audio Izotope Insight Pro.
- b) Análisis de espectro con el complemento informático de análisis de audio Izotope Insight Pro.

2.3.4 Extractos musicales

- a) Cuerdas al aire con en figuras de redonda
- b) Escala de Sol Mayor a tres octavas
- c) Parcial armónico $2f$ de las cuerdas al aire en figuras de redonda
- d) Cuerdas al aire con técnica de pizzicato en figuras de redonda
- e) Pasajes de la Suite en Estilo Antiguo para Contrabajo de Hans Fryba: Gavotte I, compases 1 al 9 y Gigue, compases 1 al 34.

2.3.5 Validez interna

Con la intención de eliminar las posibles fuentes de invalidez interna, las pruebas experimentales se realizaron todas en el mismo estudio de grabación con una diferencia de 20 minutos entre cada una, con la intención de que las condiciones de temperatura y humedad se mantuvieran estables y con el menor cambio.

El experimento se realizó con el mismo instrumento musical y fueron realizadas por el mismo ejecutante. Además, se utilizó el mismo arco y la misma brea para todas las pruebas. Se tocaron los mismos extractos musicales y las grabaciones fueron realizadas por el mismo ingeniero de grabación, con el mismo micrófono, y con el mismo programa informático de grabación para cada una de las pruebas. Todo esto con la intención de mantener constantes las condiciones del experimento, con excepción de la variable independiente, y de que la presencia de variables extrañas a la prueba experimental se redujera al máximo.

2.4 Prueba experimental

La prueba experimental se llevó a cabo el 27 de septiembre del año 2021 en el Estudio B del Laboratorio de Informática Musical y Música Electroacústica (LIMME) de la Facultad de Música de la UNAM. En ella participamos el autor y Diego Alberto Tinajero Islas, Maestro en Tecnología Musical por la UNAM. El instrumento que se utilizó fue un contrabajo de tamaño 3/4 construido de madera de arce y diapasón de ébano; el arco que se utilizó fue de tipo francés construido con madera de pambuco. Se utilizó una brea suave y oscura de la marca Kolstein. La espiga L-R utilizada como variable independiente fue construida por Christian Laborie, y está constituida por una varilla de fibra de carbono, un conector cónico de madera de palo de rosa y una punta de goma.

Para la grabación de las muestras de audio de la prueba experimental, se utilizaron dos micrófonos marca Earthworks modelo QTC1 propiedad del LIMME y el programa informático de grabación de audio digital Ardour.

Finalmente, para los análisis de nivel de intensidad, de espectro y el espectrograma realizado, se utilizó el complemento informático Insight Pro de la marca Izotope dentro del programa informático de audio digital Logic Pro.

2.5 Grabación de las muestras de audio

Los trabajos para la grabación de la prueba experimental comenzaron a las 15 horas con 35 minutos del día 27 de septiembre del año 2021 en el Estudio B del Laboratorio de Informática Musical y Música Electroacústica de la Facultad de Música de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Para la realización de la prueba acudimos el autor y Diego Alberto Tinajero Islas, Maestro en Tecnología Musical por la UNAM y asesor de tecnología para los trabajos de esta tesis.

Una vez ubicados en el lugar, se afinó el contrabajo (en afinación de concierto) utilizado en la prueba y se instalaron dos micrófonos Earthworks modelo QTC1; el primero —micrófono A— se colocó en dirección a la tapa frontal del contrabajo, entre el puente y el cordal a una distancia de 30cm. El segundo micrófono —micrófono B— se colocó en una posición superior, en dirección al diapasón, también a una distancia de 30cm.

La sesión de grabación se realizó en el programa informático de grabación de audio digital Ardour. Para cada micrófono se asignó una pista independiente de audio en modo monofónico.

La grabación comenzó a las 16 horas con 12 minutos, en la que el autor realizó la ejecución del contrabajo y el Maestro Diego A. Tinajero operó la grabación de audio digital con el equipo del estudio y con el programa referido.

Los extractos musicales que se tocaron para la prueba fueron: cuerdas al aire, escala de Sol mayor a tres octavas, parcial armónico $2f$ de cada cuerda al aire, cuerdas al aire en pizzicato y dos pasajes —Gigue y Gavotte— de la Suite en estilo antiguo para contrabajo de Hans Fryba.

2.6 Representación visual del sonido

Las herramientas de análisis y representación visual del sonido que se utilizaron para el análisis de las muestras de audio obtenidas en la prueba experimental fueron el Medidor de Nivel de Amplitud, el Analizador de Espectro y el Espectrograma del complemento informático Insight Pro.

El nivel de amplitud, en el dominio digital, se mide en decibelios de escala completa (dBFS) por sus siglas en inglés, y están representados en números negativos, ya que toma como referencia el 0 que es el mayor nivel de amplitud que puede ser representado en el dominio digital con precisión, antes de la distorsión digital.

En el Analizador de Espectro, el eje horizontal representa las frecuencias del contenido espectral y el eje vertical, la amplitud de éstas. Con lo cual obtenemos una imagen de la amplitud que tienen las distintas frecuencias correspondientes a los parciales armónicos.

El contorno resultado de la línea que une los extremos de los niveles de amplitud del contenido armónico en el análisis de espectro, se conoce como envolvente espectral.

En el Espectrograma, las frecuencias se distribuyen en el eje vertical y la amplitud se indica por el cambio de intensidad en el color de las franjas que representan frecuencias fundamentales y parciales. Además, en el espectrograma se representa el tiempo en el eje horizontal. De esta manera, podemos obtener un registro de las modificaciones del sonido en una determinada línea de tiempo.

El espectrograma en 3D es una variante que utilizamos en el análisis de algunas de las muestras de audio; en éste, en una primera dimensión se muestran los niveles de amplitud; en una segunda, las frecuencias, y en una tercera, el tiempo.

2.7 Niveles de amplitud y análisis de espectro de las muestras de audio

El análisis de audio se llevó a cabo en una sesión de proyecto del programa informático Logic Pro. Se asignó una pista de audio para las muestras de audio correspondientes a los pasajes ejecutados con la presencia de la espiga L-R. De la misma manera, se asignó una pista de audio para los pasajes ejecutados con la espiga tradicional.

En cada pista de audio se insertaron dos copias del complemento informático de análisis de audio digital Insight Pro. En la primer copia se habilitó el módulo de medición de amplitud; en la segunda, el módulo de análisis de espectro.

Para cada extracto musical analizado (cuerdas al aire, escala de Sol mayor a tres octavas, parcial armónico $2f$ de cada cuerda al aire, cuerdas al aire en pizzicato y dos pasajes —Gigue y Gavotte— de la Suite en estilo antiguo para contrabajo de Hans Fryba) se creó una 'alternativa' de proyecto independiente con la finalidad de organizar los trabajos de análisis de una manera más eficiente.

Con el objetivo de realizar un análisis comparativo de ambas pistas, se asignó el color rosa para los pasajes correspondientes a la espiga L-R y el color verde agua para los pasajes correspondientes a la espiga tradicional, y se insertó una instancia

adicional de Insight Pro en el canal maestro estereo con la finalidad de tener una representación de ambas señales al mismo tiempo.

Los resultados de las mediciones del nivel de amplitud se presentan en dos parámetros: el pico más alto de amplitud (peak) y el promedio de amplitud (RMS).

2.7.1 Cuerdas al aire

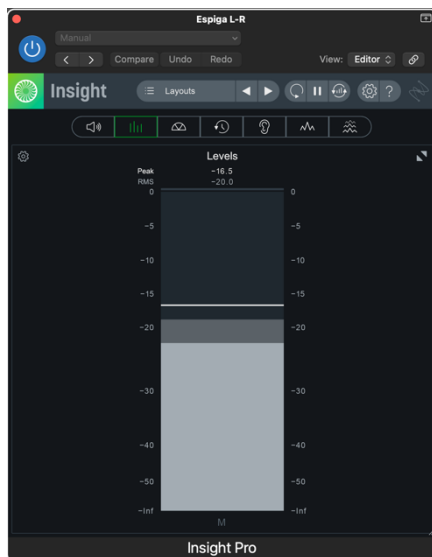
Las mediciones realizadas a la ejecución de las cuerdas al aire en figuras de redonda tienen como propósito obtener una 'imagen sonora' que refleje el sonido natural del instrumento al intervenir, únicamente, el arco con un golpe détaché.

Mediciones de niveles de amplitud

Los resultados de las mediciones del nivel de amplitud correspondientes a las cuerdas al aire en figuras de redonda son los siguientes:

Presencia de la variable independiente:

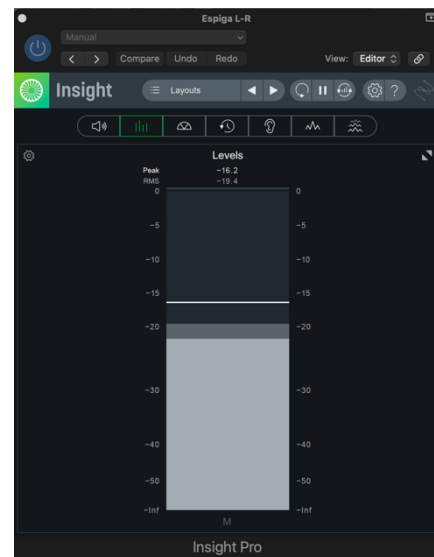
Cuerda de Mi



Pico: -16.5 dB

RMS: -20.0 dB

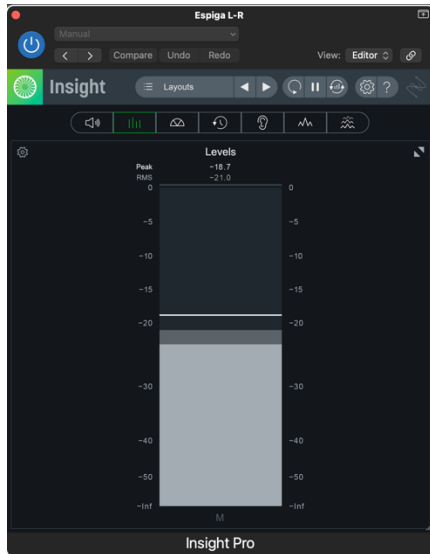
Cuerda de La



Pico -16.2 dB

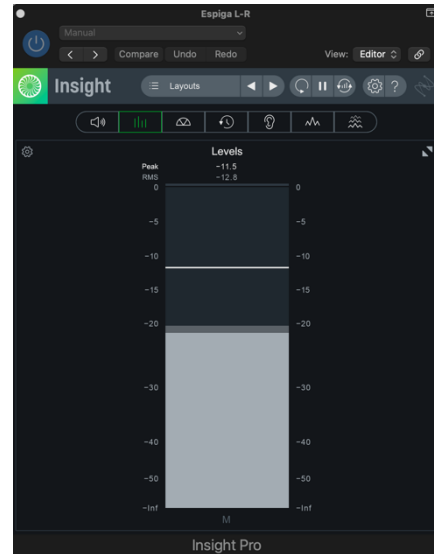
RMS -19.4 dB

Cuerda de Re



Pico: -18.7 dB
RMS: -21.0 dB

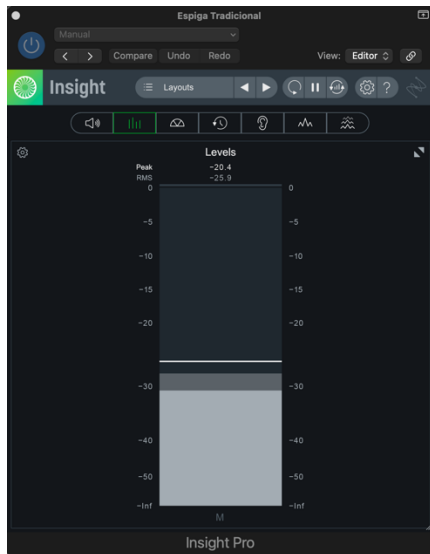
Cuerda de Sol



Pico -11.5 dB
RMS -12.8 dB

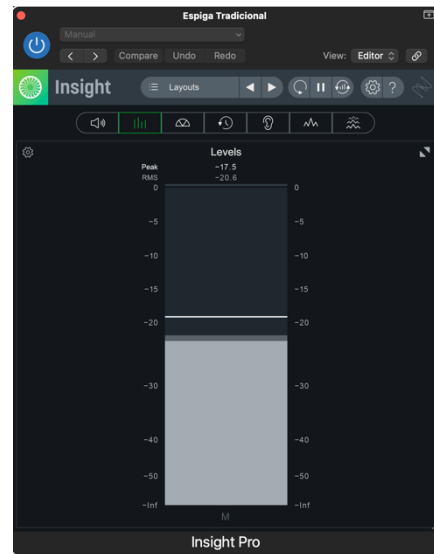
Ausencia de la variable independiente:

Cuerda de Mi



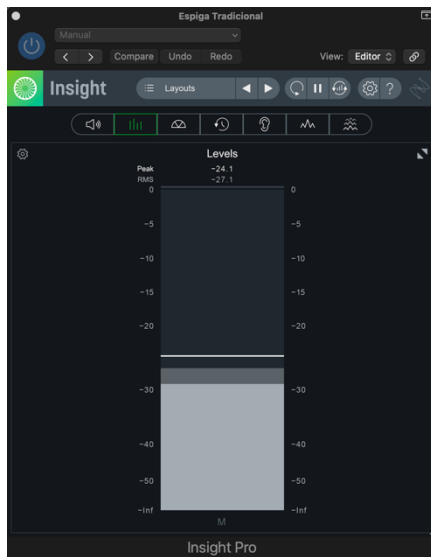
Pico: -20.4 dB
RMS: -25.9 dB

Cuerda de La



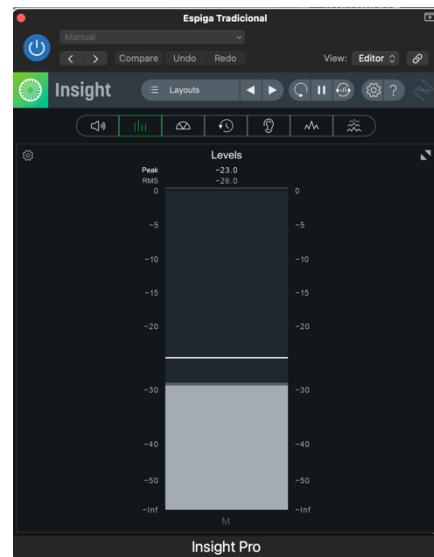
Pico -17.5 dB
RMS -20.6 dB

Cuerda de Re



Pico: -24.1 dB
RMS: -27.1 dB

Cuerda de Sol



Pico -23.0 dB
RMS -26.0 dB

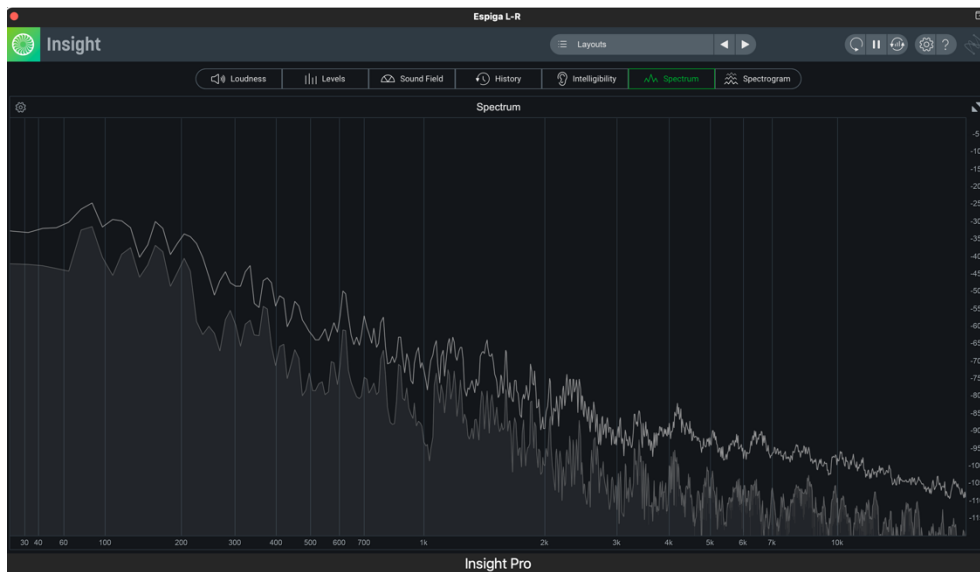
Análisis de espectro

A continuación se presentan los resultados del análisis de espectro realizado a las cuerdas al aire en figuras de redonda.

A través de este análisis se midió el nivel de amplitud de los parciales armónicos f , $2f$, $3f$, $4f$, $5f$, $6f$, $7f$, $8f$, $9f$, $10f$, $11f$, $12f$, y $13f$ de cada una de las cuerdas del contrabajo.

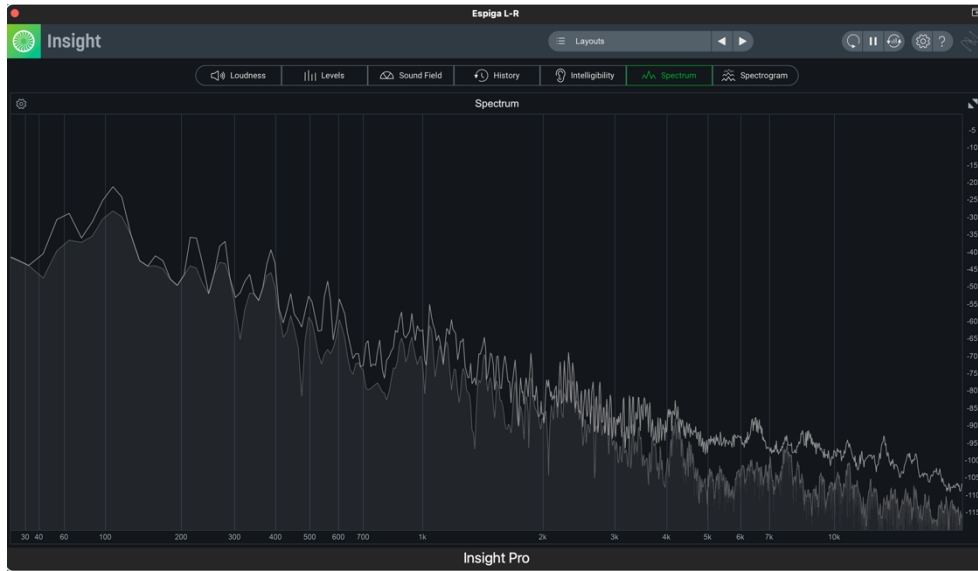
Mediciones con la presencia de la variable independiente:

Cuerda de Mi:



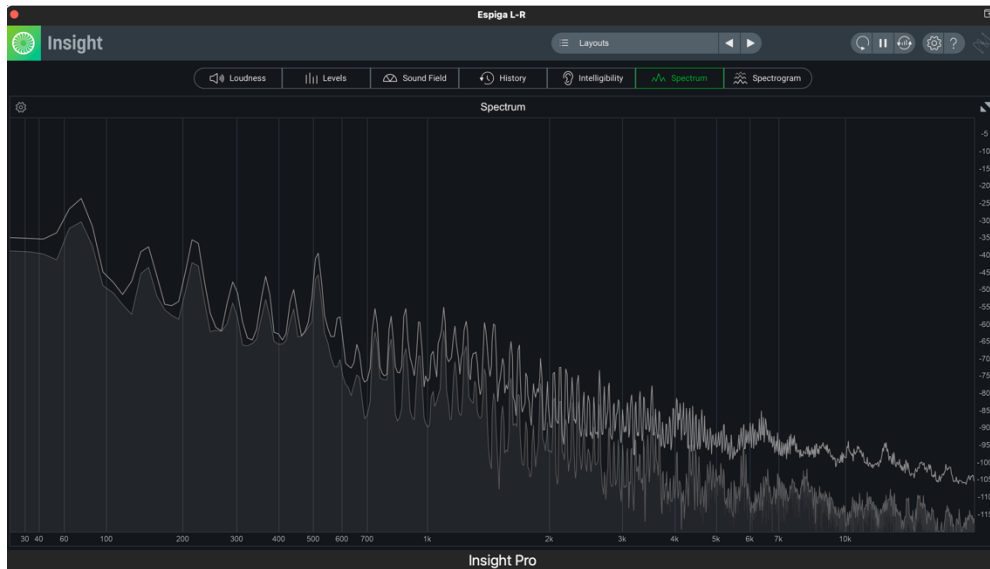
P.A.	f	$2f$	$3f$	$4f$	$5f$	$6f$	$7f$	$8f$	$9f$	$10f$	$11f$	$12f$	$13f$
Frec.	43Hz	86Hz	129Hz	172Hz	206Hz	247Hz	290Hz	334Hz	367Hz	410Hz	451Hz	496Hz	551Hz
Amp	-42.5dB	-31.4dB	-37.4dB	-38.5dB	-40.9dB	-60.0dB	-55.4dB	-58.3dB	-54.2dB	-65.5dB	-66.8dB	-73.4dB	-79.3dB

Cuerda de La



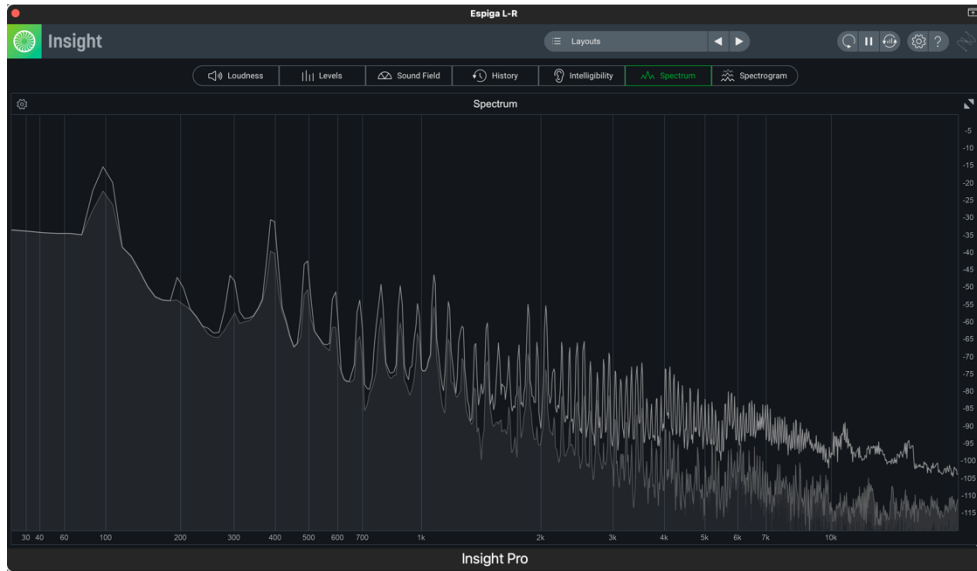
P.A.	f	$2f$	$3f$	$4f$	$5f$	$6f$	$7f$	$8f$	$9f$	$10f$	$11f$	$12f$	$13f$
Frec.	55Hz	108Hz	162Hz	219Hz	280Hz	332Hz	388Hz	441Hz	496Hz	560Hz	605Hz	659Hz	717Hz
Amp	-38.9dB	-28.3dB	-46.9dB	-42.2dB	-43.8dB	-57.9dB	-46.7dB	-58.5dB	-59.9dB	-70.1dB	-62.6dB	-76.2dB	-73.8dB

Cuerda de Re



P.A.	f	$2f$	$3f$	$4f$	$5f$	$6f$	$7f$	$8f$	$9f$	$10f$	$11f$	$12f$	$13f$
Frec.	43Hz	86Hz	129Hz	172Hz	206Hz	247Hz	290Hz	334Hz	367Hz	410Hz	451Hz	496Hz	551Hz
Amp	-30.2dB	-43.4dB	-42.1dB	-53.8dB	-53.4dB	-55.6dB	-45.6dB	-70.2dB	-74.6dB	-62.2dB	-64.2dB	-67.2dB	-69.0dB

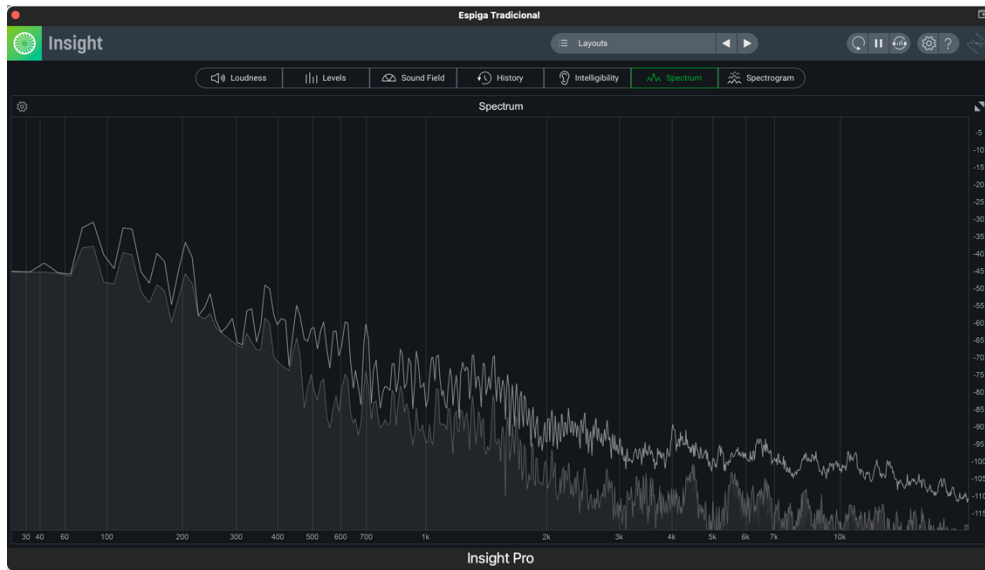
Cuerda de Sol



P.A.	f	$2f$	$3f$	$4f$	$5f$	$6f$	$7f$	$8f$	$9f$	$10f$	$11f$	$12f$	$13f$
Frec.	98Hz	194Hz	291Hz	387Hz	495Hz	593Hz	689Hz	785Hz	882Hz	978Hz	1078Hz	1173Hz	1272Hz
Amp	-22.4dB	-53.5dB	-59.3dB	-39.9dB	-50.5dB	-62.0dB	-64.0dB	-58.8dB	-60.3dB	-64.5dB	-55.7dB	-64.8dB	-70.3dB

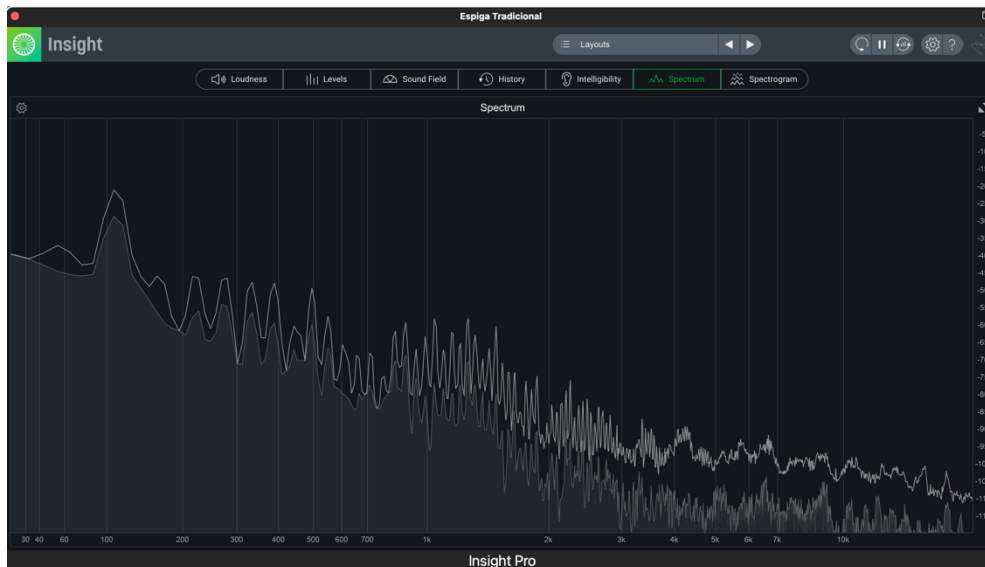
Mediciones con la ausencia de la variable independiente:

Cuerda de Mi



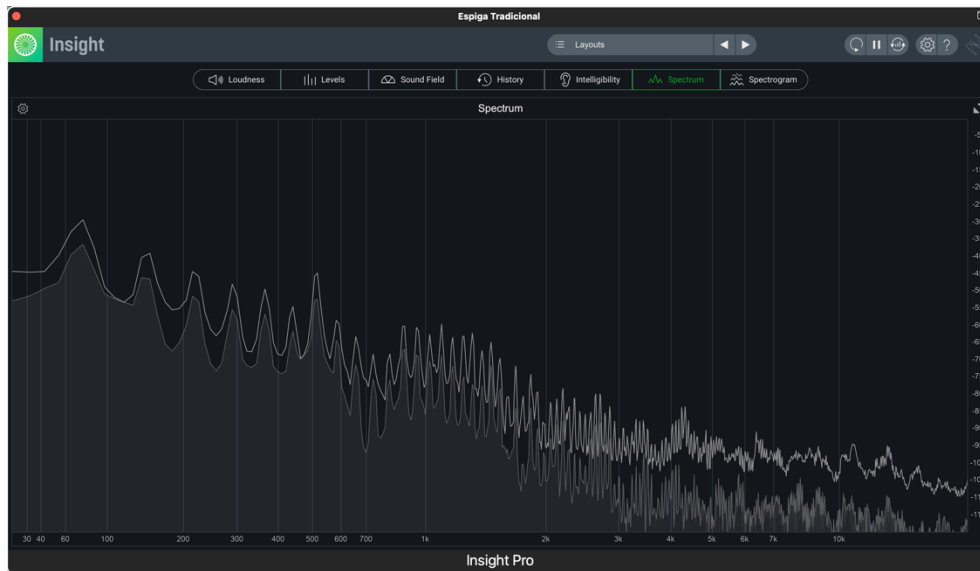
P.A.	f	$2f$	$3f$	$4f$	$5f$	$6f$	$7f$	$8f$	$9f$	$10f$	$11f$	$12f$	$13f$
Frec.	43Hz	86Hz	128Hz	172Hz	205Hz	247Hz	291Hz	334Hz	367Hz	408Hz	452Hz	496Hz	549Hz
Amp	-45.0dB	-37.5dB	-40.0dB	-50.4dB	-45.6dB	-57.0dB	-65.1dB	-65.3dB	-58.4dB	-71.8dB	-64.3dB	-74.8dB	-87.0dB

Cuerda de La



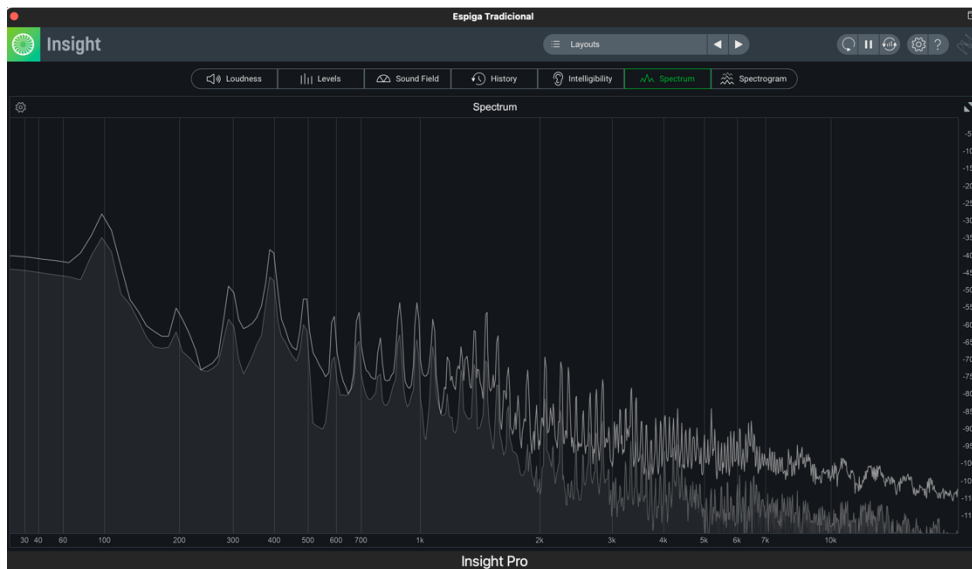
P.A.	f	$2f$	$3f$	$4f$	$5f$	$6f$	$7f$	$8f$	$9f$	$10f$	$11f$	$12f$	$13f$
Frec.	55Hz	109Hz	161Hz	217Hz	278Hz	334Hz	388Hz	441Hz	496Hz	556Hz	604Hz	658Hz	713Hz
Amp	-44.4dB	-28.6dB	-56.1dB	-57.4dB	-54.3dB	-56.0dB	-59.5dB	-66.6dB	-59.9dB	-67.7dB	-79.5dB	-83.4dB	-77.6dB

Cuerda de Re



P.A.	f	$2f$	$3f$	$4f$	$5f$	$6f$	$7f$	$8f$	$9f$	$10f$	$11f$	$12f$	$13f$
Frec.	75Hz	150Hz	215Hz	290Hz	365Hz	440Hz	516Hz	581Hz	656Hz	730Hz	808Hz	882Hz	951Hz
Amp	-36.4dB	-46.5dB	-51.5dB	-55.6dB	-57.0dB	-62.1dB	-52.4dB	-64.5dB	-71.6dB	-76.2dB	-76.2dB	-66.9dB	-68.6dB

Cuerda de Sol



P.A.	f	$2f$	$3f$	$4f$	$5f$	$6f$	$7f$	$8f$	$9f$	$10f$	$11f$	$12f$	$13f$
Frec.	98Hz	195Hz	290Hz	389Hz	494Hz	591Hz	690Hz	786Hz	884Hz	979Hz	1080Hz	1171Hz	1269Hz
Amp	-35.0dB	-62.2dB	-58.4dB	-46.2dB	-61.2dB	-69.1dB	-65.4dB	-74.3dB	-63.1dB	-64.1dB	-67.3dB	-81.0dB	-73.9dB

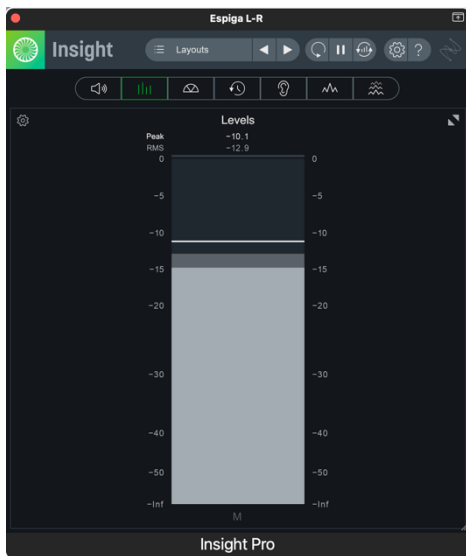
2.7.2 Escala de Sol Mayor a tres octavas

El objetivo de la prueba de la escala de sol mayor a tres octavas, es conocer los niveles de amplitud en un rango amplio y práctico del contrabajo.

En esta prueba se realizó una medición del nivel de amplitud para cada octava en orden ascendente de índice. A continuación se presenta el promedio de amplitud y el pico más alto de amplitud correspondiente a cada octava.

Mediciones con la presencia de la variable independiente:

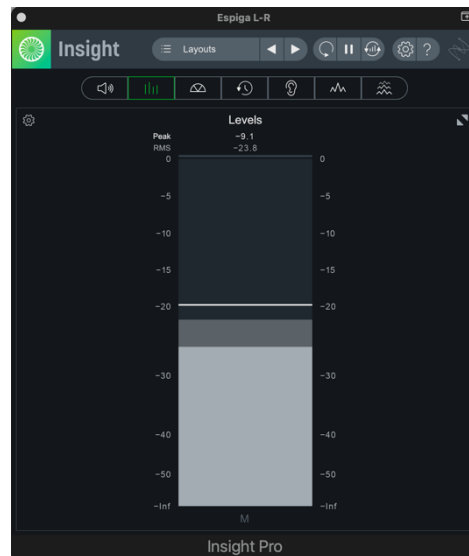
Primera octava (índice 1):



Pico: -10.1 dB

RMS: -12.9 dB

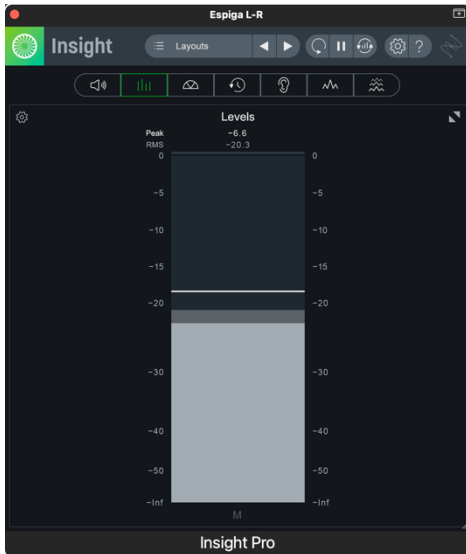
Segunda octava (índice 2):



Pico: -9.1 dB

RMS: -23.8 dB

Tercera octava (índice 3):

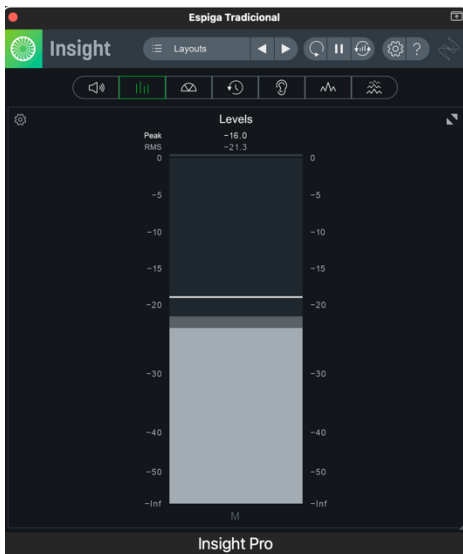


Pico: -14.7 dB

RMS: -16.7 dB

Mediciones con la ausencia de la variable independiente:

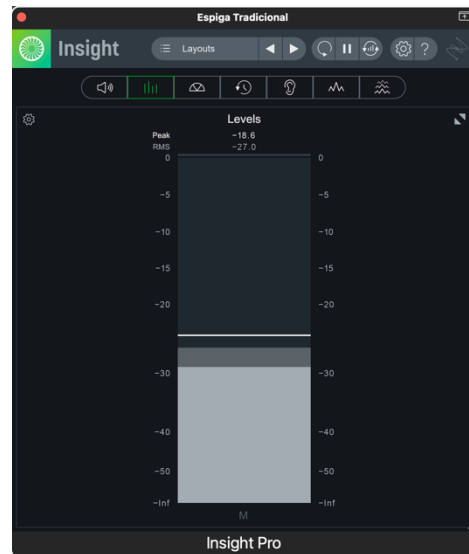
Primera octava (índice 1):



Pico: -16.0 dB

RMS: -21.3 dB

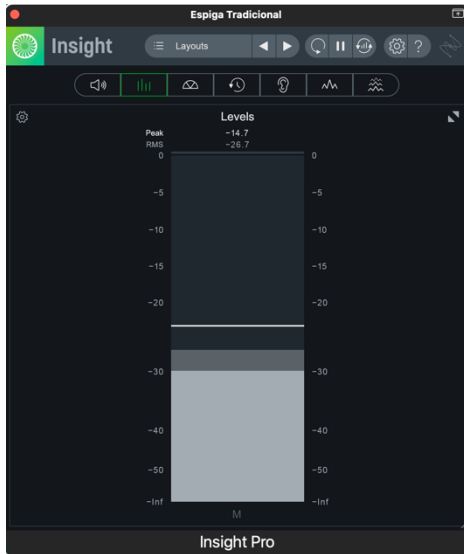
Segunda octava (índice 2):



Pico: -18.6 dB

RMS: -27.0 dB

Tercera octava (índice 3):



Pico: -21.7 dB

RMS: -23.3 dB

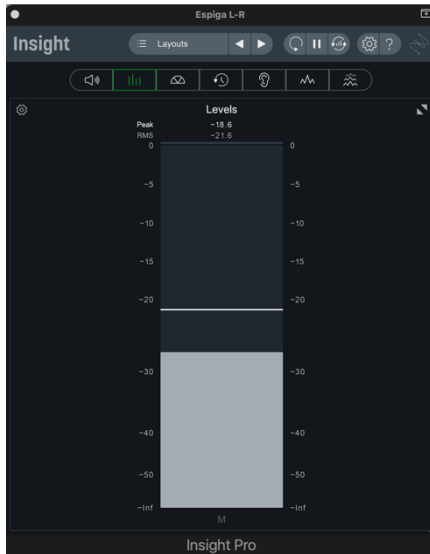
2.7.3 Parcial armónico $2f$ de las cuerdas al aire

Con la intención de tener una segunda prueba (además de la prueba de cuerdas al aire) para evaluar la equivalencia en el nivel amplitud de las cuerdas con la manipulación de la variable independiente, se realizó la medición del parcial armónico $2f$ el cual corresponde a la proporción 2:1 de una cuerda en vibración.

A continuación se presentan los resultados correspondientes a las mediciones del nivel de amplitud correspondientes al parcial armónico $2f$ de cada una de las cuerdas al aire, en figuras de redonda.

Mediciones con la presencia de la variable independiente:

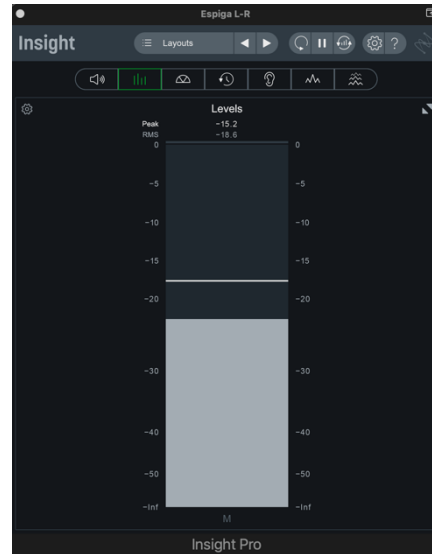
Cuerda de Mi



Pico: -18.6 dB

RMS: -21.6 dB

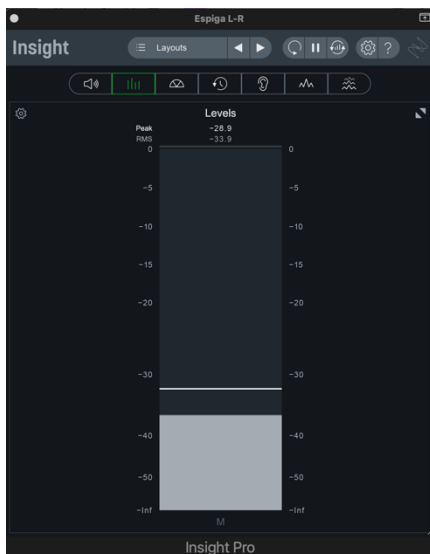
Cuerda de La



Pico: -15.2 dB

RMS: -18.6 dB

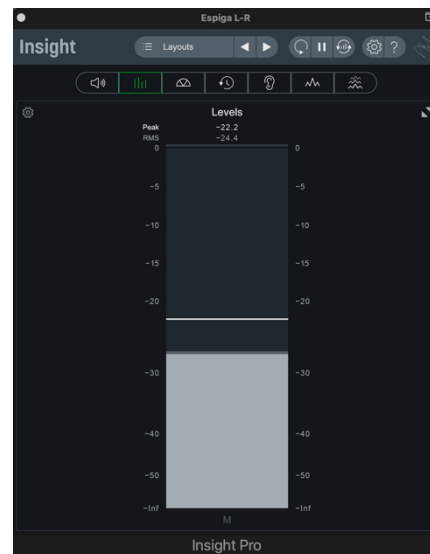
Cuerda de Re



Pico: -28.9 dB

RMS: -33.9 dB

Cuerda de Sol

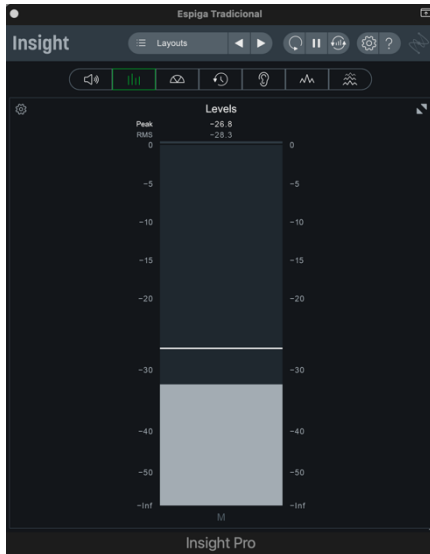


Pico: -22.2 dB

RMS: -24.4 dB

Mediciones con la ausencia de la variable independiente:

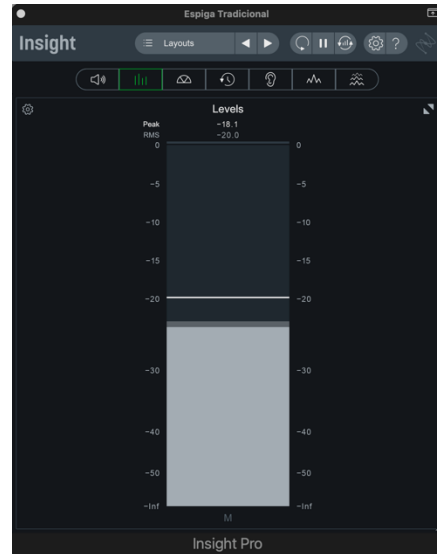
Cuerda de Mi



Pico: -26.8 dB

RMS: -28.3 dB

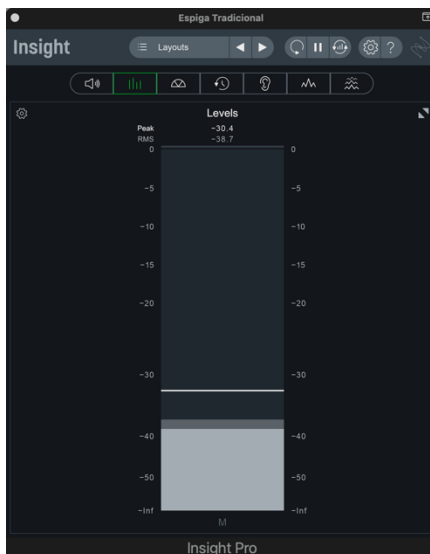
Cuerda de La



Pico: -18.1 dB

RMS: -20.0 dB

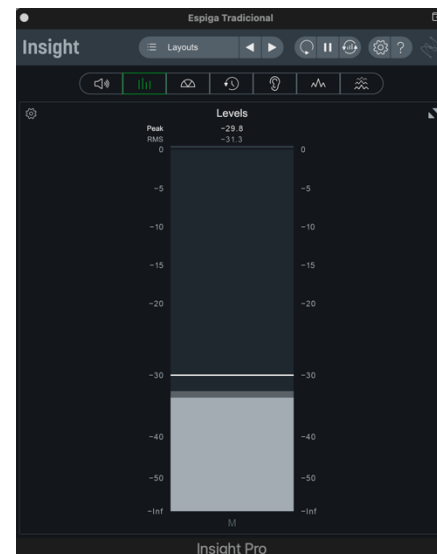
Cuerda de Re



Pico: -30.4 dB

RMS: -38.7 dB

Cuerda de Sol



Pico: -29.8 dB

RMS: -31.3 dB

2.7.4 Cuerdas al aire con técnica de pizzicato

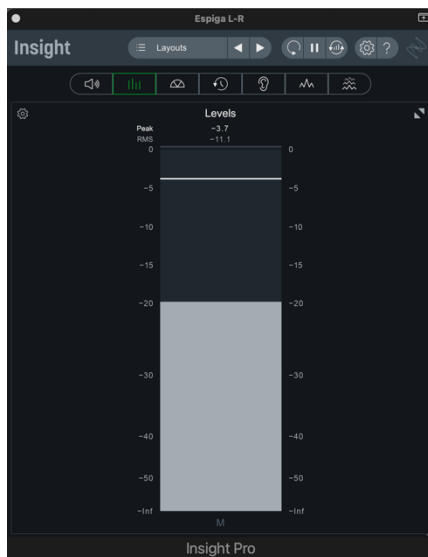
Esta prueba tiene como objetivo conocer si el uso de la espiga L-R tiene algún efecto en los niveles de amplitud y en el espectro armónico cuando se toca el contrabajo con técnica de pizzicato.

Mediciones de niveles de amplitud

Las mediciones del nivel de amplitud correspondientes a las cuerdas al aire en pizzicato con figuras de redonda son las siguientes:

Presencia de la variable independiente:

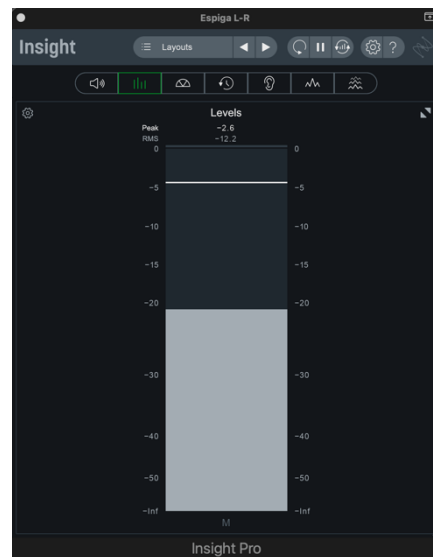
Cuerda de Mi



Pico: -3.7 dB

RMS: -11.1 dB

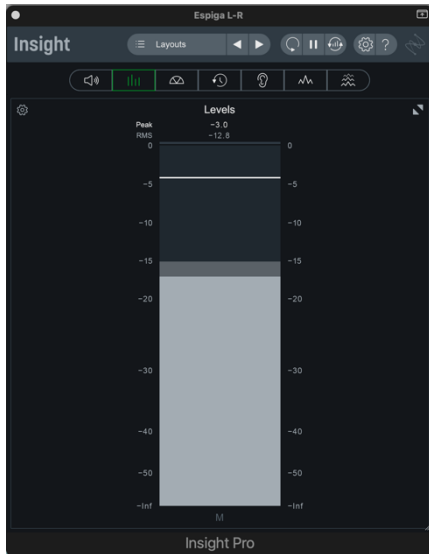
Cuerda de La



Pico: -2.6 dB

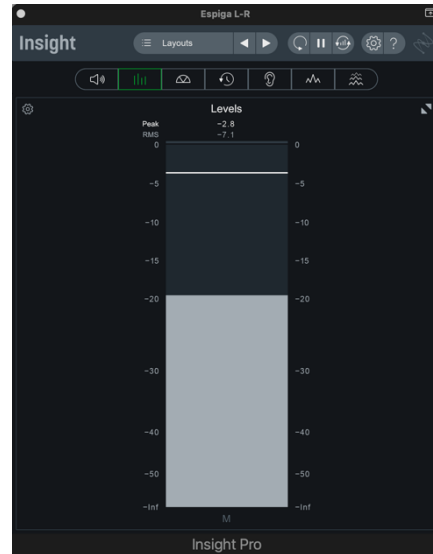
RMS -12.2 dB

Cuerda de Re



Pico -3.0 dB
RMS -12.8 dB

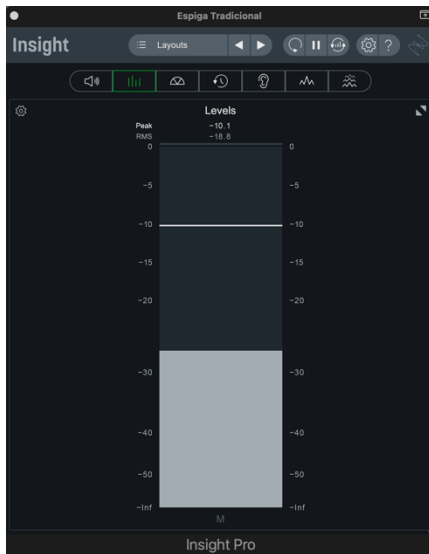
Cuerda de Sol



Pico -2.8 dB
RMS -7.1 dB

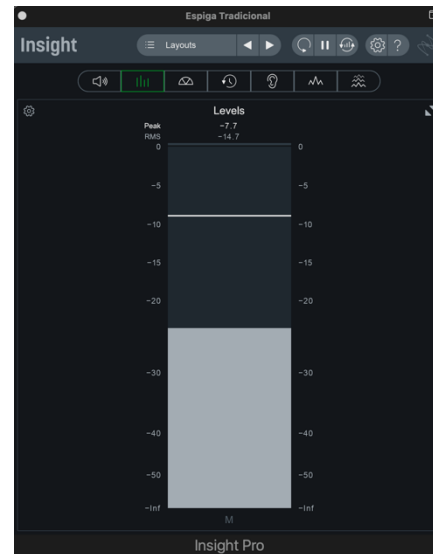
Ausencia de la variable independiente:

Cuerda de Mi



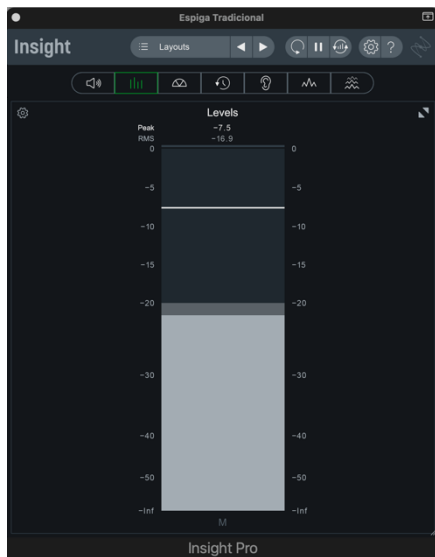
Pico -10.1 dB
RMS: -18.8 dB

Cuerda de La



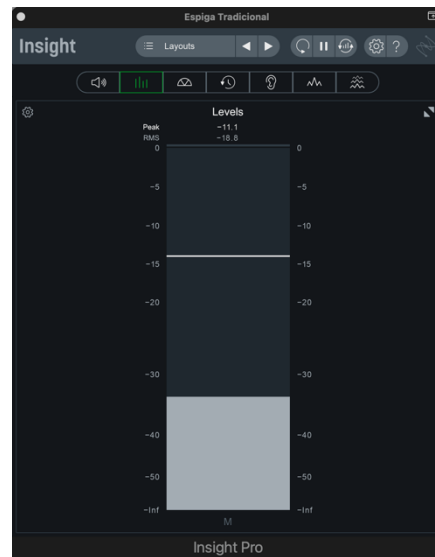
Pico -7.7 dB
RMS -14.7 dB

Cuerda de Re



Pico -7.5 dB
RMS -16.9 dB

Cuerda de Sol



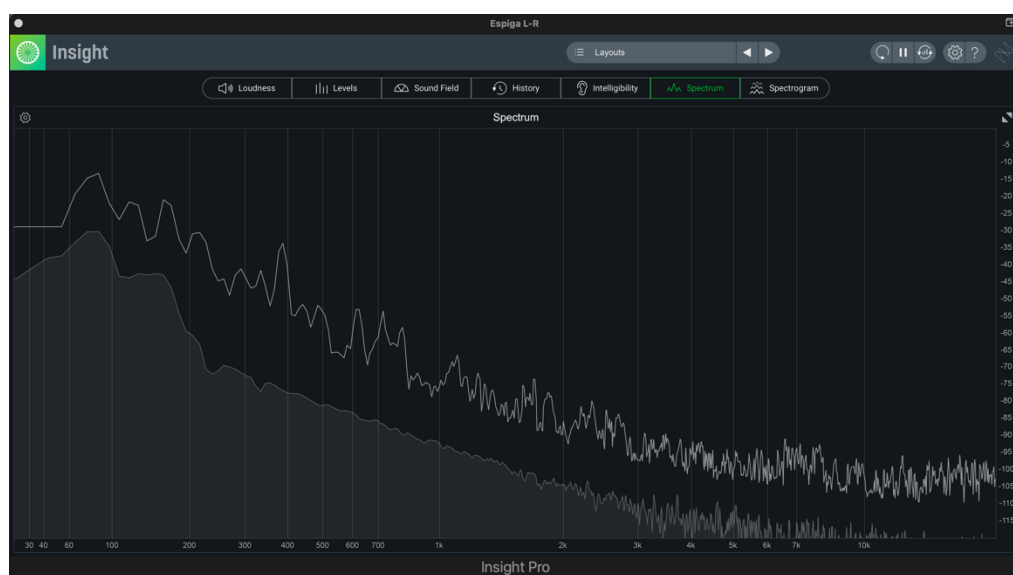
Pico -11.1 dB
RMS -18.8 dB

Análisis de espectro

En este análisis se midió el nivel de amplitud de los parciales armónicos f , $2f$, $3f$, $4f$, $5f$, $6f$, $7f$, $8f$, $9f$, $10f$, $11f$, $12f$, y $13f$ de cada una de las cuerdas al aire con técnica de pizzicato en figuras de redonda.

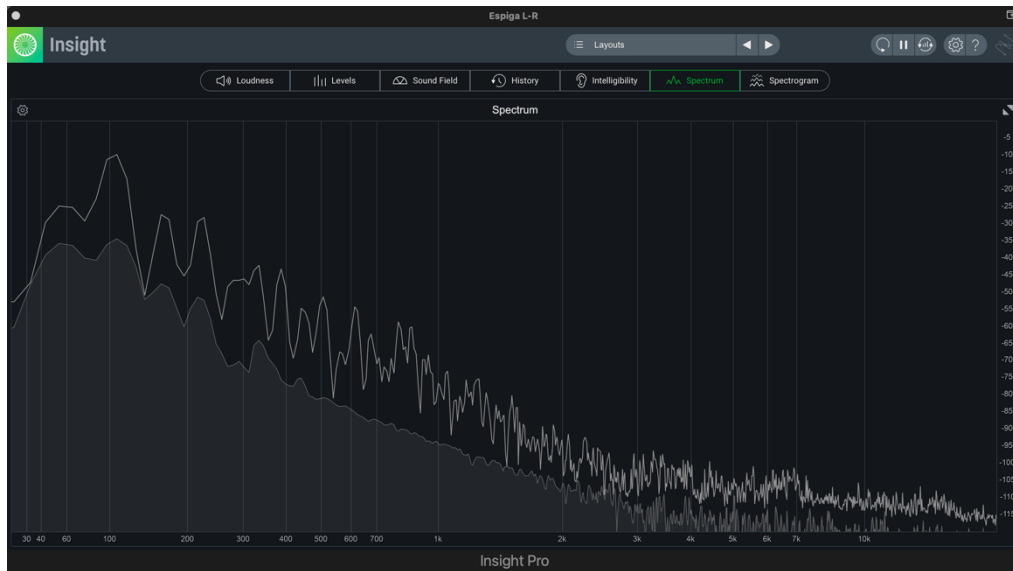
Mediciones con la presencia de la variable independiente:

Cuerda de Mi



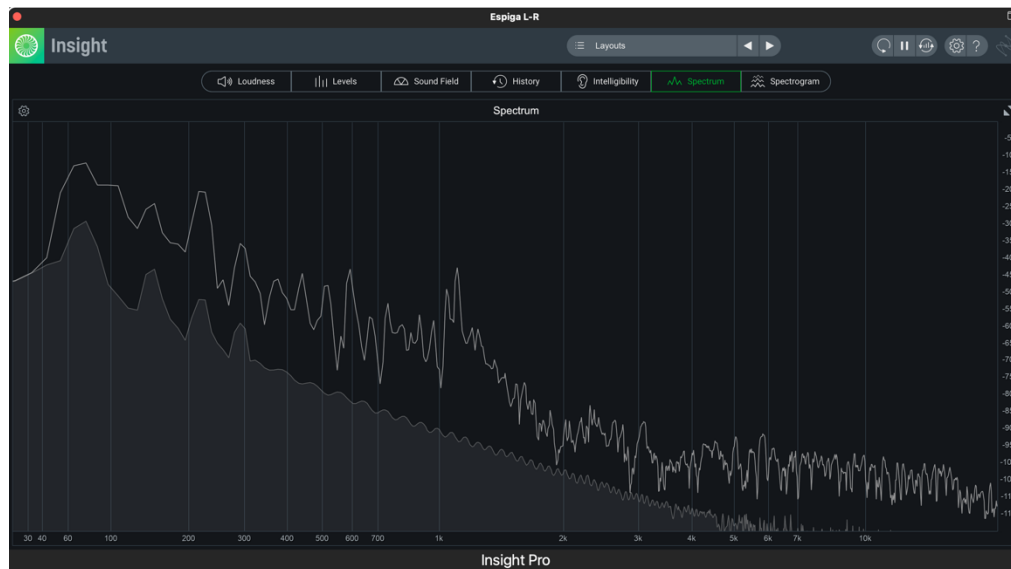
P.A.	f	$2f$	$3f$	$4f$	$5f$	$6f$	$7f$	$8f$	$9f$	$10f$	$11f$	$12f$	$13f$
Frec.	44Hz	86Hz	129Hz	172Hz	204Hz	247Hz	291Hz	334Hz	376Hz	409Hz	453Hz	495Hz	551Hz
Amp	-37.9dB	-30.3dB	-42.6dB	-46.4dB	-60.6dB	-71.0dB	-71.5dB	-76.9dB	-75.9dB	-77.6dB	-79.0dB	-81.2dB	-82.4dB

Cuerda de La



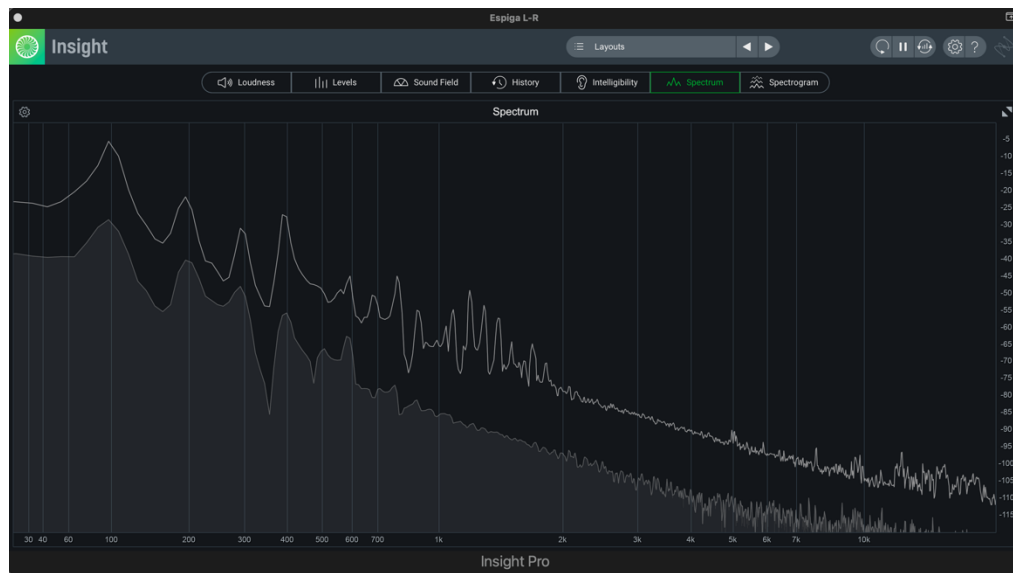
P.A.	f	$2f$	$3f$	$4f$	$5f$	$6f$	$7f$	$8f$	$9f$	$10f$	$11f$	$12f$	$13f$
Frec.	54Hz	107Hz	161Hz	217Hz	280Hz	333Hz	387Hz	440Hz	496Hz	560Hz	614Hz	666Hz	713Hz
Amp	-35.8dB	-34.5dB	-47.7dB	-51.5dB	-71.3dB	-64.2dB	-75.4dB	-75.0dB	-81.0dB	-83.3dB	-85.0dB	-87.6dB	-87.7dB

Cuerda de Re



P.A.	f	$2f$	$3f$	$4f$	$5f$	$6f$	$7f$	$8f$	$9f$	$10f$	$11f$	$12f$	$13f$
Frec.	75Hz	151Hz	216Hz	291Hz	366Hz	440Hz	515Hz	593Hz	666Hz	734Hz	805Hz	893Hz	970Hz
Amp	-29.3dB	-43.3dB	-52.1dB	-59.1dB	-72.7dB	-76.8dB	-80.0dB	-81.9dB	-83.3dB	-84.5dB	-86.4dB	-88.1dB	-90.3dB

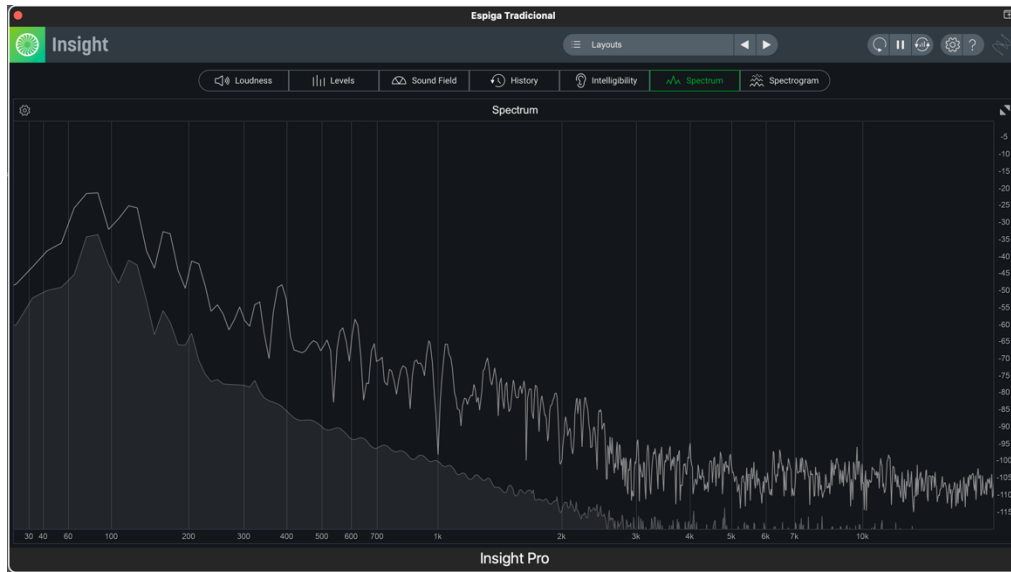
Cuerda de Sol



P.A.	f	$2f$	$3f$	$4f$	$5f$	$6f$	$7f$	$8f$	$9f$	$10f$	$11f$	$12f$	$13f$
Frec.	98Hz	194Hz	291Hz	387Hz	506Hz	593Hz	689Hz	785Hz	882Hz	990Hz	1087Hz	1192Hz	1292Hz
Amp	-28.7dB	-40.4dB	-48.1dB	-56.6dB	-66.2dB	-63.5dB	-80.5dB	-78.9dB	-81.2dB	-86.0dB	-87.8dB	-88.5dB	-89.4dB

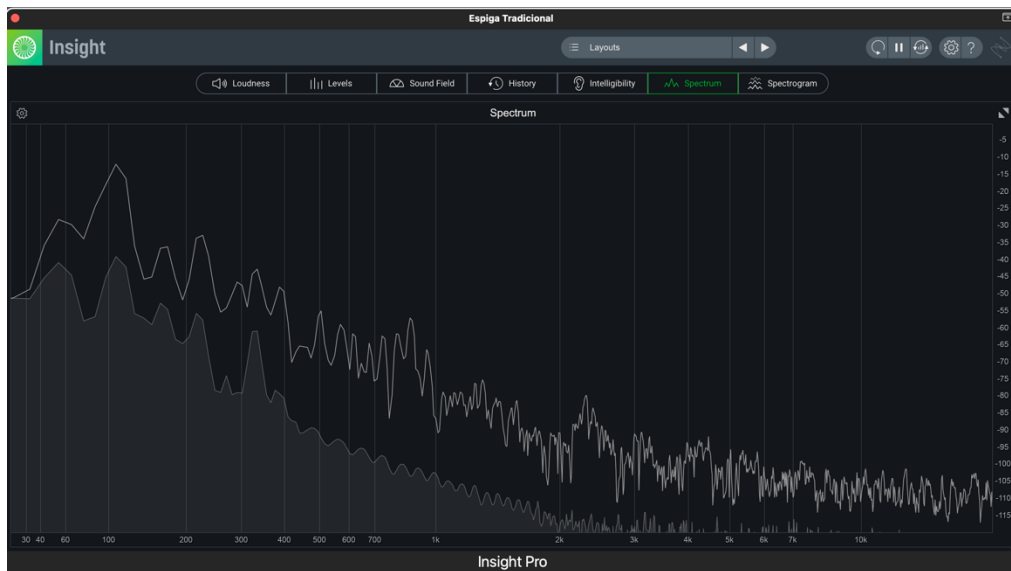
Mediciones con la ausencia de la variable independiente:

Cuerda de Mi



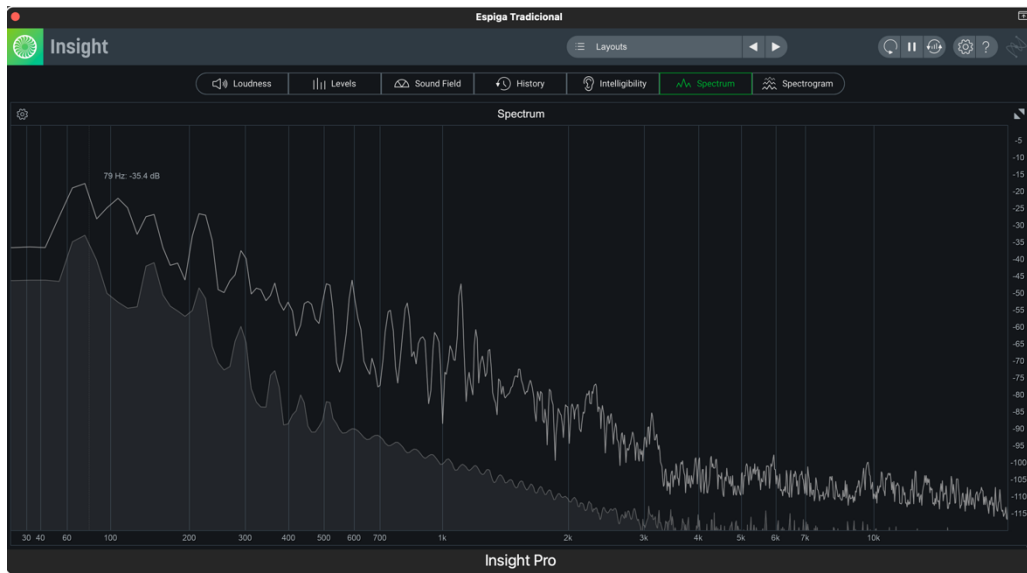
P.A.	f	$2f$	$3f$	$4f$	$5f$	$6f$	$7f$	$8f$	$9f$	$10f$	$11f$	$12f$	$13f$
Frec.	43Hz	86Hz	128Hz	172Hz	204Hz	247Hz	291Hz	332Hz	376Hz	408Hz	453Hz	489Hz	559Hz
Amp	-49.9dB	-33.5dB	-42.2dB	-59.0dB	-62.5dB	-76.0dB	-77.5dB	-78.9dB	-83.0dB	-86.1dB	-87.8dB	-89.0dB	-90.2dB

Cuerda de La



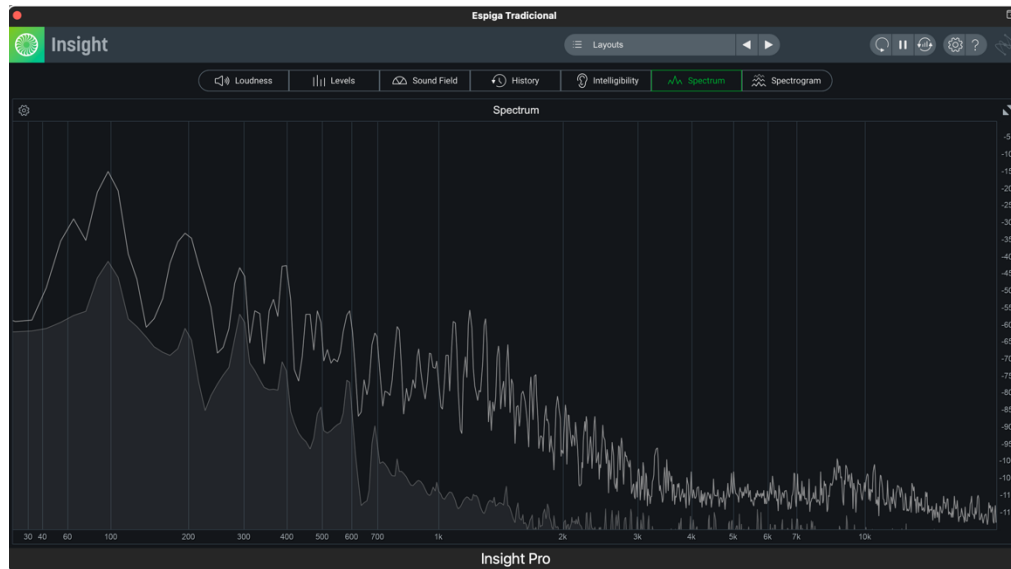
P.A.	f	$2f$	$3f$	$4f$	$5f$	$6f$	$7f$	$8f$	$9f$	$10f$	$11f$	$12f$	$13f$
Frec.	54Hz	108Hz	161Hz	217Hz	281Hz	334Hz	387Hz	441Hz	496Hz	569Hz	613Hz	649Hz	710Hz
Amp	-40.9dB	-39.0dB	-53.0dB	-55.9dB	-79.4dB	-60.8dB	-79.1dB	-90.5dB	-90.5dB	-92.7dB	-97.0dB	-95.2dB	-98.5dB

Cuerda de Re



P.A.	f	$2f$	$3f$	$4f$	$5f$	$6f$	$7f$	$8f$	$9f$	$10f$	$11f$	$12f$	$13f$
Frec.	75Hz	150Hz	215Hz	291Hz	365Hz	441Hz	518Hz	592Hz	666Hz	732Hz	818Hz	883Hz	956Hz
Amp	-32.7dB	-40.7dB	-48.2dB	-59.6dB	-72.7dB	-82.0dB	-82.4dB	-89.8dB	-92.3dB	-94.8dB	-96.9dB	-97.2dB	-97.9dB

Cuerda de Sol



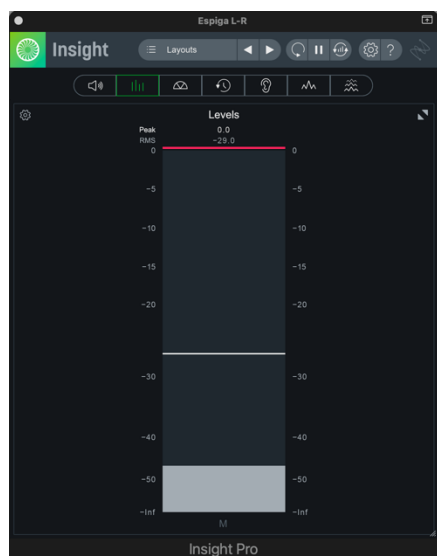
P.A.	f	$2f$	$3f$	$4f$	$5f$	$6f$	$7f$	$8f$	$9f$	$10f$	$11f$	$12f$	$13f$
Frec.	97Hz	195Hz	291Hz	389Hz	494Hz	592Hz	689Hz	786Hz	891Hz	989Hz	1086Hz	1174Hz	1262Hz
Amp	-41.2dB	-61.2dB	-56.7dB	-73.3dB	-84.2dB	-76.8dB	-89.4dB	-99.2dB	-105.5dB	-106.4dB	-109.8dB	-110.2dB	-112.1dB

2.7.5 Pasajes de Gigue y Gavotte II de la Suite en Estilo Antiguo para Contrabajo de Hans Fryba

La medición del nivel de amplitud de los pasajes seleccionados tiene como finalidad conocer el efecto que tiene la manipulación de la variable independiente en el rango dinámico del contrabajo en el contexto del repertorio del instrumento.

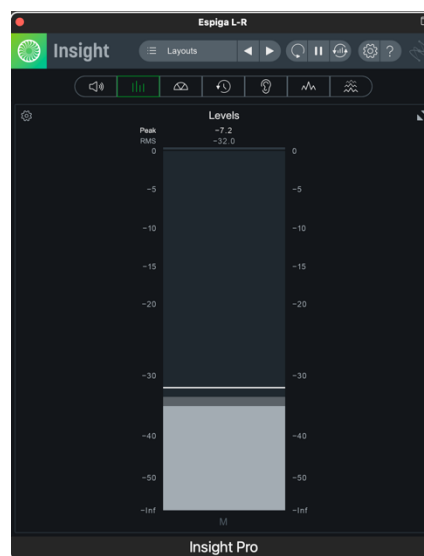
Mediciones con la presencia de la variable independiente:

Gigue



Pico 0.0 dB
RMS -29.0 dB

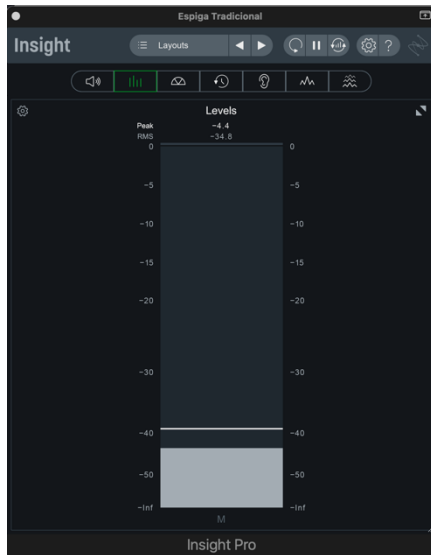
Gavotte I



Pico. -7.2 dB
RMS -32.0 dB

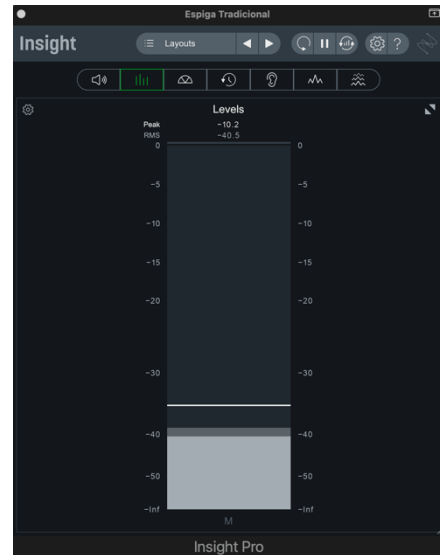
Mediciones con la ausencia de la variable independiente:

Gigue



Pico -4.4 dB
RMS -34.8 dB

Gavotte I



Pico -10.2 dB
RMS -40.5 dB

Hasta aquí se presentan los resultados obtenidos de la realización de la prueba experimental de acuerdo con la metodología y el diseño experimental propuesto.

Capítulo III: Análisis

Análisis de resultados

En este capítulo se muestra el análisis de la prueba experimental que tiene como finalidad conocer el efecto de la manipulación experimental propuesta: *presencia - ausencia* de la variable independiente: La Espiga L-R, sobre las variables dependientes:

- a) Nivel de amplitud de cada una de las cuerdas al aire del contrabajo medida en decibelios de escala completa (dBFS)
- b) Nivel de amplitud de los parciales armónicos f , $2f$, $3f$, $4f$, $5f$, $6f$, $7f$, $8f$, $9f$, $10f$, $11f$, $12f$, y $13f$ de cada una de las cuerdas al aire del contrabajo.

Además de medir las variables dependientes en las cuerdas al aire, de acuerdo con el diseño experimental, éstas también fueron medidas en los siguientes extractos musicales grabados: escala de Sol Mayor a tres octavas, parcial armónico $2f$, las cuerdas al aire con técnica de pizzicato y dos pasajes de la Suite en Estilo Antiguo de Hans Fryba, con la intención de tener un estudio más amplio de los posibles efectos del uso de la Espiga L-R

Finalmente, se realizaron análisis comparativos entre los resultados de la *presencia* y la *ausencia* de la variable independiente para tener un panorama claro de los efectos de su manipulación sobre las variables dependientes y validar o refutar la hipótesis propuesta.

3.1 Cuerdas al aire

3.1.1 Análisis de los niveles de amplitud

El primer aspecto planteado en la hipótesis de este trabajo, es conocer si el nivel de amplitud de cada una de las cuerdas al aire del contrabajo es similar y por lo tanto existe un balance dinámico más equivalente a partir del uso de la espiga L-R.

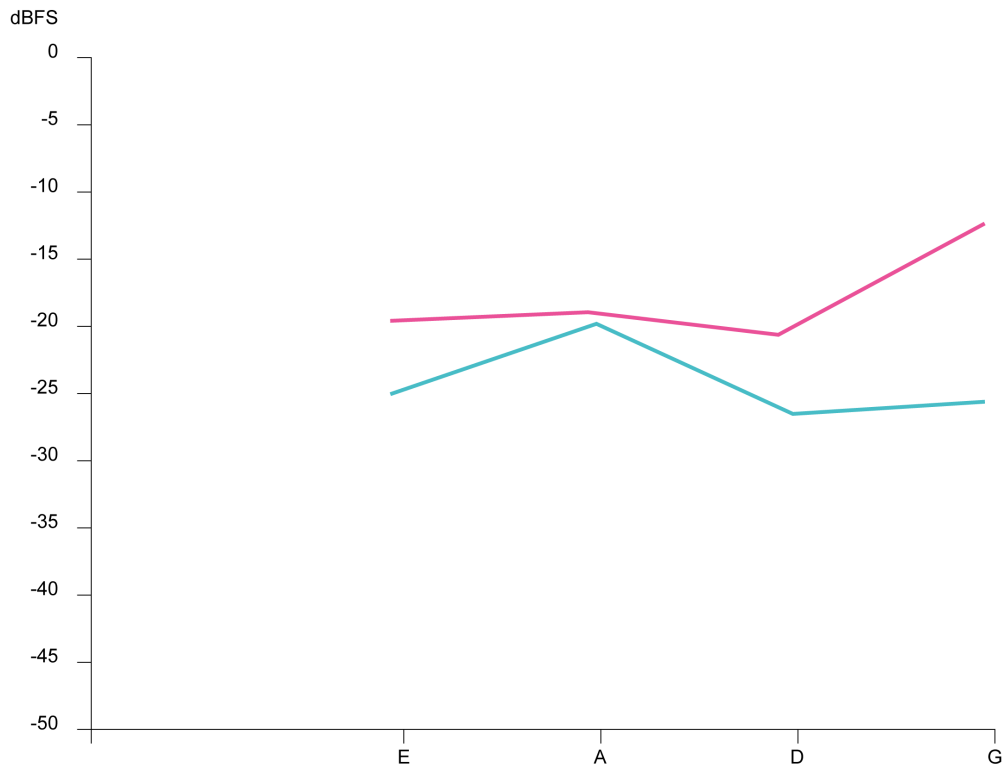
La medición del promedio (RMS) del nivel de amplitud de cada una de las cuerdas al aire realizada en esta prueba experimental nos permite observar las diferencias, medidas en dBFS, que existen entre las cuerdas al aire del contrabajo.

A continuación se presentan las diferencias del nivel de amplitud entre cuerdas adyacentes en orden de afinación ascendente.

Presencia de la espiga L-R				Ausencia de la espiga L-R			
Mi	—	La	Diferencia	Mi	—	La	Diferencia
-20.0 dB		-19.4 dB	0.6 dB	-25.9 dB		-20.6 dB	5.3 dB
La	—	Re	Diferencia	La	—	Re	Diferencia
-19.4 dB		-21.0 dB	1.6 dB	-20.6 dB		-27.1 dB	6.5 dB
Re	—	Sol	Diferencia	Re	—	Sol	Diferencia
-21.0 dB		-12.8 dB	8.2 dB	-27.1 dB		-26.0 dB	1.1 dB

Los resultados indican que en ambas pruebas existen tres cuerdas con niveles de amplitud cercanos: en la prueba con la presencia de la espiga L-R, las cuerdas de Mi, La y Re tienen niveles de amplitud similares y en la prueba con la ausencia de la espiga L-R las cuerdas de Mi, Re y Sol, tienen niveles de amplitud similares.

La siguiente gráfica muestra un comparativo del nivel de amplitud de las cuerdas al aire del contrabajo entre la prueba realizada con la presencia de la espiga L-R y la prueba realizada con su ausencia.



En esta gráfica podemos observar que el nivel de amplitud general para la prueba con la presencia de la espiga L-R es mayor en comparación con la prueba con su ausencia.

Puede observarse, también, que el nivel de amplitud más bajo de la prueba con la presencia de la espiga L-R corresponde a la cuerda de Re y que es de -21 dB, mientras que el nivel de amplitud más alto de la de la prueba con la ausencia de la espiga L-R corresponde a la cuerda de La que es de -20.6 dB.

Además, podemos observar que el rango dinámico de las cuerdas al aire, es decir la diferencia entre el nivel de amplitud más bajo y más alto registrado, es mayor en

la prueba con la presencia de la espiga L-R: 8.2 dB, mientras que en la prueba con la ausencia de la espiga L-R es de: 6.5 dB.

En la siguiente tabla se presenta un comparativo de los niveles de amplitud de cada una de las cuerdas al aire del contrabajo entre ambas cuerdas:

	Presencia de la espiga L-R	Ausencia de la espiga L-R	Diferencia
Mi	-20.0 dB	-25.9 dB	5.9 dB
La	-19.4 dB	-20.6 dB	1.2 dB
Re	-21.0 dB	-27.1 dB	6.1 dB
Sol	-12.8 dB	-26.0 dB	13.2 dB

En resumen, no se obtuvieron resultados concluyentes que señalen que la presencia de la espiga L-R favorece un balance dinámico de las cuerdas al aire del contrabajo más equivalente que su ausencia, ya que ambas pruebas mostraron que existen tres cuerdas con niveles de amplitud cercanos o similares y una cuerda con un nivel de amplitud mayor.

Finalmente, podemos observar que, en general, el nivel de amplitud de las cuerdas al aire del contrabajo es mayor con la presencia de la espiga L-R.

3.1.2 Análisis del contenido espectral

El segundo aspecto formulado en la hipótesis es conocer si el uso de la espiga L-R favorece un mayor nivel de amplitud en el contenido espectral de cada una de las cuerdas del contrabajo y por lo tanto se modifican sus envolventes espectrales.

De acuerdo con los resultados obtenidos, podemos observar que los niveles de amplitud del contenido espectral de la prueba de las cuerdas al aire con la presencia de la espiga L-R es, en términos generales, mayor.

En el análisis comparativo de los niveles de amplitud de los parciales armónicos de cada una de las cuerdas al aire, se pueden observar diferencias de envolvente espectral, entre ambas pruebas:

Cuerdas de Mi



Algunas de las diferencias más importantes que pueden observarse en la comparación de los análisis de espectro realizados a la cuerda de Mi son las siguientes:

El nivel de amplitud del parcial armónico $4f$ en la prueba con la ausencia de la espiga L-R es de -50.4 dB, mientras que el nivel de amplitud de este mismo parcial armónico en la prueba con la presencia de la espiga L-R es de -38.5 dB lo que representa una diferencia de 11.9 dB. Esta es una de las diferencias más notables entre las envolventes espectrales de ambas pruebas, ya que el nivel de amplitud entre $3f$ y $4f$ de la prueba con la ausencia de la espiga la L-R es de 10.4 dB, mientras

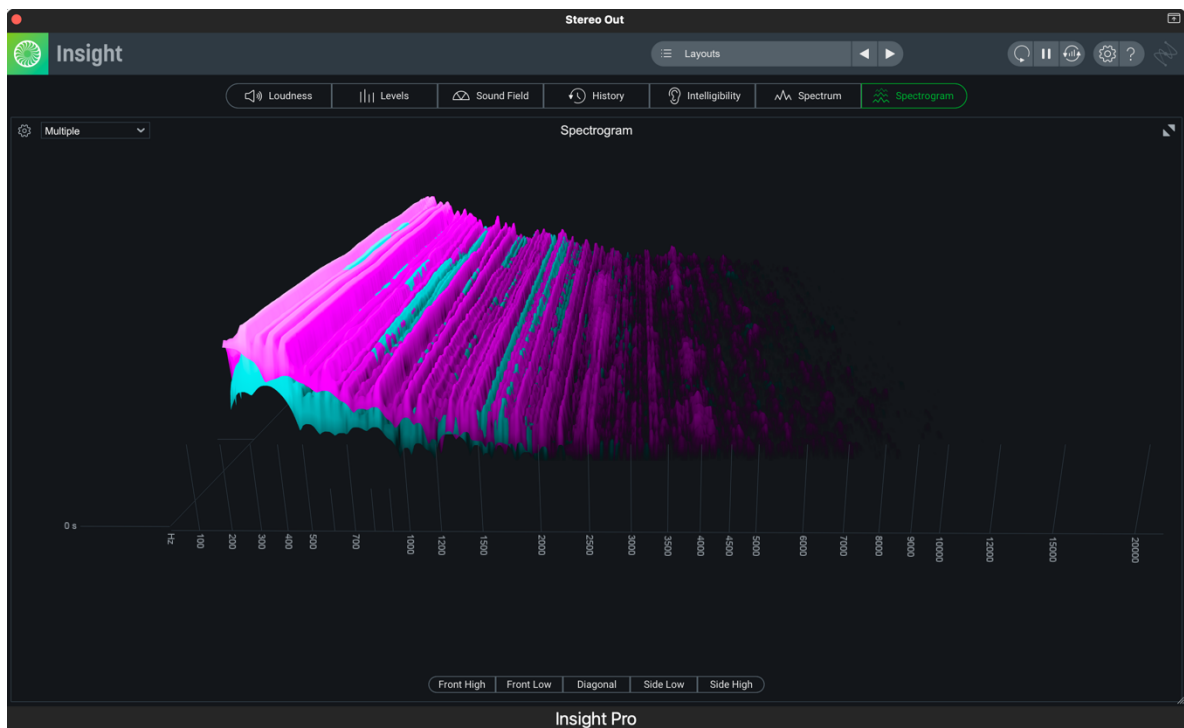
que la diferencia de los mismos parciales armónicos en la prueba con la presencia de la espiga L-R, es de 1.1 dB.

Otro parcial armónico que muestra niveles de amplitud considerablemente distintos entre ambas pruebas es el parcial $7f$ cuya diferencia es de 9.7 dB.

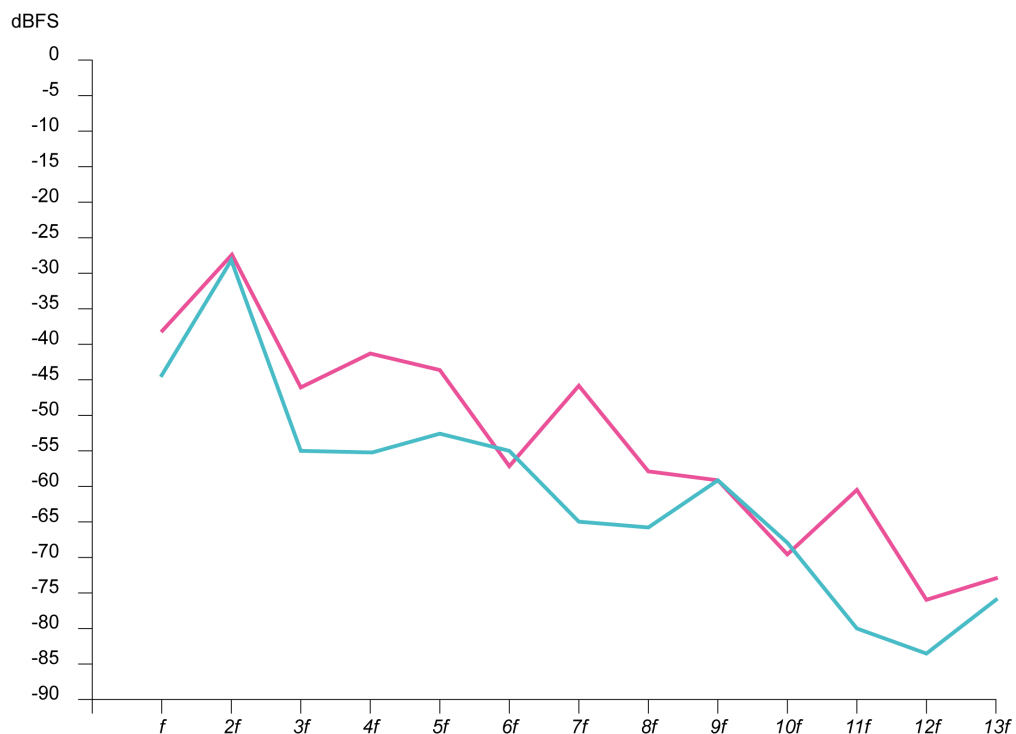
Contrario a esto, los parciales $6f$ y $11f$ muestran un nivel de amplitud mayor en la prueba con la ausencia de la espiga L-R en comparación con la prueba con la presencia de la espiga L-R.

En concreto, existen dos disimilitudes notorias entre las envolventes espectrales comparadas. La primera se encuentra en el area de los 172 Hz y la segunda, en el area de entre los 290 Hz y los 332 Hz, aproximadamente.

A continuación se presenta la imagen del análisis de espectrograma realizado a ambas pruebas en la que se puede observar el comportamiento de los niveles de amplitud del contenido espectral a través del tiempo.



Cuerdas de La



En los análisis de espectro realizados a las pruebas correspondientes a la cuerda de La, podemos observar diferencias marcadas en los niveles de amplitud, en los parciales $3f$, $4f$, $5f$, $7f$, y $11f$, con diferencias de 9.2 dB, 15.2 dB, 10.5 dB, 12.8 dB y 16.9 dB, respectivamente.

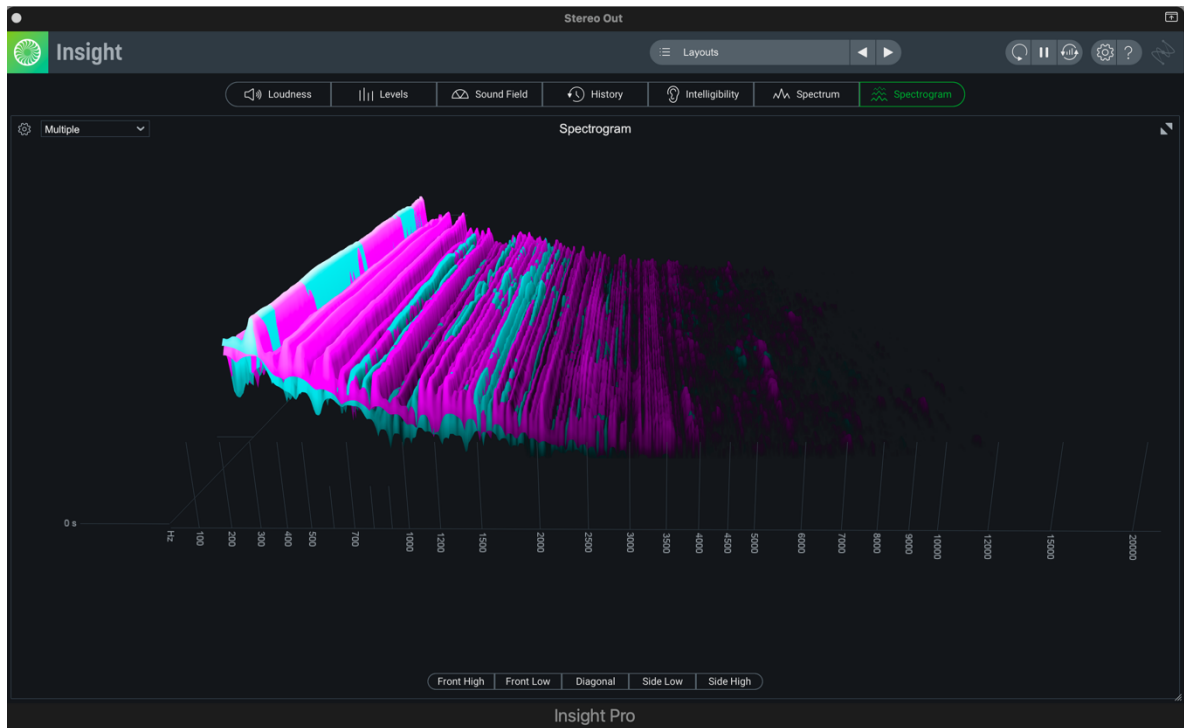
En esta misma prueba podemos observar que los parciales $6f$ y $10f$ tienen un mayor nivel de amplitud en la prueba con la ausencia de la espiga L-R.

Las diferencias más notorias entre las envolventes espectrales de ambas pruebas, se encuentran en los niveles de amplitud de los parciales armónicos $4f$, $7f$ y $11f$.

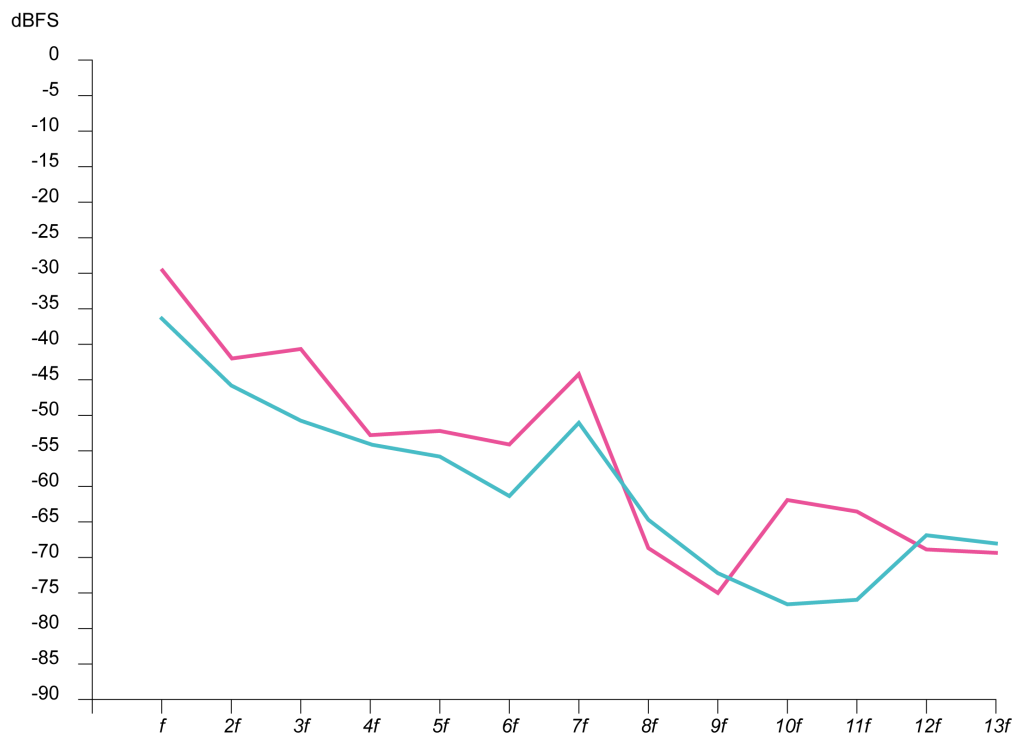
Derivado de todo esto, las envolventes espectrales de las pruebas a la cuerda de La, son las que presentan más diferencias entre ellas, con contornos con

direcciones contrarias en tres áreas: la primera, entre los 160 Hz y los 280 Hz; la segunda, entre los 388 Hz y los 441 Hz, y la tercera, entre los 604 Hz y los 659 Hz.

La siguiente imagen muestra el análisis de espectrograma realizado a las pruebas correspondientes a las cuerdas de La.



Cuerdas de Re



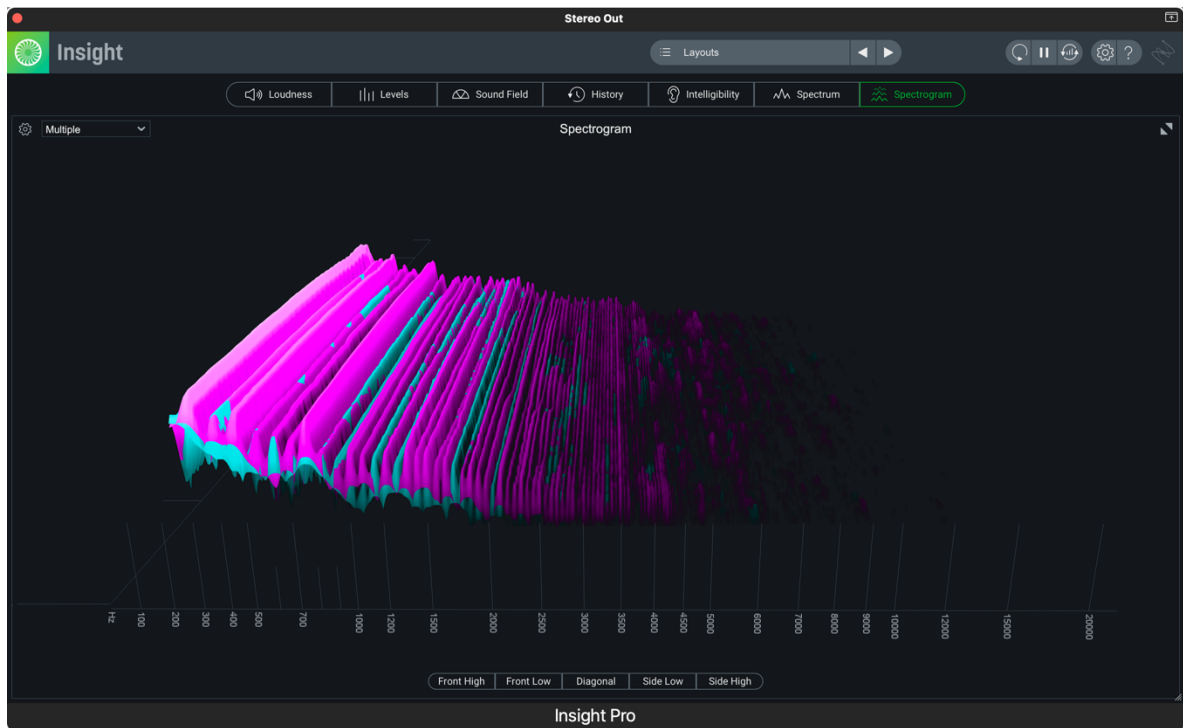
En la comparación de resultados de los análisis de espectro realizados a la cuerda de Re, podemos observar diferencias importantes en los niveles de amplitud de los parciales armónicos $3f$, $10f$ y $11f$. En los tres casos, el nivel de amplitud es mayor en la prueba con la presencia de la espiga L-R y la diferencias son de 9.4 dB, 14 dB y 12 dB, respectivamente.

En contraste, los niveles de amplitud de $8f$ y $9f$, en ambos casos, presentan mayor amplitud en la prueba con la ausencia de la espiga L-R.

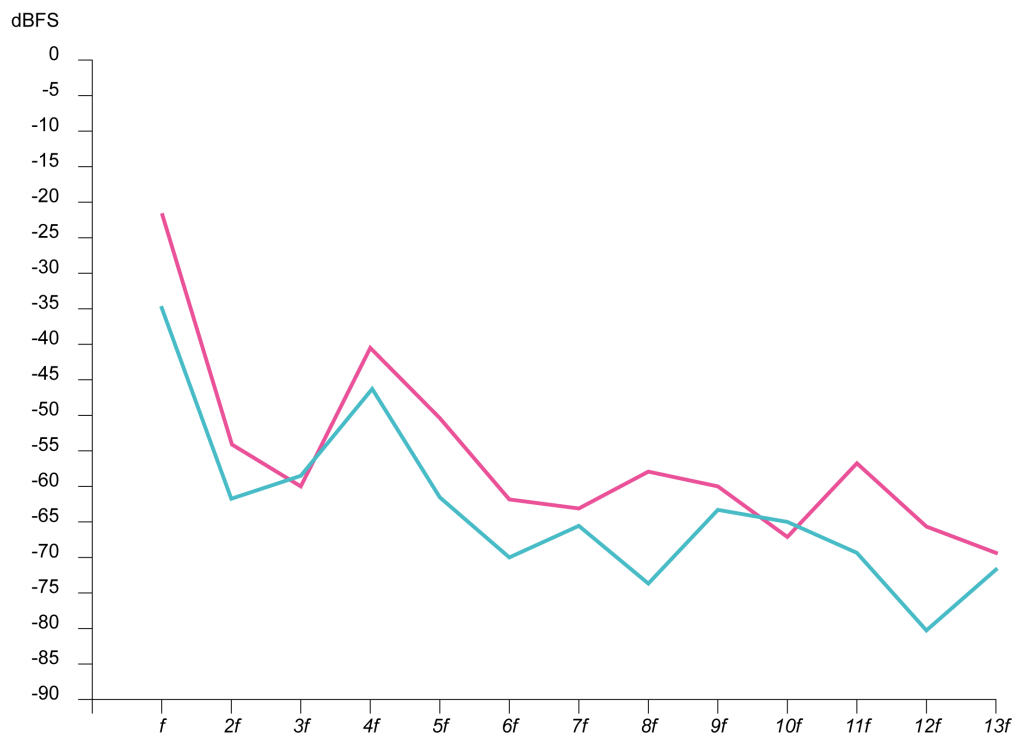
Finalmente, podemos observar niveles similares de amplitud de $12f$ y $13f$ en ambas pruebas.

El área que presenta cambios de dirección notorios entre las envolventes espectrales se ubica entre los 730 Hz y 808 Hz y corresponden a $10f$ y $11f$.

En la siguiente imagen se presenta el análisis comparativo de espectrograma realizado a la cuerda de Re con la presencia y la ausencia de la espiga L-R.



Cuerdas de Sol



El nivel de amplitud más alto observado es de -22.4 dB y corresponde a f , o frecuencia fundamental de la cuerda de Sol, en la prueba con la presencia de la espiga L-R, y representa una diferencia entre ambas pruebas de 12.6 dB.

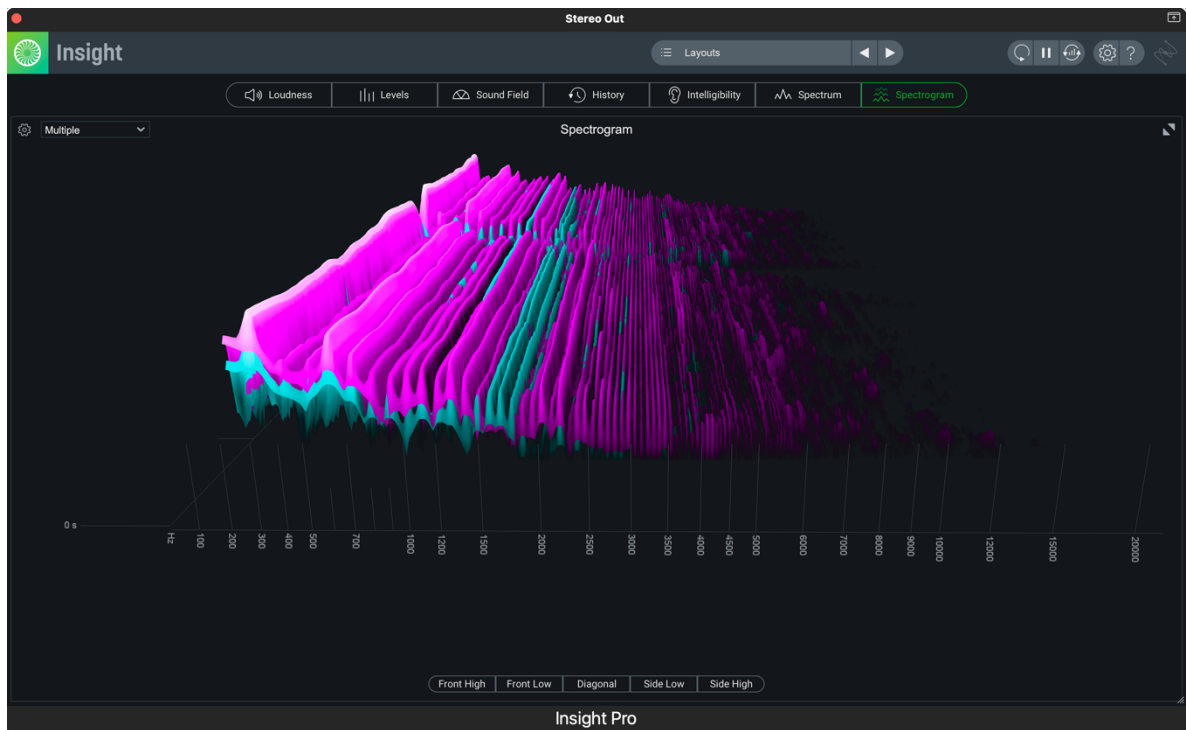
Sin embargo, las diferencias más considerables en los niveles de amplitud entre ambas pruebas, se encuentran, en primer lugar, en el parcial armónico $12f$, en el que existe una diferencia de 16.1 dB, y, en segundo lugar, en el parcial armónico $8f$, en la que existe una diferencia de 15.5 dB.

Otras diferencias importantes que se observan entre las dos pruebas, son las correspondientes a los parciales armónicos $2f$ (8.7 dB), $5f$ (10.7 dB) y $11f$ (11.6 dB).

Los niveles de amplitud de los parciales armónicos $3f$ y $10f$, presentan mayor amplitud en la prueba con la ausencia de la espiga L-R: -58 dB y -64.1 dB.

En lo que respecta a las envolventes espectrales, encontramos dos áreas que muestran diferencias en sus contornos: el área al rededor de los 785 Hz y el área de entre los 1078 Hz y 1173 Hz.

Finalmente, presentamos la imagen del análisis de espectrograma correspondiente a la cuerda de Sol donde se pueden comparar las envolventes espectrales de ambas pruebas a través del tiempo.



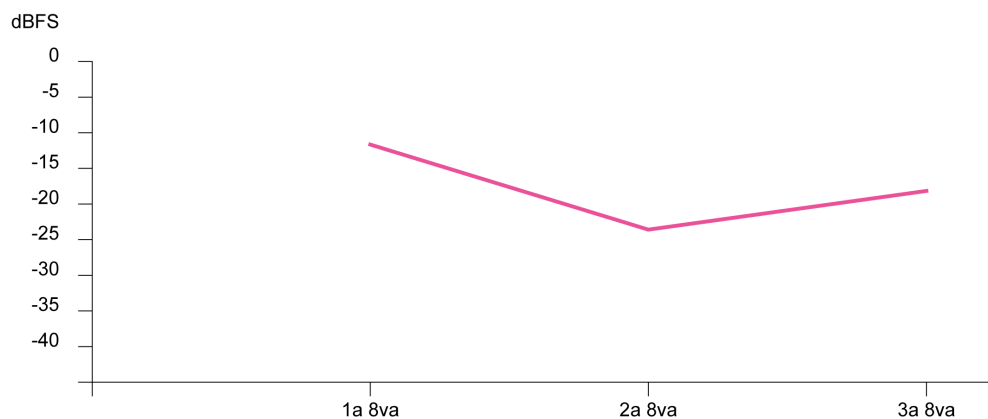
3.2 Escala de Sol Mayor a tres octavas

En el análisis de los resultados obtenidos de la medición de los niveles de amplitud de la escala de Sol Mayor a tres octavas, podemos observar que el nivel de amplitud promedio es mayor en la Primera Octava y menor en la Segunda Octava, en ambas pruebas:

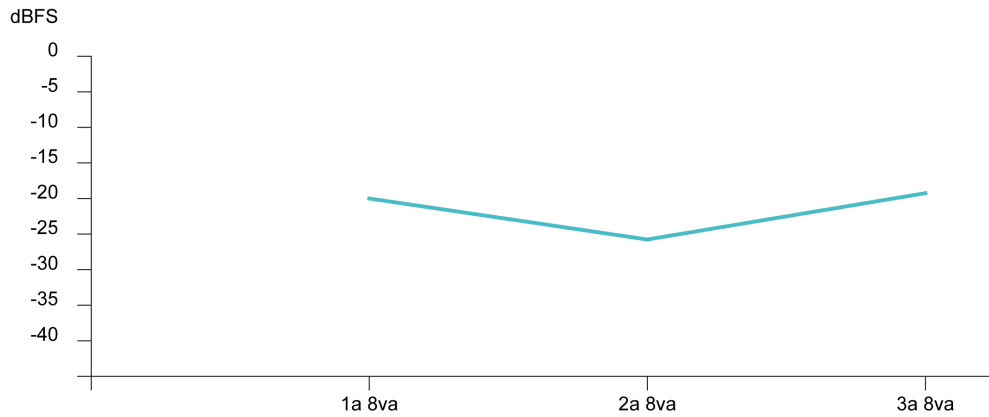
	Presencia de la espiga L-R	Ausencia de la espiga L-R
Primera 8va	-12.9 dB	-21.3 dB
Segunda 8va	-23.8 dB	-27.0 dB
Tercera 8va	-16.7 dB	-23.3 dB

Otro aspecto observado, es la diferencia de amplitud entre las octavas de cada una de las pruebas.

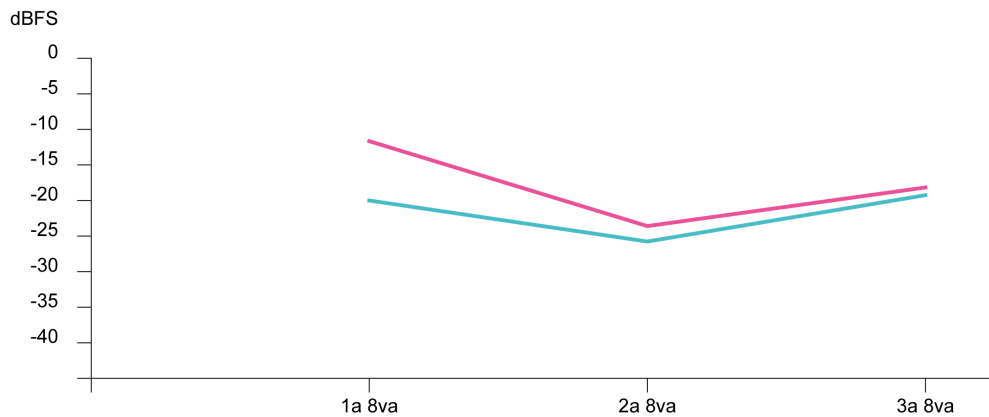
En el caso de la prueba con la presencia de la espiga L-R, la diferencia de los niveles de amplitud promedio entre la Primera y la Segunda octava es de 10.9 dB y la diferencia entre la Segunda y la Tercera octava es de 7.1 dB.



Este mismo análisis para la prueba con la ausencia de la espiga L-R, muestra que la diferencia entre la Primera y la Segunda octava es de 5.7 dB y la diferencia entre la Segunda y la Tercera octava es de 3.7 dB.



Los resultados de la comparación de los niveles de amplitud entre ambas pruebas, segmentados por octavas, muestran que en la primera octava de la escala de Sol Mayor existe una diferencia de 8.4 dB; en la segunda octava, una diferencia de 3.2 dB; en la tercera octava, una diferencia de 6.6 dB.



Finalmente, los resultados del nivel de amplitud promedio de las tres octavas de la escala de Sol Mayor entre ambas pruebas, muestran un mayor nivel en la prueba con la presencia de la espiga L-R.

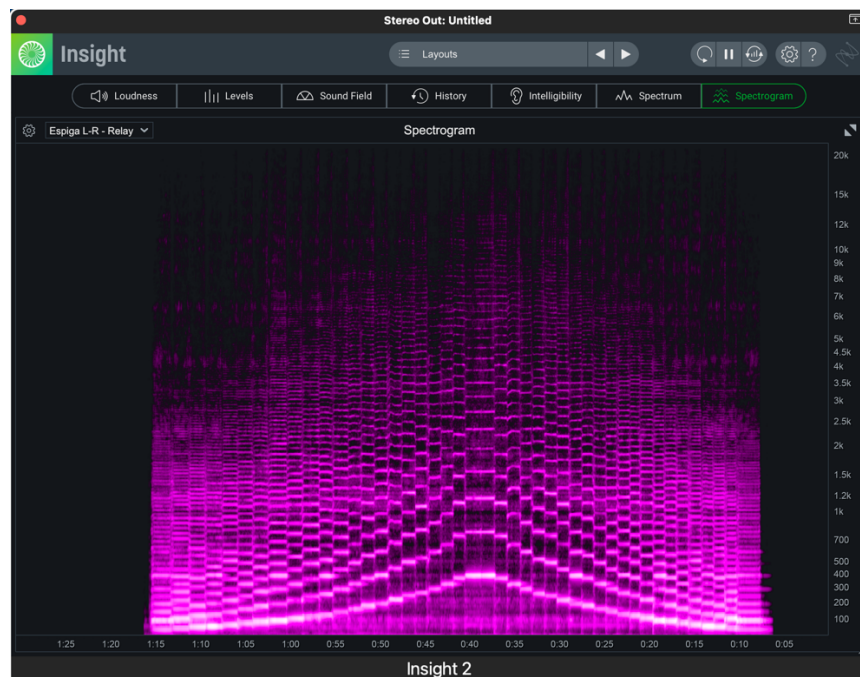
Nivel de amplitud promedio con presencia de la espiga L-R: -20.3 dB

Nivel de amplitud promedio con ausencia de la espiga L-R: -26.7 dB

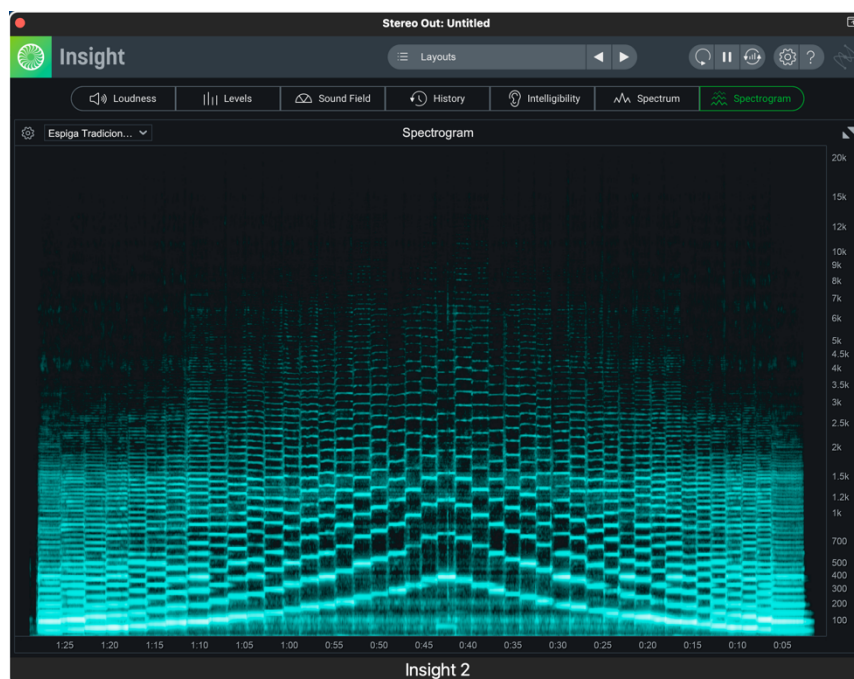
En resumen, se obtuvieron niveles de amplitud más semejantes entre las tres octavas de la escala de Sol Mayor de la prueba con la ausencia de la espiga L-R y mayor nivel de amplitud en las tres octavas de la prueba con la presencia de la Espiga L-R. En la que se destaca al a diferencia de 8.4 dB en nivel de amplitud de la primera octava entre ambas pruebas.

A continuación se muestran los análisis de espectrograma de la escala de Sol Mayor a tres octavas de ambas pruebas. El eje de las X representa el tiempo; el eje de las Y, las frecuencias del contenido espectral, y la intensidad de color, la amplitud.

Presencia de la variable independiente:



Ausencia de la variable independiente:



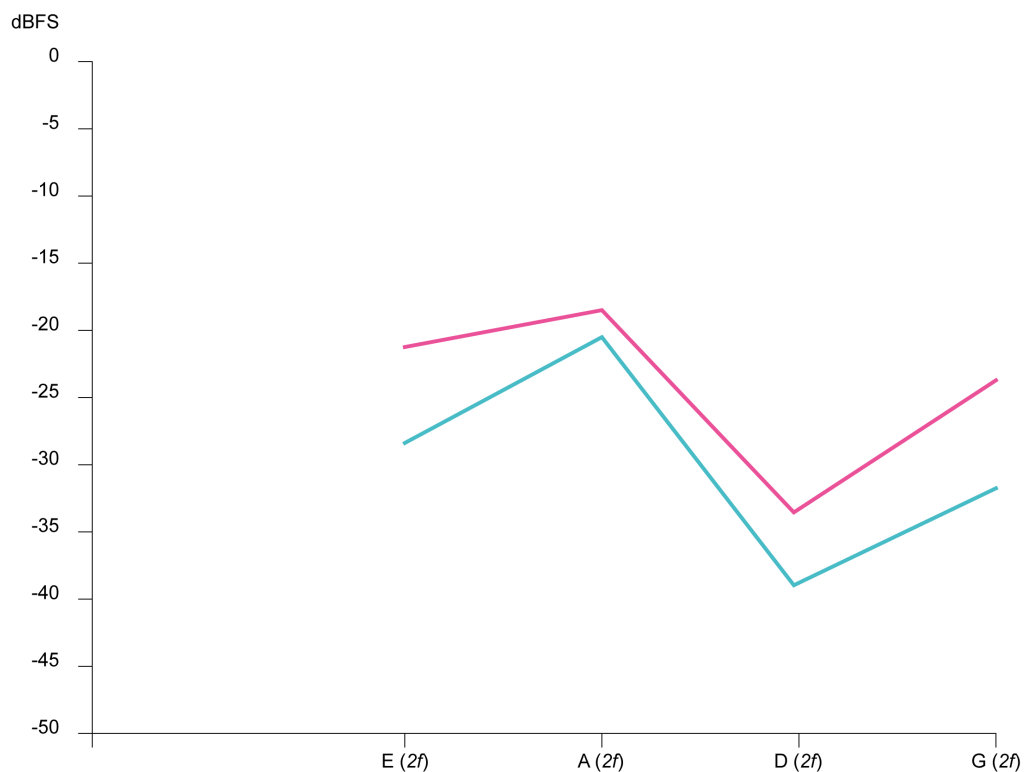
3.3 Parcial armónico $2f$ de las cuerdas al aire

El análisis de los niveles de amplitud del parcial armónico $2F$ de cada una de las cuerdas al aire, muestra diferencias de amplitud más grandes entre ellas, en ambas pruebas, en comparación con las diferencias observadas en las mismas pruebas con cuerdas al aire:

Presencia de la espiga L-R				Ausencia de la espiga L-R			
Mi	—	La	Diferencia	Mi	—	La	Diferencia
-21.6		-18.6 dB	3.0 dB	-28.3 dB		-20.0 dB	8.3 dB

La	—	Re	Diferencia	La	—	Re	Diferencia
-18.6		-33.9 dB	15.3 dB	-20.0 dB		-38.7 dB	18.7 dB
Re	—	Sol	Diferencia	Re	—	Sol	Diferencia
-33.9		-24.4 dB	9.5 dB	-38.7 dB		-31.3 dB	7.4 dB

La siguiente gráfica muestra un comparativo de los niveles de amplitud del parcial armónico $2f$ de cada cuerda entre la prueba realizada con la presencia de la espiga L-R y la prueba realizada con su ausencia.



Los resultados de esta prueba son consistentes con los niveles de amplitud observados en la prueba de las cuerdas al aire, ya que también se observa mayor nivel de amplitud en la prueba con la presencia de la espiga L-R. Por otra parte, la diferencia de los niveles de amplitud entre las cuerdas de una misma prueba son más pronunciados y por lo tanto más dispares.

3.4 Cuerdas al aire con técnica de pizzicato

3.4.1 Análisis de los niveles de amplitud

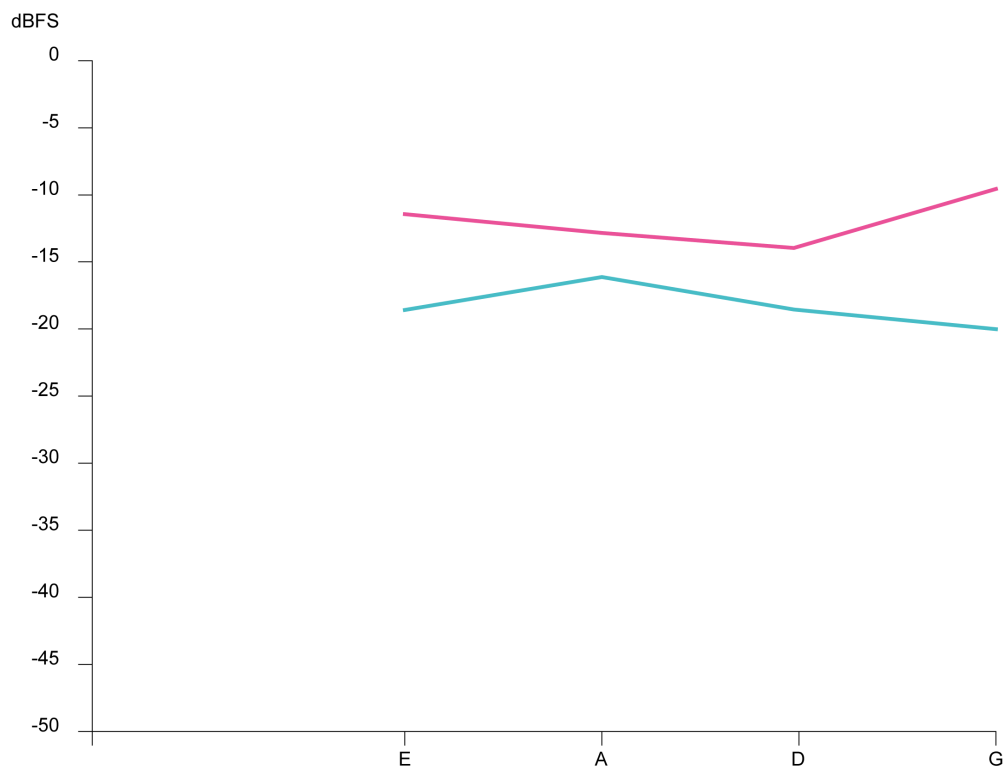
El análisis de nivel de amplitud de las cuerdas al aire ejecutadas con técnica de pizzicato muestra que existe un mayor nivel de intensidad, en cada una de ellas, en la prueba con la presencia de la espiga L-R. La diferencia más pronunciada corresponde a la cuerda de Sol, como se observa en la siguiente tabla:

	Presencia de la espiga L-R	Ausencia de la espiga L-R	Diferencia
Mi	-11.1 dB	-18.8 dB	7.7 dB
La	-12.2 dB	-14.7 dB	2.5 dB
Re	-12.8 dB	-16.9 dB	4.1 dB
Sol	-7.1 dB	-18.8 dB	11.7 dB

Las diferencias de amplitud entre cuerdas al aire, muestra que en ambas pruebas, los niveles de amplitud son más equivalentes en comparación con la mismas pruebas realizada a las cuerdas al aire con arco.

Ausencia de la espiga L-R				Presencia de la espiga L-R			
Mi	—	La	Diferencia	Mi	—	La	Diferencia
-18.8 dB		-14.7 dB	4.1 dB	-11.1 dB		-12.2 dB	1.1 dB
La	—	Re	Diferencia	La	—	Re	Diferencia
-14.7 dB		-16.9 dB	2.2 dB	-12.2 dB		-12.8 dB	.6 dB
Re	—	Sol	Diferencia	Re	—	Sol	Diferencia
-16.9 dB		-18.8 dB	1.9 dB	-12.8 dB		-7.1 dB	5.7 dB

En la siguiente gráfica mostramos una comparación de los niveles de amplitud de las cuerdas al aire entre ambas pruebas.



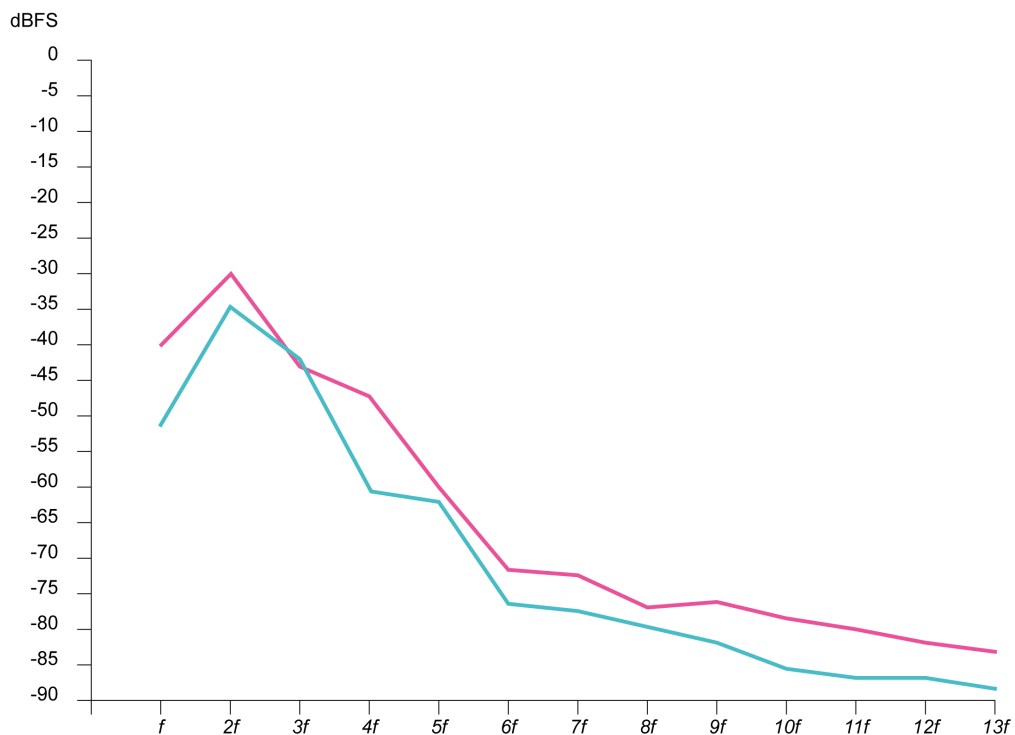
En ella podemos observar que existe un balance dinámico similar entre las pruebas de las cuerdas al aire con técnica de pizzicato en comparación con las mismas pruebas realizadas con arco.

3.4.2 Análisis del contenido espectral

Un particularidad observada en las envolventes espectrales de esta prueba, reside en que los parciales armónicos correspondientes a las frecuencias más altas mostraron niveles de amplitud considerablemente más bajos que los parciales armónicos de menor frecuencia.

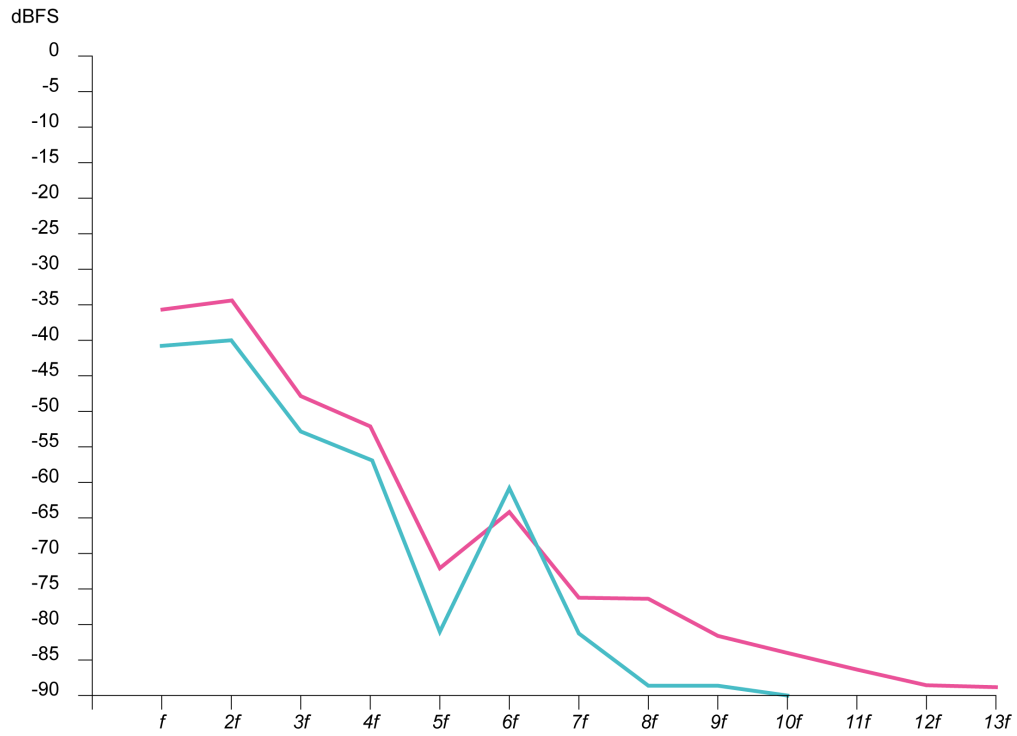
Cuerda de Mi

Consistentemente, en la comparación de los análisis de espectro de la cuerda de Mi con la presencia y con la ausencia de la espiga L-R se observan envolventes espectrales con contornos similares, pero, en general, con mayor nivel de amplitud en la prueba con la presencia de la espiga L-R. Las diferencias más notables entre las envolventes, son el cruce del parcial armónico $3f$ y la diferencia de amplitud de 12.6 dB en $4f$ como se representa en el siguiente gráfico:



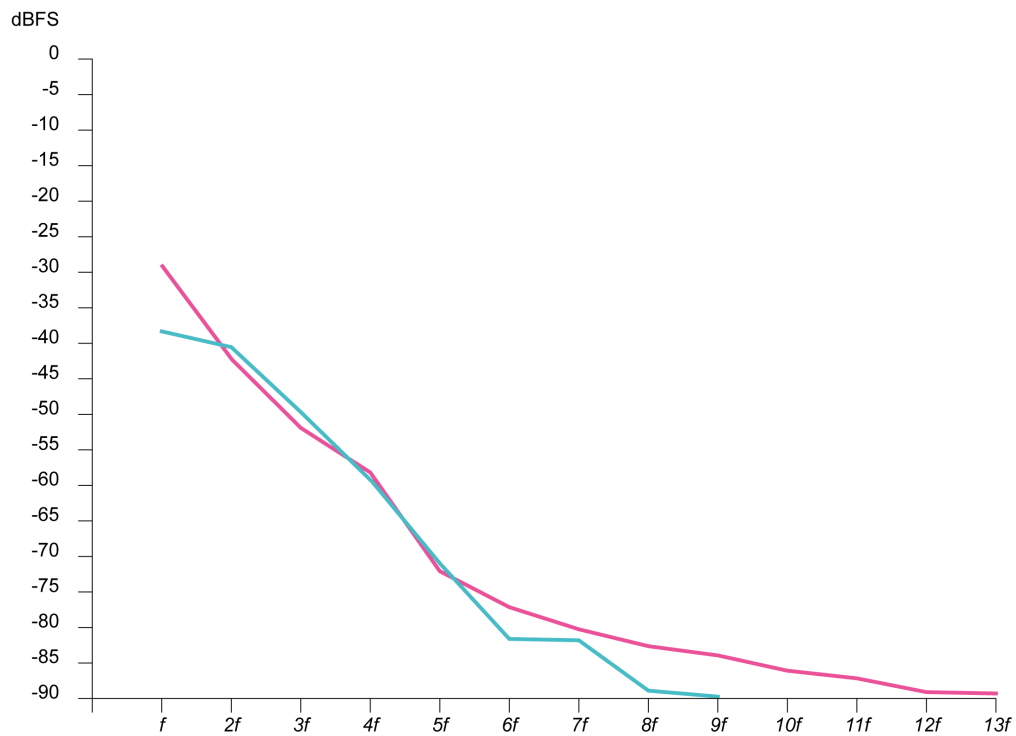
Cuerda de La

En el análisis comparativo correspondiente a la cuerda de La, se muestran, nuevamente, envolventes espectrales similares con un cruce en $6f$ y niveles de amplitud considerablemente más bajos en $8f$, $11f$ y $13f$.



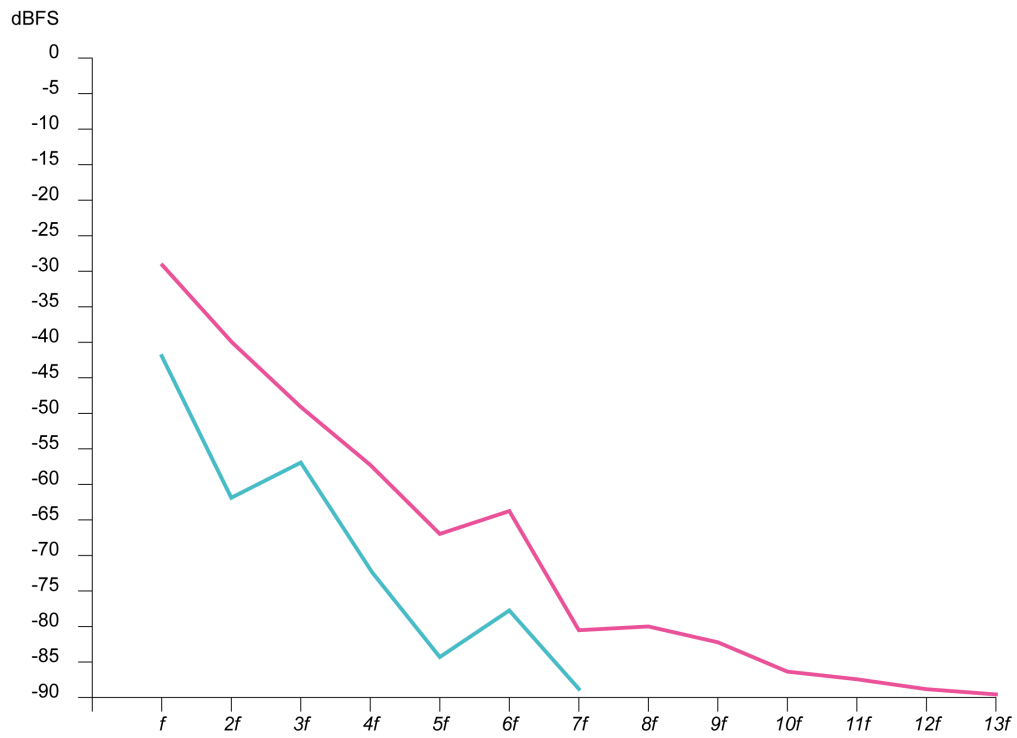
Cuerda de Re

Lo que se destaca en el caso de la cuerda de Re, es que el análisis de espectro muestra una caída pronunciada de los niveles de amplitud de la serie armónica a partir de $4f$, en ambas pruebas, lo que resulta en envolventes espectrales con una pronunciada curva descendente.



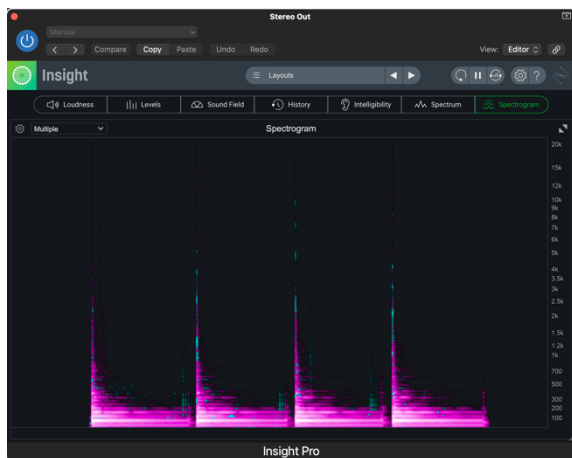
Cuerda de Sol

Finalmente, en el caso de la cuerda de Sol, existe una diferencia de 20.8 dB entre los parciales armónicos $2f$ de ambas pruebas, lo que representa una disimilitud importante en el contorno de estas envolventes espectrales.

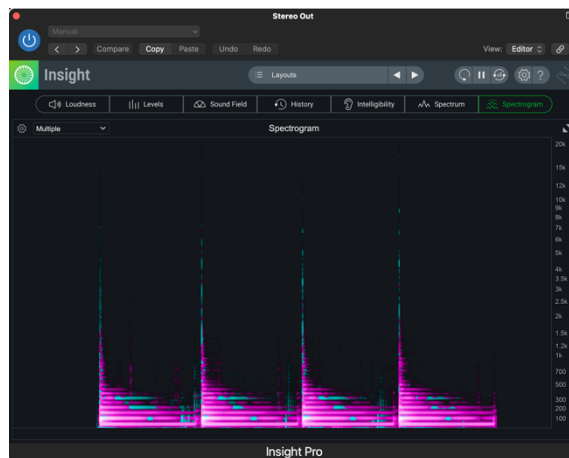


A continuación se presenta el análisis comparativo de espectrograma de cada cuerda entre ambas pruebas.

Cuerdas de Mi



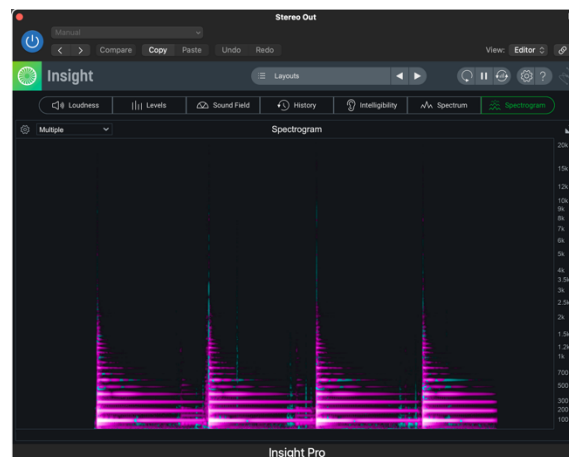
Cuerdas de La



Cuerdas de Re



Cuerdas de Sol



3.5 Pasajes de Gigue y Gavotte II de la Suite en Estilo Antiguo para Contrabajo de Hans Fryba

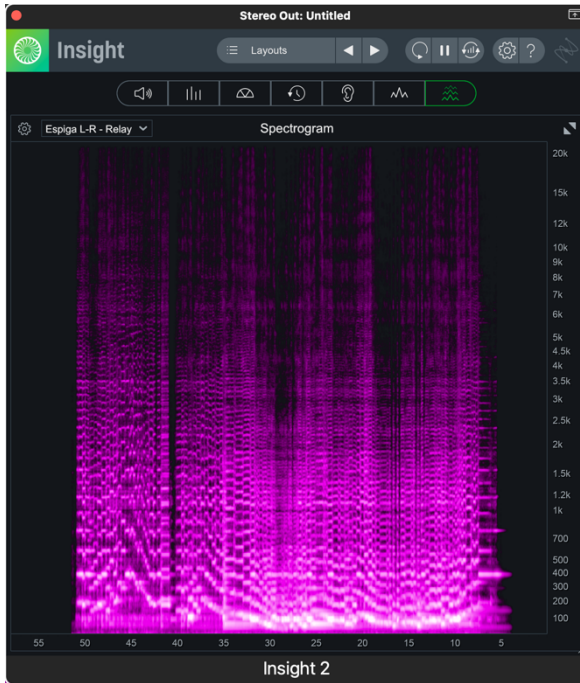
Los resultados obtenidos de la medición de los niveles de amplitud realizados a los pasajes del repertorio de contrabajo seleccionado mostraron, en general, un mayor nivel de amplitud con la presencia de la espiga L-R, tanto en los niveles promedio como en los picos máximos de amplitud.

En el caso del pasaje de la Gigue en la prueba con la espiga L-R, el pico máximo de amplitud llegó a los 0.0 dB de escala completa, umbral que marca el límite de la distorsión digital.

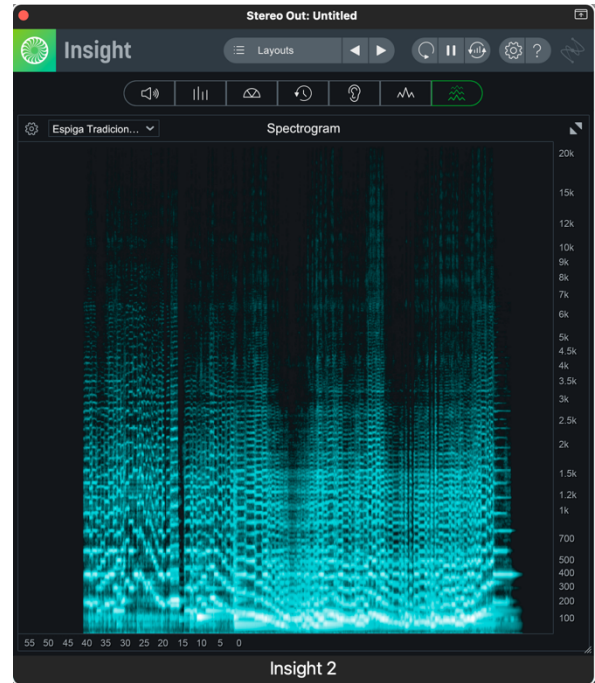
En las mediciones correspondientes a la Gavotte I se observa una mayor diferencia en los niveles de amplitud; concretamente, el nivel de amplitud de este pasaje, con la presencia de la espiga L-R, presenta un nivel de amplitud promedio 8.5 dB mayor.

Para finalizar, se presentan los análisis de espectrograma realizados a ambos pasajes, en los que se puede observar niveles de amplitud del contenido espectral similares a través del tiempo, en ambas pruebas.

Gigue:

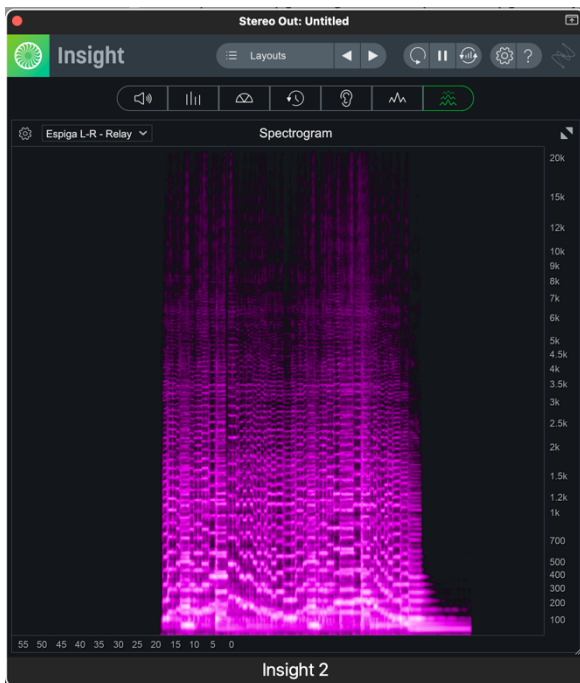


Presencia de la variable independiente

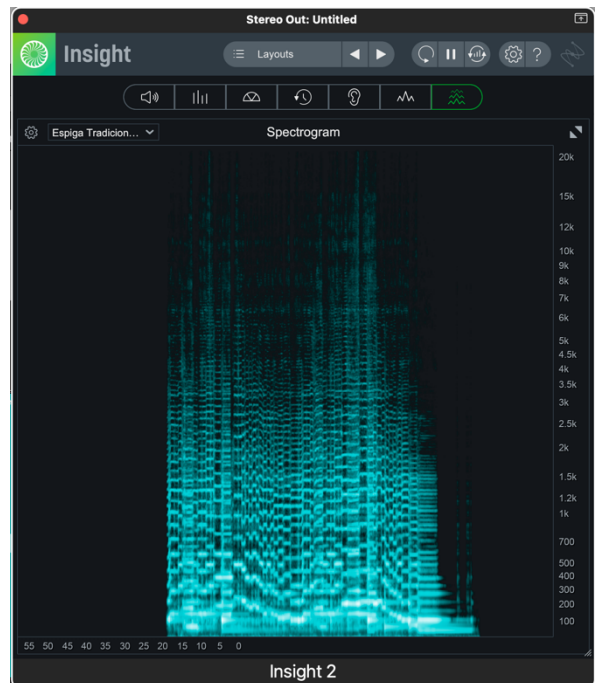


Ausencia de la variable independiente

Gavotte I:



Presencia de la variable independiente



Ausencia de la variable independiente

Este análisis de resultados nos lleva a reflexiones relevantes que serán expuestas en las conclusiones siguientes.

Conclusiones

La conclusión más importante de esta investigación es que el sonido del contrabajo mostró un mayor nivel de amplitud con la presencia de la variable independiente — La Espiga Laborie - Rabbath—, de acuerdo con todas las mediciones de la prueba experimental.

La pregunta de investigación que dio dirección a este trabajo de tesis es: ¿Qué ventajas técnicas y acústicas ofrece el uso de la espiga Laborie-Rabbath en la ejecución del contrabajo? En la primera parte de la pregunta, se cuestiona qué ventajas técnicas ofrece el uso de la espiga L-R.

De acuerdo con la investigación documental y la entrevista realizada a Christian Laborie, las ventajas técnicas del uso de la espiga L-R, son las siguientes:

1. Se atenúa el peso del contrabajo sobre la mano izquierda lo que permite un movimiento más libre del brazo izquierdo
2. Se favorece una menor fatiga y un mayor confort en espalda, hombros y cuello, por la distribución más equilibrada del peso corporal en ambos pies del ejecutante y debido a que la posición frontal del contrabajo facilita una postura más erguida del cuerpo
3. Una mayor utilización del peso de la masa muscular de los brazos en lugar de ejercer presión muscular, lo que favorece un mayor rendimiento del ejecutante
4. El acceso al registro agudo se facilita, ya que no hay un cambio significativo de la postura del contrabajista entre la posición de brazo y la posición de caja

La segunda parte de la pregunta de investigación se relaciona con las ventajas que el uso de la espiga L-R aporta al sonido del contrabajo. En ese sentido, podemos concluir, a partir de los resultados obtenidos de la prueba experimental, que:

1. Se observa un mayor nivel de amplitud en cada una de las pruebas realizadas con la presencia de la espiga L-R en comparación con las pruebas realizadas con su ausencia
2. En general, hay mayores niveles de amplitud en los parciales armónicos en las pruebas con la presencia de la espiga L-R en las que se realizó análisis de espectro: cuerdas al aire con arco y pizzicato
3. Se muestran cambios en las envolventes espectrales. Las diferencias más notables, se observaron entre las pruebas de cuerdas al aire con arco, con la presencia y la ausencia de la espiga L-R.

Este conjunto de ventajas técnicas y acústicas tienen su origen en la sencilla solución que la espiga L-R representa, y que resulta en la posición en la que se coloca el contrabajo y su relación con el ejecutante. Desde un punto de vista técnico, en esta disposición, el contrabajista *entra* más libremente a la zona de la caja y distribuye su propio peso de una manera más equilibrada en ambos pies, y desde un punto de vista acústico, esta disposición también tiene repercusiones en la producción del sonido, ya que el ejecutante tiene un menor contacto con la tapa trasera del contrabajo lo que le permite a ésta vibrar más libremente. Además, el punto específico en donde se coloca la espiga L-R, elimina presión en la tapa frontal del contrabajo, ya que desvincula la estructura tiracuerdas-cuerdas-puente-tapa frontal, del piso, lo que también favorece la vibración del instrumento. En resumen, la posición del ejecutante y la ubicación misma de la espiga L-R, favorecen que ambas tapas del contrabajo vibren más libremente, permitiendo una mayor amplitud del contenido espectral del sonido y por lo tanto una mayor amplitud general del contrabajo.

La percepción de belleza del sonido atribuída a la espiga L-R, podría estar asociada al mayor nivel de amplitud general y al mayor nivel de amplitud del contenido espectral. Además, los cambios en las envolventes espectrales podrían influir en la percepción dinámica del sonido del contrabajo, ya que frecuencias de entre los 2000 Hz y los 4000 Hz, son percibidas con mayor sonoridad por el oído humano, y en este rango de frecuencias se observaron mayores niveles de amplitud en los análisis de espectro realizados a las cuerdas al aire en las pruebas con la presencia de la espiga L-R.

La hipótesis planteada para este trabajo es: "El uso de la espiga Laborie - Rabbath favorece un balance dinámico equivalente entre cada una de las cuerdas del contrabajo y un nivel de intensidad mayor en los armónicos parciales de éstas". En la parte de la hipótesis que se refiere al balance dinámico de las cuerdas al aire, no podemos afirmar que se observó un balance dinámico más equivalente. Lo que se observó fue una distribución de los niveles de amplitud diferente en las cuerdas del contrabajo con la presencia de la variable independiente, la espiga L-R. En la prueba de cuerdas al aire con arco, con la ausencia de la espiga L-R, se observó que tres cuerdas: Mi, Re y Sol, tienen niveles de amplitud cercanos: -25.9 dB, -27.1 dB y -26.0, respectivamente, y una cuerda se separa: La, con un nivel de amplitud de -20.6 dB. De manera similar, en la prueba de cuerdas al aire con arco, con la presencia de la espiga L-R, se observó que tres cuerdas, en este caso: Mi, La y Re, presentan niveles de amplitud similares: -20 dB, -19.4 y -21 dB, y una cuerda despunta: Sol, con un nivel de amplitud de -12.8. En las pruebas de cuerdas al aire con pizzicato se observó, aunque de manera atenuada, el mismo comportamiento.

La segunda parte de la hipótesis se refiere al nivel de intensidad del contenido espectral. En los análisis de espectro realizados a las pruebas de cuerdas al aire con arco y con pizzicato, se observó que, en general, existen mayores niveles de amplitud en los parciales armónicos en las pruebas con la presencia de la espiga L-R.

Por lo anterior, podemos concluir que la primera parte de la hipótesis se refuta, ya que no se observó un emparejamiento de los niveles de amplitud significativo en las pruebas de cuerdas al aire con la presencia de la espiga L-R. Lo que no permite afirmar que se favoreció un balance dinámico más equivalente de las cuerdas del contrabajo. En contraparte, podemos concluir que la segunda parte de la hipótesis se comprueba, ya que, en efecto, se midieron mayores niveles de energía en el contenido espectral de las pruebas con la presencia de la espiga L-R.

Esperamos que este trabajo permita tener un conocimiento más circunstanciado del origen y desarrollo de la espiga L-R en el que se conozca la opinión directa de Christian Laborie; constructor y persona clave de esta innovación.

Aspiramos a que la información obtenida de la prueba experimental de este trabajo, sirva a los ejecutantes de contrabajo para conocer que el uso de la espiga L-R no se limita a un tema de postura corporal o posición del contrabajo, si no que tiene implicaciones concretas y medibles en la producción de sonido del instrumento.

Finalmente, que los contrabajistas que deseen acercarse a la espiga L-R, tengan en este trabajo una fuente de información en donde encontrar algunas respuestas que faciliten y alienten el uso de esta fascinante opción en la ejecución del contrabajo.

Bibliografía

Laborie, Christian. "The Laborie-Rabbath Endpin Genesis: A Successful Collaboration between Musicians and a Luthier". *Journal of the International Society of Bassists*, Vol. 30, Issue n1, Jun - Sep 2006: pp.13-15.

Neher, Patrick. "Sound Artist". *Double Bassist*. Issue 41, Summer (2007): pp. 25-28.

Rabbath, François. "Left-hand pivots and the crab fingering system". *The Strad*, Issue 1506, Oct. (2015): pp. 84-87.

———. *Nouvelle Technique de La Contrebasse: Méthode complète et progressive, cahier I*. París: Editions Musicales Alphonse Leduc, 1977.

———. *Nouvelle Technique de La Contrebasse: Méthode complète et progressive, cahier IV*. París: Editions Musicales Alphonse Leduc, 2005.

———. "A Few Words About The Bent Endpin". 2004.

Vance, George. "Interview with Christian Laborie". *Slava Publishing Reader*. No. 2, October, (2005). pp. 10-16

Fanelli, Michael. "A Life of Self Discovery and Passion for the Double Bass and Teaching, Part II". *American String Teacher*, Vol. 59 Issue 1, February 2009, p. 31.

Pitcher, John. "Rounding All the Basses". *The Washington Post*. Thursday, June 29, 2000.

Sturm, Hans. *75 years on 4 strings: The Life and Music of François Rabbath*. Estados Unidos: Avant Bass, 2022.

Mejía Tenorio Reyes, Alberto. *Entrevista a Christian Laborie*. Ciudad de México, 2020.

Kvale, Steinar. *Doing Interviews*. Londres: SAGE Publications Ltd. 2007.

Nuñez, Adolfo. *Informática y Electrónica Musical*. Madrid: Editorial Paraninfo. 1993.

Nahmani, David. *Logic Pro X 10.5: Professional Music Production*. Estados Unidos: Peachpit Press, 2021.

———. *Logic Pro: Professional Music Production*. Estados Unidos: Peachpit Press, 2022.

Abbott, David y dsa2gamba. *Understanding Sound: An introduction to the physics of sound originally developed for students at Buffalo State College*. Pressbooks, en: <https://pressbooks.pub/sound/>

Plack, Christopher. *The Sense of Hearing*. Nueva York: Psychology Press, 2014.

Hartmann, William. *Principles of Musical Acoustics*. Nueva York: Springer, 2013.

Morales Alanís, Javier. *Acústica en Espacios y en los Volúmenes Arquitectónicos*. México: Trillas, 2012.

Levitin, Daniel. *This is Your Brain on Music: The Science of a Human Obsession*. Nueva York: Plume, 2007.

Maojo, Víctor. *Cerebro y Música: Entre la Neurociencia, la Tecnología y el Arte*. Barcelona: Salvat, 2019.

J. Wingell, Richard. *Writing About Music: An Introductory Guide*. 4a ed. New Jersey: Pearson Education, Inc., 2009.

Muñoz Razo, Carlos. *Cómo Elaborar y Asesorar una Investigación de Tesis*. 2a ed. México: Pearson Educación, 2011.

López Cano, Rubén y Úrsula San Cristobal. *Investigación Artística en Música: Problemas, métodos, experiencias y modelos*. Barcelona: ESMUC, 2014.

Hernández Sampieri, Roberto y otros. *Metodología de la Investigación*. 3a ed. México: McGraw-Hill Interamericana, 2003.

Londoño Palacio, Olga Lucía y otros. *Guía para Construir Estados del Arte*. Colombia: ICONK, 2016.

Anexo 1

ENTREVISTA DE INVESTIGACIÓN AL LAUDERO CHRISTIAN LABORIE PARA EL PROYECTO DE TESIS: "LA ESPIGA RABBATH LABORIE: CONSIDERACIONES TÉCNICAS Y SU CONTRIBUCIÓN EN LA EJECUCIÓN DEL CONTRABAJO"

1. ¿Cuándo y cómo se interesó por la Laudería?

Antes de comenzar a construir instrumentos musicales, tocaba la guitarra con amigos en pequeñas agrupaciones: ¡música de género Bluegrass!

En esos mismo tiempos, en Europa, habíamos muchos músicos interesados en redescubrir nuestras raíces musicales tradicionales. En Francia, uno de los instrumentos más tradicionales de nuestro folclor musical es la Zanfoña, instrumento asociado con la gaita y el violín tradicional o folclórico (conocido en el mundo sajón como 'Fiddle'). En 1972 compré una vieja Zanfoña a Alain Vian (hermano de Boris Vian) quién fue un comerciante de instrumentos musicales antiguos, establecido en París. Este instrumento estaba en malas condiciones, con reparaciones muy mal realizadas: imposible de tocar. Es así que intenté construir mi primer Zanfoña sin ayuda de ningún maestro, de manera autodidacta, ¡pues no había ninguna escuela donde aprender esto! Esta primer Zanfoña no era perfecta, pero funcionaba bien. En 1976, debido a una creciente demanda, mi hobby se convirtió en mi negocio de tiempo completo. A lo largo de esta década, creció la necesidad de los músicos por tocar música antigua en instrumentos históricos. Este nuevo 'mercado' me alentó a construir violas da gambas y violonchelos. Invertí una gran cantidad de tiempo visitando museos en Europa para tomar medidas de instrumentos históricos. A mediados de los años 80's, estudié contrabajo en una escuela de música, y mi interés en este instrumento creció rápidamente. Ya a

principios de los años 90's mi trabajo principal era la reparación y construcción de contrabajos. Durante mis estudios en el conservatorio, algunos músicos, impresionados por mi trabajo, me solicitaron la construcción de contrabajos.

2. ¿Cómo conoció a François Rabbath?

Gracias a Thierry Barbé, conocí a François Rabbath en 1991. Barbé compró mi primer copia de un "Quenoil" e inmediatamente quiso que conociera a Rabbath. Rabbath estaba muy emocionado por haber encontrado, finalmente, un laudero interesado en construir este estilo de contrabajo: el modelo "Quenoil". Él me alentó a seguir construyendo este modelo de contrabajo. Además, me ofreció que si yo pudiera llevar contrabajos el siguiente verano a su gira de Master Clases en Estados Unidos, el estaría encantado y orgulloso de mostrar mi trabajo; es así que en 1992 vendí mis primeros dos contrabajos modelos "Quenoil" en América.

3. ¿Cómo se le planteó, por primera vez, el problema de la espiga tradicional del contrabajo?

Por accidente, en una de mis visitas a François Rabbath, descubrimos que tocar el contrabajo sin espiga —sostenido sólo por su pie, como escribí en mi artículo— producía un sonido más libre con más proyección. Rabbath me solicitó que encontrara una forma de evitar que el contrabajo estuviera conectado al piso a través de una espiga regular de metal. Rabbath ya acostumbraba a usar una espiga doblada de metal.

4. En su artículo "The Laborie - Rabbath Endpin Genesis", menciona que conoció otros tipos de espiga o modificaciones a la espiga tradicional antes de darse a la tarea de trabajar en su propia versión. Desde su punto de vista, ¿por qué no funcionaban estas modificaciones previas?

La espiga doblada de metal usada por Rabbath, proporcionaba mayor confort para tocar —al reducir el peso que carga el brazo izquierdo—, pero no mejora el sonido. La espiga "Egg-pin" del Sr. Gilbert en colaboración con Paul Ellison, tiene que tener muchos ajustes que ayudaban a encontrar la posición adecuada, pero era muy pesada y por lo tanto 'estresante' para el sonido.

5. ¿Cómo se determinó el ángulo en el que debe utilizarse la espiga?

El ángulo de 44° o 45° fue descubierto después de muchas pruebas por François Rabbath y otros músicos incluyendo a sus estudiantes.

6. ¿Existe alguna longitud recomendada en la que se deba usar la espiga?

La recomendación estándar de la longitud de la espiga Laborie-Rabbath es que la ceja del contrabajo debe estar a la altura de la ceja del contrabajista, pero cada músico encuentra una postura de acuerdo con su propio confort al tocar.

7. Además de la fibra de carbono, ¿se realizaron pruebas con otros materiales para elaborarla?

He hecho una gran cantidad de espigas de distintos tipos de maderas: palo de rosa, palo rojo, pernambuco, pino, etc. Todas estas espigas produjeron un sonido ligeramente diferente. Yo escogí grafito, puesto que es fácil de cortar para ajustar su longitud, y cada contrabajista puede hacerlo por si mismo simplemente con una sierra.

8. Hay algunas variantes inspiradas en su espiga que proponen un ángulo adicional hacia la derecha o izquierda —si se le ve al contrabajo de manera frontal— como, por ejemplo, la usa Szymon Marciniak. ¿Qué opina de esta variante?

No hay regla. Algunos músicos tocan el contrabajo detrás de él, otros tocan hacia un lado; esa es la razón por la que se pueden ver algunas espigas colocadas con un ángulo hacia un lado —como Rufus Reid, Szymon Marciniak y otros—, ¡y funciona bien!

9. Desde su punto de vista, ¿esta espiga es igual de eficiente para los contrabajista que utilizan el arco alemán?

No importa si tocas el arco alemán o el francés; mi espiga embellece el sonido del contrabajo.

10. ¿Qué dificultades técnicas afronta un contrabajista cuando desea adoptar esta espiga?

El contrabajista necesita ajustar su postura detrás del contrabajo, luego tiene que encontrar la altura adecuada (del contrabajo) y entonces necesitará cerca de una semana de práctica para evitar la rotación del contrabajo.

11. ¿Qué beneficios técnicos se obtienen mediante el uso de la espiga L-R?

Para el ejecutante, el beneficio principal es mayor confort para tocar y sobre todo, la espiga ayuda a evitar dolores de espalda y hombros. El peso sobre el brazo izquierdo en posiciones graves es menor que con la espiga regular y la facilidad para acceder al registro agudo, es mayor.

12. ¿Qué ventajas acústicas se obtienen cuando se usa su espiga?

A prueba ciega, es evidente que la espiga 'libera' el sonido. El espectro armónico es mayor y con más respuesta.

13. ¿Qué efecto tiene en el 'color' general del instrumento el uso de la espiga L-R?

Esta idea del color del instrumento es tan subjetivo, ¡que no puedo dar una respuesta basada en los hechos!

14. ¿Qué sentimiento le produce el haber creado y concretado esta innovación del contrabajo?

Estoy contento y orgulloso de ver que muchísimos contrabajistas alrededor del mundo han adoptado esta innovación y que están satisfechos. Satisfechos por haber mejorado su sonido y por haber resuelto algunos de sus problemas físicos.

15. ¿Le gustaría mencionar algo adicional que no se haya comentado en esta entrevista y que considera relevante?

Solamente, me gustaría mencionar que los músicos americanos fueron los primeros en adoptar esta espiga mientras que en Europa tomó más tiempo...

También feliz de que otros lauderos y constructores hayan copiado mi espiga.

Anexo 2

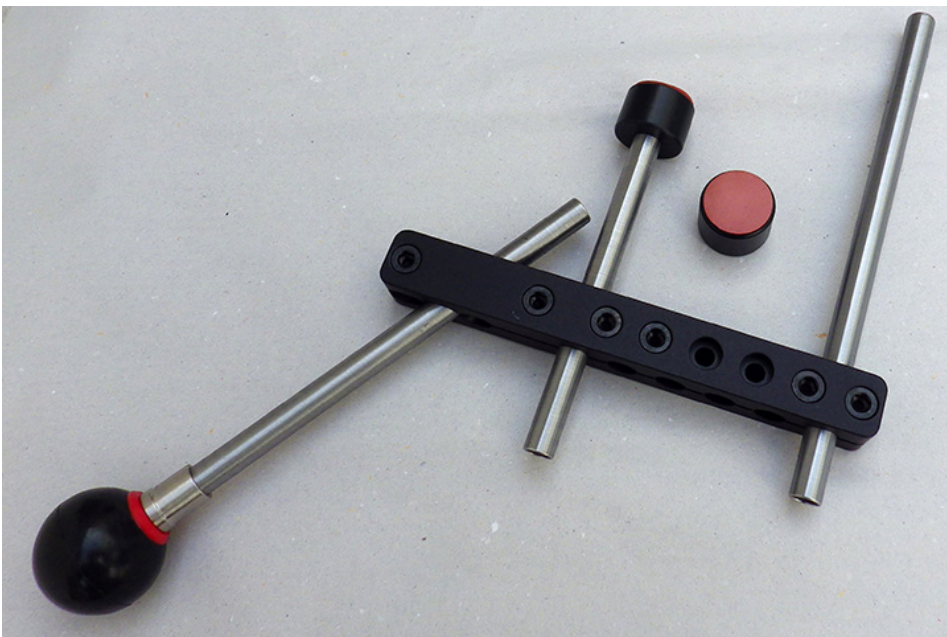
IMÁGENES DE DISTINTAS VARIANTES DE ESPIGAS DE CONTRABAJO

Figura 1:



Versión moderna de espiga para contrabajo 'à la Tortellier'.

Figura 2:



Espiga EGG-pin.

Figura 3:



Espiga Laborie – Rabbath

Figura 4:



Espiga Laborie – Rabbath montada

Figura 5:



Espiga EGG-pin montada.

Figura 6:



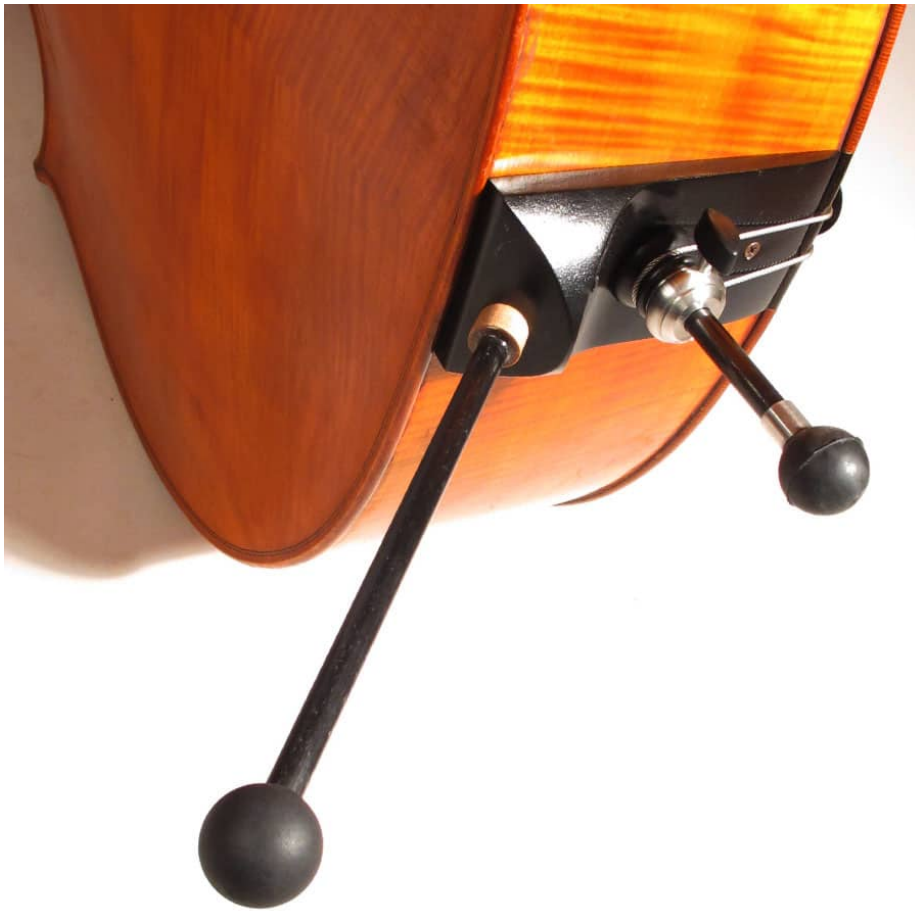
Espiga sistema Lammax

Figura 7:



Espiga Ergonpin

Figura 8:



Bloque para espiga tradicional y espiga en ángulo de la compañía Upton Bass

Anexo 3

EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DE LA PRUEBA EXPERIMENTAL

Imágenes de la prueba con la presencia de la variable independiente:



Imágenes de la prueba con la ausencia de la variable independiente:



Maestro Diego Alberto Tinajero Islas,
ingeniero de grabación para las
pruebas experimentales.