trilogía
Ciencia Tecnología Sociedad

Artículo de investigación

Producción de banco de sonidos para instrumentos de cuerda pulsada. Caso: la rumba criolla*

Production of a Sound Bank of Plucked String Instruments. Case: Rumba Criolla

Óscar Beltrán Sánchez**
Tatiana Perilla Restrepo***

CC BY NC SA OPEN ACCESS

* El presente artículo es un resultado del proyecto de investigación-creación titulado *Banco de sonidos: aproximación a las músicas tradicionales de Cundinamarca desde la programación y reproducción de loops de audio*, desarrollado durante el año 2023 en el marco de la IV Convocatoria interna para financiar proyectos de investigación de la Universidad de Cundinamarca. El proyecto fue ejecutado en el Programa de Música, de la Facultad de Ciencias Sociales, Humanidades y Ciencias Políticas, de la Universidad de Cundinamarca, y se encuentra adscrito al grupo de investigación UDECARTE.
** Universidad de Cundinamarca, Zipaquirá, Colombia, oalejandrobeltran@ucundinamarca.edu.co
*** Universidad de Cundinamarca, Zipaquirá, Colombia, ytperilla@ucundinamarca.edu.co

Recibido: 20 de diciembre de 2023
Aceptado: 07 de junio de 2024

Cómo referenciar / How to reference

Beltrán Sánchez, Ó., y Perilla Restrepo, T. (2024). Producción de banco de sonidos para instrumentos de cuerda pulsada. Caso: la rumba criolla. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, *16*(33), e2975. https://doi.org/10.22430/21457778.2975

Resumen: el presente artículo describe el proceso de desarrollo de un banco de sonidos para instrumentos de cuerda pulsada aplicado a la rumba criolla, un género musical tradicional del departamento de Cundinamarca, Colombia. Para llevar a cabo la construcción de este banco se exploran las formas de ejecución instrumental acompañantes del tiple y la guitarra, lo que permite establecer estructuras musicales que posteriormente son plasmadas en la grabación de *loops* de audio, esto considerando variables en la construcción de acordes basados en el sistema CAGED y en la articulación musical. Por otro lado, se realiza un reconocimiento a los posibles *softwares* a emplear, para lo que se determina el programa Ableton Live 11 como la herramienta digital idónea en función de la programación y reproducción de *loops* y la conservación de la calidad de las muestras por variación de *tempo* para el proyecto. El alcance esperado se centra en desarrollar la programación de *loops* de audio que se aproximen a recrear la interpretación musical natural de instrumentos de cuerda pulsada de la región de Cundinamarca. Como producto final de este estudio, se presenta la composición de dos temas inéditos en el género rumba criolla, producidos a partir de la implementación del banco de sonidos desarrollado durante la investigación. Las conclusiones del estudio apuntan a la importancia de integrar herramientas digitales en los procesos de creación musical, atendiendo a las particularidades de los avances en materia tecnológica en el campo de las artes.

Palabras clave: banco de sonidos, cuerdas pulsadas, *loops* de audio, producción musical, rumba criolla.

Abstract: This article describes the process of developing a sound bank of plucked string instruments for rumba criolla, a traditional music genre from Cundinamarca, Colombia. To create the sound bank, this study explores the forms of instrumental accompaniment with tiple and guitar, which were used to establish musical structures that were later recorded in audio loops. This included variations in chord construction based on the CAGED system and musical articulation. In addition, several computer programs that could be used for this purpose were analyzed. It was determined that Ableton Live 11 was the ideal computer tool to program and play loops and maintain sample quality when the tempos in the project were changed. The aim was to program the loops in a way that came close to recreating an actual performance of plucked string instruments from Cundinamarca. As a product, this paper presents two original rumba criolla compositions that were produced using the sound bank. The conclusions highlight the importance of integrating digital tools into music creation processes, considering the particularities of technological advances in the arts.

Keywords: sound bank, plucked strings, audio loops, music production, rumba criolla.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la tecnología juega un papel importante en la forma en que el mundo se ve a sí mismo. El auge relativamente reciente de las tecnologías digitales no puede separarse del fenómeno actual, habitualmente llamado globalización (Taylor, 2001). Estos desarrollos tecnológicos globales impactan constantemente en el ámbito de la creación, la interpretación y la producción musical, donde los mecanismos de captura y digitalización del sonido afectan directamente a la industria de la música y las maneras de conservación de las diversas expresiones musicales. Valencia Upegui y Caballero Parra (2023) relatan que «La historia de la producción musical ha exhibido hitos de desarrollo tecnológico que han diversificado y manipulado no solo la técnica y la forma de producir, sino también la estética de los resultados» (p. 4).

Los diversos desarrollos tecnológicos en el arte han permitido también la autobservación en términos culturales desde novedosas perspectivas. Un ejemplo de esto se ubica en el trabajo realizado por Villegas Mazo et al. (2022), quienes proponen el desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles denominada Andinapp, la cual es planteada como una herramienta pedagógica «para crear contenidos de música andina colombiana en los géneros de bambuco y pasillo» (p. 44). Esta aplicación contiene muestras de instrumentos de cuerda y de percusión tradicionales como el tiple, la guitarra, el bombo, la esterilla, la guacharaca y las cucharas.

Al indagar acerca de los avances en las herramientas de producción musical y el desarrollo de bancos de sonidos enfocados en géneros musicales tradicionales, se identifica una fuerte tendencia hacia el uso de *loops* de instrumentos de percusión con ejecución en métricas binarias influenciados, tal vez, por el consumo de músicas en el campo del *mainstream*. Se resalta que este insumo se centra en el uso de patrones rítmicos considerados representativos de un género musical específico, y con este, los usuarios realizan sus quehaceres artísticos de producción. De acuerdo con Ramires et al. (2020):

> Los *loops* han estado disponibles para creadores de música aficionados y profesionales desde las primeras épocas de la música electrónica. Actualmente, las bases de datos de audio a gran escala ofrecen enormes colecciones de material de audio con las que los usuarios pueden trabajar. [...] A pesar de la cantidad de *loops* disponibles en estas bases de datos, las tecnologías utilizadas para analizar y navegar por estas bases de datos todavía dependen de anotaciones humanas y curación de contenido humano para, por ejemplo, agrupar sonidos en paquetes para géneros o estilos específicos. Los *loops* se anotan manualmente con información como instrumento, tonalidad (clave), *tempo* (*bpm*) y género musical. Esta es una tarea que requiere mucho tiempo y muchas veces es inviable, lo que resulta en bases de datos mal anotadas y una mala experiencia del usuario al navegar por ellas. (p. 1)

Villegas Mazo et al. (2022) hacen referencia al desarrollo de banco de sonidos del ingeniero Carlos Velasco quien, en el 2014, «comienza a compartir una serie de capturas de un tiple convertido en herramienta digital, configurando así la primera posibilidad de *sample* disponible en la red para este instrumento» (p. 49), realizando un acercamiento hacia la ejecución del tiple por medio del uso de *loops* programados en el *software* Reason, con

la extensión de archivos *.Rex*, propia de este. En esta investigación se consideró como limitante el hecho de que la extensión de estos archivos no pueda ser reproducida en todo tipo de *DAW*, a diferencia de los archivos con extensión *.WAV*.

Otro antecedente relevante se ubica en el banco de sonidos virtuales de instrumentos y ritmos de las músicas tradicionales colombianas realizado por Moreno Espinal y Restrepo Rueda (2019). Estos autores proponen una herramienta que pueda ser utilizada en diversas plataformas digitales de producción musical para la generación de contenidos musicales, gracias a la captura de sonidos de instrumentos como la flauta de millo, las gaitas, la marimba de chonta, el acordeón, la bandola y el tiple.

En el desarrollo de la presente investigación, se identificó un reiterado problema en los antecedentes consultados, en el hecho de que en la creación de *loops* no se contemplan las articulaciones propias de la ejecución de cada estilo, evidenciando que existe una brecha entre la captura de los patrones musicales y la fiel ejecución de los instrumentistas, al no ser consideradas las variaciones rítmicas de interpretación generadas durante la ejecución —o no las suficientes—, perdiendo la riqueza y naturalidad interpretativa relacionadas con las particularidades de cada estilo. En otras palabras, los bancos de sonidos existentes desarrollados para ser trabajados con *loops*, distan de contemplar el *groove* de los intérpretes, que Spatocco (citado en Di Cione, 2015) define como «la cohesión o coherencia rítmica entre todos los instrumentos, que tiene que ver con la acentuación, y sutiles diferencias de intensidad y longitud de los ritmos» (p. 7).

Además de esto, en materia de desarrollo de bancos para instrumentos de cuerda pulsada, se observan múltiples ejemplos de creación por medio de la reproducción del audio con instrumentos virtuales, también denominados «instrumentos VST», que Pérez Villegas (2020) concibe como emuladores que recrean instrumentos de percusión, baterías, guitarras, cuerdas, vientos, entre otros, y que no requieren de un instrumento físico, los cuales, contienen una ejecución fragmentada de notas pregrabadas asignadas a un *piano roll*, por medio del protocolo MIDI. Sin embargo, a través de esta metodología de programación, aún no se alcanza un nivel superlativo de naturalidad interpretativa, debido a las limitaciones para programar las articulaciones propias de la interpretación de instrumentos acústicos en un género musical específico.

En el presente estudio, se expone la posibilidad de experimentar con el diseño de un banco de sonidos con instrumentos de cuerda pulsada, donde se recreen todas las particularidades posibles de ejecución a través de la programación de *loops* de audio en un *DAW*. En coherencia con este planteamiento de la investigación, se selecciona como objeto de estudio la rumba criolla, un género musical tradicional del departamento de Cundinamarca (Colombia), conformado por el ensamble instrumental: guitarra acústica con cuerda de *nylon*, tiple y requinto-tiple.

Este género musical se posicionó como un elemento identitario del territorio del departamento de Cundinamarca entre las décadas de 1930 y 1940, con influencias provenientes del fandango, el porro y la música antillana, especialmente de la rumba cubana, siendo sus precursores y principales exponentes Milciades Garavito (1901-1953) y Emilio Sierra (1891-

1957). Según Bernal Martínez (2018), la rumba criolla es: «un fandango, hermano menor y más alegre del bambuco (p. 50). Gracias al legado que dejaron estos autores, la rumba criolla es ahora un género musical relevante en el departamento de Cundinamarca.

Para el programa de música de la Universidad de Cundinamarca, el estudio de músicas de la región a la que pertenece resulta un rasgo distintivo. Numerosas investigaciones desarrolladas por docentes y estudiantes han abordado este campo desde perspectivas diversas como el análisis musical (Cely Triana, 2019), la pedagogía (Pulido López, 2021), la creación musical (Visbal Rodríguez, 2017), la investigación histórica (Rodríguez Garay, 2016; Campo Vega, 2019) o el desarrollo de tecnologías con base en el estudio de géneros musicales andinos (Castiblanco Chávez, 2021). En este último campo, se ubica la contribución de la investigación presentada en este artículo.

METODOLOGÍA

Se trata de una investigación/creación con enfoque metodológico cualitativo. En este estudio se propone como insumo de base el análisis musical de obras pertenecientes al género rumba criolla, implementando, como primera fase, la exploración de elementos resultantes de los análisis, la verificación de la información recopilada y la implementación de la propia experiencia de los autores. En la exploración de fundamentos teóricos que permitieran abordar el tema de la creación del banco de sonidos y de la producción musical, se adaptó la propuesta de Caballero Parra y Moreno Espinal (2014), quienes plantean dos tipos de consideraciones metodológicas:

> … una primera instancia, se basa en el análisis de las consideraciones técnicas de las tomas y capturas para seleccionar las mejores y más efectivas de acuerdo con el producto buscado y, una segunda etapa, que consiste en el análisis de interpretación musical de cada una de ellas. (pp. 36-37)

Además, se tuvieron en cuenta las bases teóricas que establecen Frith y Zagorski-Thomas (2016), quienes presentan una variedad de enfoques y metodologías relacionadas con la producción musical que han sido desarrolladas en el ámbito académico, presentando, además, estudios de caso como el expuesto en el presente documento. Para finalizar, se abordaron relaciones entre la producción musical y el uso de la tecnología de grabación en el campo de la musicología a partir de Zagorski-Thomas (2014), quien propone una musicología de la producción discográfica como un esquema estructural de herramientas para analizar la producción de música grabada.

Si bien, el presente documento expone un estudio de caso, resulta importante crear relaciones con las aproximaciones musicológicas que se han publicado recientemente con el fin de alimentar teóricamente los resultados obtenidos y las conclusiones de la investigación. En ese orden de ideas, a continuación se describen los procesos de creación del banco de sonidos, de grabación y de producción musical que permitieron lograr el objetivo final en este proyecto.

Consideraciones técnicas

Con el fin determinar las herramientas necesarias para la consecución del proyecto, se consideraron tres etapas: 1) grabación instrumental, 2) edición de muestras y 3) selección de *DAW* para la programación de *loops*. Como factor determinante para iniciar la captura de audio, se identificó el formato instrumental típico de la rumba criolla, definido por tres instrumentos de cuerda pulsada: guitarra, tiple y requinto-tiple. Estos instrumentos se caracterizan por su gran contenido armónico y una presión sonora de baja intensidad, por lo tanto, se optó por utilizar un micrófono de tipo condensador de referencia AKG C-414, con patrón polar cardioide a distancia cercana; como interfaz de audio, se trabajó con la Apollo x8 - Universal audio y el *DAW* Pro Tools 2020.

En primera instancia, se contempló la utilización de una técnica estéreo A/B o X/Y a una distancia cercana, sin embargo, las variaciones de tono de los instrumentos eran considerables, puesto que las múltiples posiciones adoptadas por los instrumentistas frente al micrófono en las extensas sesiones de grabación impedían la uniformidad en la captura. Esto a pesar del control de mínimo cambio de posición entre sesiones, gracias al uso del posapié.

En cuanto al direccionamiento del micrófono, se apuntó hacia el traste 12 de cada instrumento, obteniendo un balance del sonido emitido entre la caja de resonancia, el ataque de las cuerdas y el comportamiento del sonido en la sala de grabación. Por último, frente a la resolución de las capturas se estableció una frecuencia de muestreo de 48 kHz con una profundidad de 24 *bit*, parámetros estándar que aseguran la calidad dentro del ámbito de la producción musical.

Una vez realizadas las capturas, se procedió al trabajo de edición. Allí se identificaron los ataques principales de ejecución en las ondas, conocidos como transientes, que posteriormente se ajustaron respecto a una rejilla establecida en una métrica de 2/4 y en ocasiones con subdivisión de tresillo de corchea, propias del género musical rumba criolla.

Por último, en la etapa de selección del *DAW* para la programación de *loops*, se identificó el *software* más adecuado en materia de organización, reproducción y conservación de calidad de las muestras de audio por alteración del *tempo*, realizando una selección a partir del análisis práctico de cuatro programas: Pro Tools 2020, Maschine 2, Logic Pro 10.7.6 y Ableton Live 11. Como herramienta de análisis, en estos programas se reprodujo una muestra de guitarra acústica interpretada a 120 *bpm* y a partir de esta se analizaron las variaciones en aceleración y desaceleración, respectivamente.

En la Tabla 1 se exponen los resultados obtenidos al aumentar la velocidad de reproducción del audio hasta en 50 *bpm*, contemplando las múltiples herramientas de variación que ofrecen cada uno de los *DAW*:

Tabla 1. Aceleración de *tempo* de la muestra

DAW	Herramienta	120 *bpm*	130 *bpm*	140 *bpm*	150 *bpm*	160 *bpm*	170 *bpm*
Pro Tools (2020.11.0)	Trim Tool: TCE	*Tempo* original	FX de chorus	FX de chorus +Bajos Definido	Baja calidad	Baja calidad	Baja calidad
	Elastic Audio (EA): Polyphonic	*Tempo* original	Ok	Baja calidad	Baja calidad	Baja calidad	Baja calidad
	EA: Rhythmic	*Tempo* original	Ok	Ok	Ok	Baja calidad	Baja calidad
	EA: Monophonic	*Tempo* original	Baja calidad	Baja calidad	Baja calidad	Baja calidad	Baja calidad
	EA: Varispeed	*Tempo* original	Ok	Ok	Ok	Baja calidad	Baja calidad
Maschine 2	Slice	Sonido cortado + ataque	+ ataque	Desplaza ritmo (Sustain)	Desplaza ritmo	Desplaza ritmo	Muestra destruida ritmo
Logic Pro (10.7.6)	Polyphonic	*Tempo* original	Ok	Ok	Ok	Baja calidad	Baja calidad
	Rhythmic	*Tempo* original	Baja calidad	Baja calidad	Baja calidad	Baja calidad	Baja calidad
	Monophonic	*Tempo* original	Calidad de audio	Calidad de audio	Calidad del audio	Muestra destruida	Muestra destruida
	Speed (FX)	*Tempo* original	Muestra destruida Pitch alterado	Muestra destruida	Muestra destruida	Muestra destruida	Muestra destruida
	Slicing	*Tempo* original	Ok	Baja calidad	Baja calidad	Baja calidad	Baja calidad
	Tempophone	*Tempo* original	Muestra destruida	Muestra destruida	Muestra destruida	Muestra destruida	Muestra destruida
	Live Loops	*Tempo* original	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok
Ableton Live 11	Warp Complex	*Tempo* original	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok

Fuente: elaboración propia.

Nota. Las casillas expuestas en escala de grises determinan el grado de deterioro de la muestra, aclarando que entre más oscura sea esta, la afectación es mayor.

Como se puede observar, tanto el *DAW* Logic Pro con su herramienta Live Loops y el Ableton Live 11 con el Warp Complex son las más adecuadas para reproducir *loops* de audio, al conservar las mismas características tonales, dinámicas y rítmicas de la muestra original. En la Tabla 2 se exponen los resultados obtenidos al realizar una prueba similar a la expuesta

anteriormente, con la diferencia de que el comportamiento del audio, al desacelerarse hasta en 80 *bpm*, fue más susceptible de sufrir una pérdida de calidad significativa.

Tabla 2. Desaceleración de *tempo* de la muestra

DAW	Herramienta	115 *bpm*	110 *bpm*	100 *bpm*	90 *bpm*	80 *bpm*
Pro Tools (2020.11.0)	Trim Tool: TCE	Baja calidad	Baja calidad	Baja calidad	Baja calidad	Baja calidad
	Elastic Audio (EA): Polyphonic	Ok	Baja calidad	Baja calidad	Baja calidad	Baja calidad
	EA: Rhythmic	Baja calidad	Baja calidad	Baja calidad Sustain antinatural	Baja calidad	Baja calidad
	EA: Monophonic	Baja calidad	Baja calidad + Bajos	Baja calidad	Baja calidad	Baja calidad
	EA: Varispeed	Baja calidad	Baja calidad	Baja calidad Sustain antinatural	Baja calidad	Baja calidad
Maschine 2	Slice	Sonido cortado + Ataque	Muestra destruida ritmo	Muestra destruida ritmo	Muestra destruida ritmo	Muestra destruida ritmo
Logic Pro (10.7.6)	Polyphonic	Ok	Ok	Ok	Ok	Baja calidad
	Rhythmic	Efecto de chorus	Baja calidad	Baja calidad	Muestra destruida	Muestra destruida
	Monophonic	Baja calidad Más bajos	Baja calidad Más bajos	Muestra destruida	Muestra destruida	Muestra destruida
	Speed (FX)	Muestra destruida: Pitch alterado	Muestra destruida	Muestra destruida	Muestra destruida	Muestra destruida
	Slicing	Baja calidad	Baja calidad	Baja calidad	Muestra destruida	Muestra destruida
	Tempophone	Muestra destruida	Muestra destruida	Muestra destruida	Muestra destruida	Muestra destruida
	Live Loops	Ok	Ok	Ok	Ok	Baja calidad
Ableton Live 11	Warp Complex	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok

Fuente: elaboración propia.

Nota. Las casillas expuestas en escala de grises determinan el grado de deterioro de la muestra, aclarando que entre más oscura sea esta, la afectación es mayor.

Tal como sucedió en la primera prueba, para la desaceleración del *tempo* resultó apropiado el uso del *DAW* Logic Pro con su herramienta Live Loops y el Ableton Live 11 con el Warp

Complex, resaltando que la conservación de las características sónicas al disminuir el *tempo* en 80 *bpm* o más, favorecen la elección del Warp Complex.

Análisis de interpretación musical

El análisis musical partió de la identificación de roles melódicos y armónicos de los instrumentos guitarra, tiple y requinto-tiple. Es de resaltar que al desarrollar un banco de sonidos basado en la reproducción y programación de *loops*, aquellos con función acompañante cobran relevancia sobre los melódicos, puesto que permiten ser reproducidos como muestras en bucle, manteniendo una coherencia musical. Teniendo en cuenta lo anterior, el estudio se centra en desarrollar capturas para el tiple y la guitarra acústica. Es así como se procedió a estudiar la ejecución instrumental en el género rumba criolla desde cuatro aspectos: el material bibliográfico, el análisis de parámetros musicales, el material multimedia y el sistema CAGED[1].

1) Material bibliográfico: la pesquisa bibliográfica permitió reconocer las posibles métricas empleadas en la rumba criolla. Villamil (2013) menciona que en este género prevalece la escritura en compás de 3/4. Por su parte, Cely Triana (2019) realiza un análisis musical comparativo donde establece como métrica principal el compás de 2/4, esto debido a la influencia de géneros antillanos y el porro atlanticense. Además de lo mencionado, se evidenció una fuerte influencia del bambuco en la rumba criolla, ya que, en el análisis de las interpretaciones abordadas en el estudio fueron identificados pasajes con cualidades basadas en tresillos de corchea, es decir, con intención de ser interpretadas en compás de 6/8.

   Por otra parte, durante el rastreo bibliográfico se identificaron textos relevantes sobre discusiones musicológicas actuales donde se establecen relaciones entre la producción musical y el uso de tecnologías de grabación, como las de Frith y Zagorski-Thomas (2016) y Zagorski-Thomas (2014). Finalmente, se exploraron documentos que dan cuenta de procesos de investigación sobre la grabación de instrumentos de cuerda pulsada tradicionales de la región andina, como la de Gómez et al. (2020).

2) Análisis de parámetros musicales: para el análisis musical fueron seleccionados siete temas pertenecientes al género rumba criolla. Estos fueron *Mariquiteña*, de Milciades Garavito; *Carmencita* y *Copetoncita*, de Jorge Ariza; *Trago a los músicos*, *A juerguiar tocan*, *Mañana nos casaremos* y *Pin pan pun*, de Emilio Sierra. Los siete temas fueron analizados a partir de cinco parámetros seleccionados: análisis armónico, forma, *tempo*, formato instrumental y articulaciones. Este proceso analítico puso en evidencia particularidades relacionadas con el género musical abordado:

   - Análisis armónico: se resalta la presencia de los grados I-IV-V7, más las dominantes secundarias V7 del V y V7 del IV.
   - Forma: en cuanto al uso de secciones se evidenció la consolidación de las obras con la forma: Intro - A - B; A - B; A - B - C con sus respectivas reexposiciones.

[1] CAGED es un sistema de clasificación de acordes abiertos en la guitarra que representan las formas resultantes de do, la, sol, mi y re, respectivamente.

- *Tempo*: delimitando el estilo entre 90 y 130 *bpm*.
- Formato instrumental: guitarra, tiple y requinto-tiple. La guitarra[2] y el tiple[3] son empleados en la rumba criolla como instrumentos que acompañan melodías. Esta misma función se tuvo en cuenta para la captura de tomas y el desarrollo del banco de sonidos.
- Articulaciones: para el análisis de las articulaciones y su posterior catalogación se apropió la metodología planteada por Gómez et al. (2020), quienes sugieren que, una vez identificados los tipos de articulación, estos «se agrupan en una tabla según la cantidad de veces que los repiten y su similitud con otros términos acústico - musicales para su posterior análisis y correlación» (p. 51). Con base en lo anterior, se escucharon detenidamente los audios de los temas seleccionados, descartando las ejecuciones repetidas entre sí y rescatando las variaciones de los patrones propuestos, identificando múltiples formas de interpretación del estilo según cada ejecutante. En este apartado del análisis también se incluyeron algunas articulaciones sugeridas por los intérpretes del tiple y la guitarra en las sesiones de grabación. Las variables de las articulaciones registradas son expuestas más adelante, en la sección de resultados.

3) Material multimedia: una vez identificadas las características musicales en el género rumba criolla, se estableció un referente de 95 *bpm* para la grabación de los *loops*, teniendo en cuenta las capacidades de reproducción de audio en *tempos* acelerados por parte de los *DAW*. Paralelo a esto, se realizó la selección del *software* idóneo para la programación del banco de sonidos. Diversas exploraciones como la variación en aumento de *tempo* con *loop* de guitarra de 120 a 180 *bpm* o la variación de *tempo* con *loop* de 120 a 80 *bpm* permitieron identificar aquellos *softwares* en los que la destrucción de la onda resultaba mucho más pronunciada. Finalmente, se concluyó que el motor de reproducción de Ableton Live era el más adecuado para los propósitos de la investigación (ver Tablas 1 y 2).

4) Sistema CAGED: como resultante del análisis armónico, se identificaron cinco tipos de acorde empleados frecuentemente en la rumba criolla, estos son: triada mayor, acorde de dominante con séptima, triada menor, acorde semidisminuido y acorde disminuido con séptima. Con base en estos cinco tipos de acorde, se realizó la grabación de los *loops* en los doce grados del sistema tonal. Como herramienta metodológica se tuvo en cuenta la implementación del sistema CAGED, el cual es descrito por Arias Prieto (2016) como «un sistema de visualización por asociación, entre las notas de la escala mayor y la forma de un acorde mayor al aire» (p. 35). De esta manera, se integraron las cinco disposiciones abiertas en la guitarra de los acordes mayores C (do), A (la), G (sol), E (mi) y D (re), referenciadas para la construcción del resto de acordes al subir el registro por semitonos, tanto para la guitarra como para el tiple.

[2] Las capturas de audio de la guitarra fueron interpretadas por Óscar Beltrán Sánchez, investigador principal del proyecto.

[3] Las capturas de audio del tiple fueron interpretadas por Natalia Cely, instrumentista egresada del Programa de Música de la Universidad de Cundinamarca.

En la Tabla 3 se describe la metodología empleada para la selección de acordes grabados. La primera columna presenta las doce alturas de la escala cromática, mientras que en las filas se exponen los cinco tipos de acorde seleccionados para grabación y las formas establecidas por el sistema CAGED.

Tabla 3. Plantilla de grabación de acordes

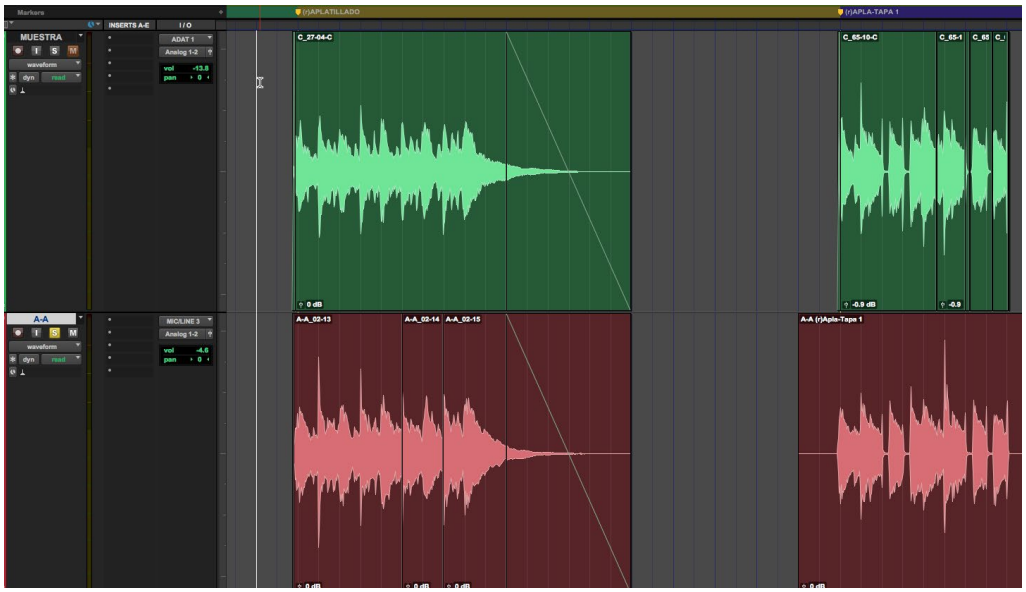
LOOP																									
Forma / Acorde	Mayor					Dominante					Menor					Menor7b5					Disminuido				
	C	A	G	E	D	C	A	G	E	D	C	A	G	E	D	C	A	G	E	D	C	A	G	E	D
C	X					X					-	X	-				X				-				
C#	X					X					-	X	-				X								
D					X					X	-		-		X					X					X
Eb	X				X					X	-		-		X					X	X				
E				X					X		-		-	X					-	X				-	X
F				X					X		-		-	X						X				X	X
F#				X					X		-		-	X						X					X
G			X					X			-		-	X				-		X			-		
Ab			X						X		-		-	X					X						X
A		X					X				-	X	-				-		X			-			
Bb		X					X				-	X	-					X							
B		X				X					-	X	-					X							

Fuente: elaboración propia.

Nota. Las casillas señaladas con equis (x) corresponden a los acordes que fueron grabados; las casillas con guion (-) indican que la ejecución de este acorde no fue posible técnicamente; mientras que las casillas sin rotulación relacionan los acordes que fueron descartados para grabación al no ser usualmente empleados en la ejecución del estilo, de acuerdo con las observaciones de los instrumentistas especializados en el género.

Una vez identificados los tipos de acorde, sus disposiciones y los patrones rítmicos afectados por el *groove* de los instrumentistas, se procedió a generar un modelo de grabación en C (do mayor), que, al tomarse como referente, facilitó la supervisión de la duración entre muestras, la intensidad de la interpretación, el tono y la afinación instrumental, tal como se representa en la Figura 1.

Figura 1. Track de referencia. C (do mayor)



Fuente: imagen propia, tomada de Pro Tools 2020.

Una vez grabados todos los *loops* de muestra, se les solicitó a los instrumentistas interpretar variaciones propias de su ejecución, algunas de ellas no contempladas dentro del análisis de escucha de los siete temas inicialmente seleccionados, esto con el fin de integrar nuevas articulaciones, patrones rítmicos contrastantes y cortes tradicionales característicos del género.

Por último, se realizó la rotulación donde se estableció una nomenclatura para cada archivo con la intención de que el futuro usuario pueda acceder fácilmente al *loop* requerido a partir de las categorías: tipo del acorde, forma del acorde según la posición de los dedos de la mano izquierda con base en el sistema CAGED, patrón rítmico, articulación y el número de variación del patrón. Adicionalmente, se consideraron ejecuciones de cortes y acordes largos denominados *shots*, los cuales no necesitan ser sincronizados por la herramienta Warp Complex con un *tempo* definido, esto con el fin de aprovechar el *sustain* natural de las muestras en los finales de sección.

RESULTADOS

Los resultados son presentados a partir del análisis de las consideraciones técnicas generales y los logros en términos de creación musical, estableciendo tres aspectos guía: 1) Consideraciones técnicas en la creación del banco de sonidos, 2) Consideraciones musicales: organología y articulación, y 3) El productor musical y la creación sonora. Estos aspectos tienen en cuenta tanto la implementación de tecnologías en producción musical como la labor del intérprete y del productor en la creación y el desarrollo de los *loops* de audio que conforman el banco de sonidos.

Consideraciones técnicas en la creación del banco de sonidos

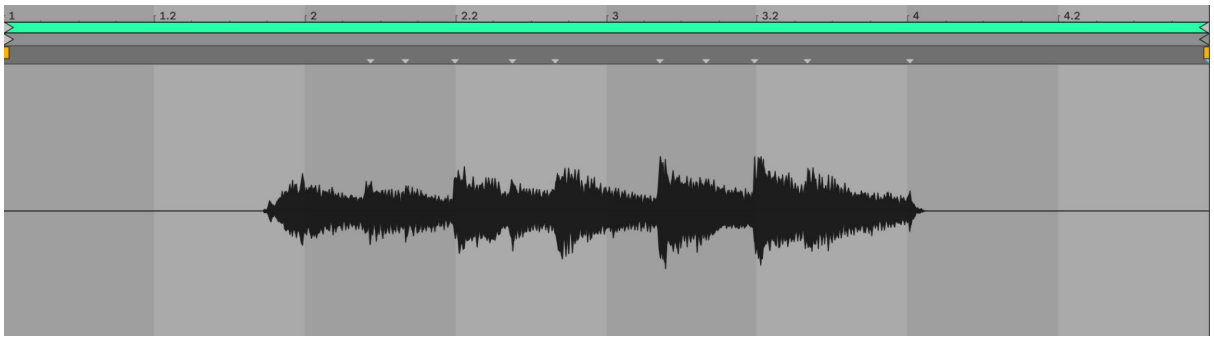
Las capturas realizadas a la guitarra y al tiple se optimizaron al utilizar el capodastro para registrar acordes con cejilla, previniendo la fatiga física de los tendones de la mano izquierda de los ejecutantes, mejorando la homogeneidad entre tomas y la limpieza del sonido. Además, al emplear el capodastro y articularlo con la implementación del sistema CAGED como guía metodológica, se benefició la dinámica de las sesiones de grabación, puesto que, al capturar las cinco formas de acordes sugeridas en este sistema, tanto los intérpretes como el productor se familiarizaron con las particularidades de ejecución de la muestra inicial. Frente a la selección de acordes más empleados en el género abordado para realizar los registros fonográficos, el sistema CAGED cumplió un papel organizacional determinante, resaltando las formas resultantes de los primeros cinco trastes de los instrumentos para caracterizar la ejecución dentro del estilo.

Por su parte, para el productor musical la implementación del sistema CAGED facilitó la comparación visual y auditiva de las transientes en cuanto a la estabilidad rítmica y la ganancia entre tomas. Adicionalmente, se aprovechó la afinación de la misma posición, debido a que, al cambiar el traste ejecutado en una toma, esta se afectaba según la naturaleza y octavación del instrumento.

En el trabajo de campo se evidenció que el tiple, al poseer en su naturaleza organológica doce cuerdas octavadas, es un instrumento con una afinación mucho más inestable que la de la guitarra, lo que repercutió en la extensa duración de las sesiones de grabación que en ocasiones distaban de ser musicales y, por ende, causaban fatiga auditiva y física a los intérpretes y al productor.

Respecto a la edición de las muestras, se consideró en primera instancia utilizar *loops* de dos compases de duración. Sin embargo, los ataques de los instrumentos de cuerda pulsada tienden a ser anacrúsicos, según la velocidad con la que el ejecutante ataca las cuerdas, razón por la que la duración de las muestras aumentó dos compases más, incluyendo el inicio de la ejecución y la salida de este. A continuación, en la Figura 2 se representa la onda sónica relacionada con un *loop* de cuatro compases de duración, donde es posible visualizar el nacimiento y decaimiento del sonido natural capturado.

Figura 2. Duración de *loop* con anacrusa



Fuente: imagen propia, tomada de Ableton Live 11.

Para la identificación y clasificación de patrones rítmicos se consolidaron tres carpetas, las cuales contienen los audios correspondientes de los *loops*, cortes y *shots* en formato *.WAV* con una resolución de 48 kHz a 24 *bits*. En el caso de los *loops* para el tiple, se establecieron tres categorías de interpretación con base en la articulación: aplatillado, tapado y rumba criolla, las cuales contemplaron el ritmo característico del género y sus variaciones a partir del *groove* de los intérpretes. Para la guitarra se agregó una carpeta denominada «Bajos», la cual contiene conducciones de notas en registro grave del instrumento utilizadas frecuentemente en las progresiones armónicas características del género. En cuanto a los cortes, se identificaron tres tipos: el primero marca la figura rítmica de negra, el segundo recrea la figura de tresillo de negra y en el tercer tipo se realizó el registro del final característico de la rumba criolla, empleado en todas las obras analizadas. Las variables registradas en estas tomas de final de los temas fueron: articulaciones de rasgado con uña, cuerda pulsada a cuatro dedos, rasgado con pulgar y *palm muted* (Pm). En cuanto a los *shots*, se realizó el registro de los acordes con el *sustain* más largo posible, con el ánimo de transmitir la vibración del sonido natural a la muestra de audio.

Consideraciones musicales

Una vez establecidas las herramientas de grabación y reproducción de audio, por un lado, y el reconocimiento de patrones rítmicos característicos de la rumba criolla, por otro, se inició la etapa de rotulación de las muestras, hecho que representó un desafío creativo para los investigadores debido a que la subjetividad de los intérpretes para nombrar sus propias formas de ejecución instrumental no estableció un patrón de nomenclatura. Sin embargo, el delimitar un esquema fue relevante para que los futuros usuarios entiendan las particularidades musicales y al mismo tiempo accedan ágilmente a la muestra deseada. Adicionalmente, se agregó un tipo de convención para las articulaciones, definida por un paréntesis en el momento en que sonara dentro de la muestra, es decir, si el rasgado con la uña sonaba al comienzo y al final del ritmo aplatillado, el archivo se puede llamar «(r)Aplatillado(r)», pero, si este comienza con el pulgar y termina con rasgado en la variación 3 del ritmo aplatillado, su nomenclatura cambiará a «(Pu)Aplati 3(r)». A modo descriptivo, en la Tabla 4 se expone la nomenclatura resultante del banco de sonidos del tiple:

Tabla 4. Nomenclatura para las articulaciones

Loop	Patrón
Aplatillado	(r)Aplatillado Aplati 1 Aplati(r) 2 Aplati 3 (r)Apla-tapa 1 Aplata-tapa 2 Aplati-anticipo
Tapado	Tapado Tapa-puño Tapa(br) Anticipación
Rumba criolla	Rumba Rumba(br) Rumbambuco 1 Rumbambuco 2 Rumbambuco (br)

Loop	Patrón
Cortes	C.Negras 1 C.(r)Negras(r) 2 C.Negras 3 (D) C.Negras 4 (D) C.Negras 5 (D) C.Negras 6 (D) C.Negras 7 (Pu) C.Negras 8 (Pu) C.Tresillo C.(r)Tresi(r) 1 C.Tresi 2 C.(r)Tresi 3 C.Tresi 4 Final 1 Final 2 Final 3 Final 4 (br)

Shot	Articulación
Acordes	Largo (r)Largo Largo (D) Largo (r) (pu)

Fuente: elaboración propia.

El productor musical y la creación sonora

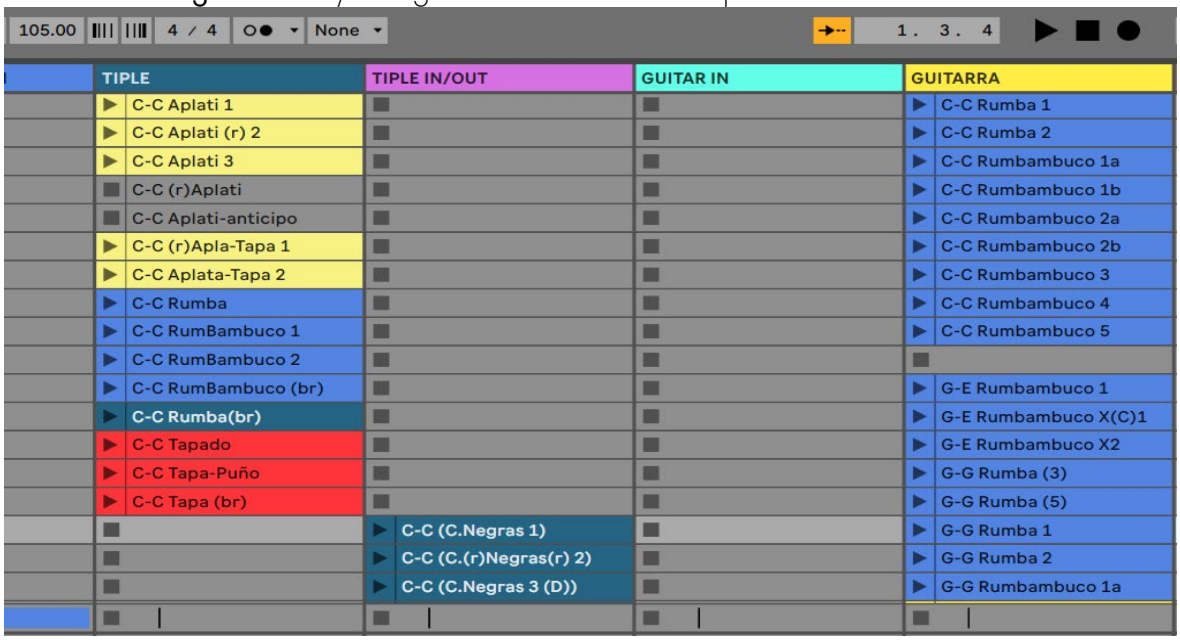
Para llevar a cabo las producciones musicales por medio de la programación del banco de sonidos, el productor[4] se enfocó en el desarrollo de competencias tecnológicas que favorecieron la manipulación del *DAW* Ableton Live 11 con suficiencia, al igual que el conocer a profundidad los patrones rítmicos con sus respectivas variaciones, esto con el fin de representar las necesidades musicales requeridas para la producción.

Como resultado de la investigación se presentan dos composiciones inéditas. Para la implementación del banco de sonidos, en ambas composiciones se cargaron los *loops* en la vista de sesión de los acordes correspondientes a la tonalidad y progresiones usadas en las composiciones, allí se ajustaron los *loops* al *tempo* de la sesión.

La primera obra se trata de una rumba criolla titulada *Chenecita*, autoría de la coinvestigadora del proyecto y coautora del presente artículo. En esta obra se ajustó un *tempo* de sesión de 105 *bpm*. Posteriormente se asignaron colores a los *loops* para distinguir los patrones principales: en caso del «aplatillado» en amarillo, la «rumba» en azul y el «tapado» en rojo, tal y como se observa en la Figura 3. La segunda obra que se presenta como producto de la investigación se titula *Lucila*, autoría de Maritza Rocha, estudiante del semillero de investigación del Programa de Música de la Universidad de Cundinamarca.

[4] Óscar Beltrán Sánchez: guitarrista, productor musical y programador de bancos de sonidos.

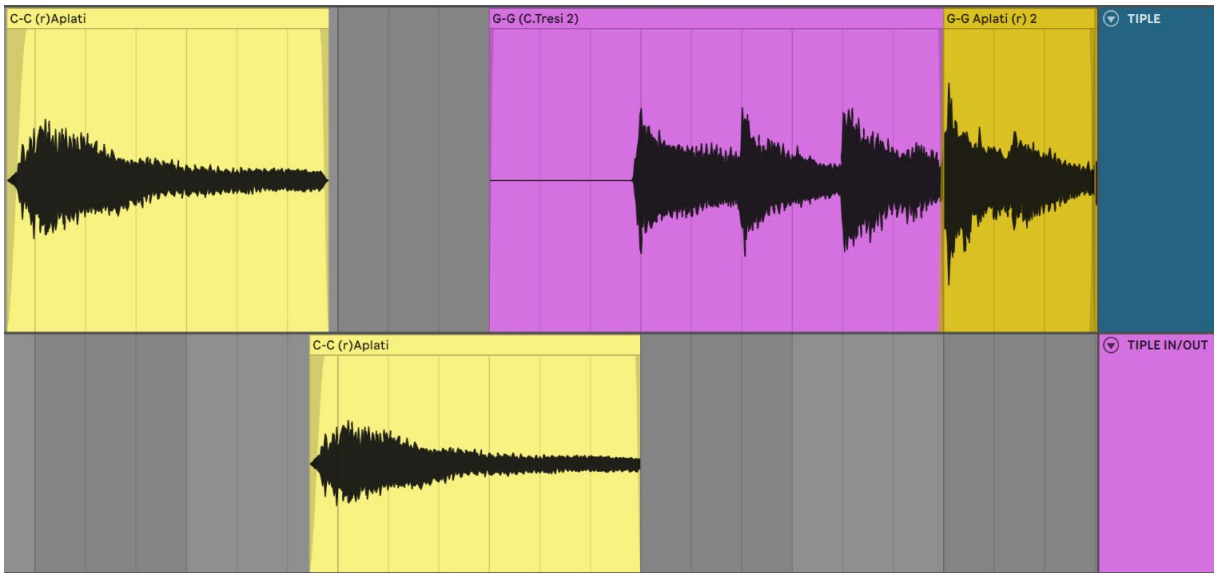
Figura 3. *Loops* cargados en vista de sesión para la obra *Chenecita*



Fuente: imagen propia, tomada de Ableton Live 11.

Una vez organizados los *loops* en el *DAW*, se procedió a ubicar cada uno de los acordes necesarios en la vista de *arrangement*, la cual contempla la línea de tiempo de la obra musical. Después de identificar las progresiones de cada sección y reproducirlas por medio de los *loops* que contienen los ritmos representativos del género abordado, se procedió a reemplazar algunos de estos por variaciones de ejecución, dando como resultante una versión instrumental extraída del banco de sonidos, rica en articulaciones que sumaban naturalidad y expresividad. De manera complementaria, se agregó un canal extra para cada instrumento, el cual consideraba las entradas de los rasgados para los *loops* que no eran cerrados, es decir que, se duplicó el *loop* en un nuevo canal y solo se tuvo en cuenta la entrada y/o salida de este para evitar *clips* entre muestras, así como se expone en la Figura 4.

Figura 4. *Loops* programados en vista de *arrangement* para la obra *Chenecita*



Fuente: imagen propia, tomada de Ableton Live 11.

Al finalizar la programación de la guitarra y el tiple como instrumentos acompañantes, se realizó la grabación de las melodías de violín[5], para el caso de la obra *Chenecita*, y requinto-tiple[6], para el caso de la obra *Lucila*. El resultado en audio de la implementación del banco de sonidos en las dos obras mencionadas puede ser consultado en los siguientes enlaces de la plataforma SoundCloud:

Obra: *Chenecita*, por Tatiana Perilla
https://on.soundcloud.com/fprC4qo14NuahENs5
Obra: *Lucila*, por Maritza Rocha
https://on.soundcloud.com/XVjTUKqMFjCndssP8

El desarrollo de este estudio permite evidenciar que el uso de herramientas digitales enfocadas en la programación y reproducción de *loops* aporta a la transformación de las dinámicas de creación en la música popular. Al adicionar una subcategoría direccionada a la utilización de sonidos «pre-grabados» realizados a partir del uso de bancos de sonidos especializados en instrumentos de cuerda pulsada con función acompañante, se contribuye a la configuración de un campo que valida las músicas populares como obras artísticas a través de la influencia de los avances tecnológicos de grabación de audio (Visbal Rodríguez, 2017).

CONCLUSIONES

Al abordar como caso de estudio para el desarrollo del banco de sonidos un género musical que dista de encajar dentro de los cánones estéticos de producción musical en el ámbito global, cobra relevancia el planteamiento metodológico y el tipo de análisis realizado por medio de la pesquisa bibliográfica, la indagación discográfica y el intercambio dialógico con expertos del género, pues se considera que esto facilitó una triangulación de voces adecuada para seleccionar las muestras iniciales a grabar, alcanzando un alto grado de naturalidad sonora y una facilidad de reproducción de muestras con la herramienta que fue considerada la más idónea.

Resulta interesante observar que, aunque las herramientas especializadas en la producción musical se enfocan en reproducir de mejor manera las muestras de audio sin perder calidad y tener la facultad de agregar procesos que permiten la exploración tímbrica, estas están cayendo en un minimalismo que afecta la estética musical, puesto que al representar las interpretaciones de instrumentos acústicos a partir de la reproducción de *loops* sin desarrollo de *groove*, parecen cada vez estar más lejos de la naturalidad interpretativa.

Por otra parte, los constantes avances en términos de tecnologías aplicadas a las artes han generado cambios en las maneras de hacer y escuchar música. Esta situación se pone en evidencia cuando en las últimas décadas cobra cada vez más relevancia el productor dentro

[5] Tatiana Perilla: intérprete del violín y compositora de la obra.
[6] Maritza Rocha: intérprete del requinto-tiple y compositora de la obra.

de la escena de la creación musical. La idea de concebir un banco de sonidos del cual se puede disponer de manera ágil y efectiva para la composición fue posible hace pocas décadas, y en este orden, el desarrollo de bancos de sonidos sobre instrumentos de cuerdas pulsadas pertenecientes a una tradición regional marca una ruta nueva en los acercamientos a géneros musicales como la rumba criolla.

Por su parte, el campo de la educación musical también es permeado por estos cambios, requiriendo una actualización constante en materia de reconstrucción curricular de los programas académicos, donde la implementación del uso de herramientas digitales permita a los miembros de las comunidades estar al tanto de los últimos acontecimientos en desarrollo tecnológico con relación a su disciplina.

En relación con la apropiación de los géneros musicales tradicionales, se encuentra que el banco de sonidos de instrumentos de cuerdas pulsadas puede ser empleado como herramienta metodológica, no solo para el dominio de tecnologías aplicadas a la música, sino como medio digital para el aprendizaje y apropiación del folklore nacional. El desarrollo de este estudio puso en evidencia la manera en que en la actualidad se articulan los dominios relacionados con la teoría de la música, la creación artística y la implementación de herramientas digitales en el arte; puntualmente, en aquellas que son especializadas en la reproducción de audio.

A pesar del vertiginoso desarrollo de herramientas digitales empleadas en los procesos de creación musical, el uso de bancos de sonidos especializados como el expuesto en el presente proyecto requiere indudablemente de un conocimiento musical y técnico profundo. Tal vez, con avances en IA, se lleguen a agilizar procesos de selección y programación de muestras de audio en contextos musicales puntuales con coherencia.

Por último, resulta pertinente mencionar la importancia de este tipo de investigaciones en el campo de la musicología de la producción musical. A partir del desarrollo de este estudio surgen interrogantes sobre el impacto de las herramientas de grabación como generadoras de espacios para crear y perpetuar las músicas populares, lo que proporciona un efecto transversal que bien puede ser analizado desde el área de las ciencias sociales, pues este es un campo de gran relevancia que puede ser abordado en futuros estudios a partir de resultados como los aquí presentados, o para establecer relaciones entre la producción musical y el uso de la tecnología de grabación en el campo de la musicología, tal y como lo menciona Zagorski-Thomas (2014), al proponer una musicología de la producción discográfica como un esquema estructural de herramientas para analizar la producción de música grabada. Se espera que este trabajo sirva de herramienta para el desarrollo de próximas investigaciones relacionadas con aspectos técnicos y musicológicos en el campo de la creación y la producción musical.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran que no presentan conflictos de interés financiero, profesional o personal que pueda influir de forma inapropiada en los resultados obtenidos o las interpretaciones propuestas.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Los autores, Óscar Beltrán Sánchez y Tatiana Perilla Restrepo, participaron como investigador principal y coinvestigadora, respectivamente, en la ejecución del proyecto relacionado con el presente artículo, trabajando de manera conjunta en la conceptualización y el diseño del proyecto de investigación.

Óscar Beltrán Sánchez, gracias a su experiencia profesional en el área de la producción musical, realizó el trabajo de campo relacionado con la grabación instrumental, edición y programación de los *loops*, además de la mezcla y máster de las composiciones. Por su parte, Tatiana Perilla Restrepo participó en la redacción y revisión final del manuscrito. En este trabajo no se encuentran situaciones como autorías fantasmas o exclusión de investigadores con contribuciones sustanciales.

REFERENCIAS

Arias Prieto, J. L. (2016). *El guitablero y las 120 formas de organizar y tocar la escala de Do mayor en el diapasón de la guitarra eléctrica. (Propuesta metodológica para ampliar la conciencia interpretativa en el instrumento)* [Trabajo de grado, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio Institucional UPN. http://hdl.handle.net/20.500.12209/1620

Bernal Martínez, M. (2018). *La rumba criolla en Bogotá, 1936-1948* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/64050

Caballero Parra, C. A., y Moreno Espinal, J. M. (2014). Parámetros Técnicos de Captura en Instrumentos Musicales Percutidos del Folclor Colombiano Para su Uso en Bancos Virtuales de Sonidos. *Publicaciones e Investigación*, *8*, 35-53. https://doi.org/10.22490/25394088.1280

Campo Vega, N. S. (2019). *La rumba criolla fusagasugueña, de performance, escuela y memoria. El nuevo reto para las ciencias sociales* [Trabajo de grado, Universidad de Cundinamarca]. http://hdl.handle.net/20.500.12558/2484

Castiblanco Chávez, M. F. (2021). *Desarrollo de instrumentos virtuales con tecnología VST enfocado en los sonidos del trío instrumental andino colombiano* [Trabajo de grado, Universidad de Cundinamarca]. http://hdl.handle.net/20.500.12558/3841

Cely Triana, N. C. (2019). *Características de la rumba criolla en los departamentos de Santander, Cundinamarca y Boyacá "Análisis de a juerguiar tocan y tapetusa"* [Trabajo de grado, Universidad de Cundinamarca]. http://hdl.handle.net/20.500.12558/1945

Di Cione, L. (2015). Del vinilo al amor: algunos usos locales, musicales y estéticos del concepto de *Groove*. *Boletín de la Asociación Argentina de Musicología*, *28*(69).

Frith, S., y Zagorski-Thomas, S. (eds.). (2016). *The Art of Record Production. An Introductory Reader for a New Academic Field*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315612638

Gómez, L., Medina, L., y Hermida, L. (2020). Evaluación de la calidad sonora de la bandola andina colombiana. En C. A. Caballero Parra (ed.), *Libro de la audio Engineering Society sección Perú. Avances del audio en Latinoamérica* (pp. 41-57). Instituto Superior Tecnológico Orson Welles.

Moreno Espinal, J. M., y Restrepo Rueda, J. M. (2019). La afinación temperada de instrumentos autóctonos de las músicas tradicionales colombianas: problemáticas relacionales entre la tradición y la música comercial. *Revista Académica Estesis*, (7), 62-77. https://doi.org/10.37127/25393995.54

Pérez Villegas, S. (2020). *Análisis, bondades y ventajas en la utilización de instrumentos virtuales e instrumentos reales en una grabación musical* [Trabajo de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. http://hdl.handle.net/11349/25916

Pulido López, J. F. (2021). *Propuesta metodológica para la enseñanza e interpretación de la música carranguera* [Tesis de pregrado. Universidad de Cundinamarca]. http://hdl.handle.net/20.500.12558/3844

Ramires, A., Font, F., Bogdanov, D., Smith, J. B. L., Yang, Y.-H., Ching, J., Chen, B.-Y., Wu, Y.-K., Wei-Han, H., y Serra, X. (2020). *The freesound loop dataset and annotation tool*. arXiv:2008.11507v2. https://doi.org/10.48550/arXiv.2008.11507

Rodríguez Garay, R. del P. (2016). *Una mirada cultural de la rumba criolla de Emilio Sierra Baquero* [Trabajo de grado, Universidad de Cundinamarca]. http://hdl.handle.net/20.500.12558/346

Taylor, T. D. (2001). *Strange Sounds. Music, Technology and Culture*. Routledge.

Valencia Upegui, J. M., y Caballero Parra, C. A. (2023). La evolución del procesamiento de audio: mediación tecnológica y digital en la creación musical y producción discográfica. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, *15*(29), e2550. https://doi.org/10.22430/21457778.2550

Villamil, A. (2013). *Guitarra colombiana. Explorando la música colombiana a través de la guitarra*.

Villegas Mazo, J. E., Hincapié Hernández, G., y Fernández Marín, Ó. A. (2022). Andinapp, Aplicación para dispositivos móviles destinada a la creación de contenidos musicales en los géneros de pasillo y bambuco. *Revista Académica Estesis*, (12), 42-63. https://doi.org/10.37127/25393995.146

Visbal Rodríguez, R. D. (2017). *Cinco adaptaciones de la rumba criolla de Emilio Sierra para piano* [Trabajo de grado, Universidad de Cundinamarca]. http://hdl.handle.net/20.500.12558/800

Zagorski-Thomas, S. (2014). *The Musicology of Record Production*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781139871846