

Variabilidad de micrófonos utilizados para análisis acústico de la voz en los últimos veinte años

Variability of microphones used for acoustic analysis of the voice in the last twenty years

Sebastián Castro-Tighe¹ , Gonzalo Inostroza-Moreno² 

¹ Fonoaudiología; Escuela de salud; Instituto Profesional de Chile; Temuco; Chile.

² Escuela de Fonoaudiología; Universidad Mayor; Temuco; Chile.

 **Correspondence**
fscastro.voz@gmail.com

How to cite

Castro-Tighe S, Inostroza-Moreno G. Variabilidad de micrófonos utilizados para análisis acústico de la voz en los últimos veinte años. *Revista de Investigación e Innovación en Ciencias de la Salud*. 2020;2(2): 93–101. <https://doi.org/10.46634/riics.36>

Recibido: 01/09/2020


Revisado: 11/10/2020

Aceptado: 19/10/2020

Invited editor

Lady Catherine Cantor-Cutiva, Ph.D. 

Editor

Jorge Mauricio Cuartas Arias, Ph.D. 

Coeditor

Fraidy-Alonso Alzate-Pamplona, MSc. 

Copyright© 2020. María Cano University Foundation. The *Revista de Investigación e Innovación en Ciencias de la Salud* provides open access to all its content under the terms of the [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International \(CC BY-NC-ND 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Conflicts of Interest

The authors have declared that no competing interests exist.

Data Availability Statement

All relevant data is in the article. For more detailed information, write to the Corresponding Author.

Resumen

Se realizó una reflexión sobre la selección, durante los últimos 20 años, de los micrófonos utilizados en estudios científicos que consideran análisis acústico y que son hechos por profesionales de la voz. Se revisaron los equipos escogidos en 21 artículos –a través del motor de búsqueda de Google, principalmente Google Scholar– en los que la metodología consideraba el análisis acústico. Solo 4 de los 21 documentos elegidos realizaron una selección acertada según los estándares actuales de microfonomía para fines de muestreo. Se determinó que los procesos de estandarización deben continuar con su perfeccionamiento.

Palabras Clave

Micrófonos; selección; muestreo; voz; transductores; variabilidad; análisis acústico; estandarización; vocología.

Abstract

A reflection was made on the selection of microphones used in scientific studies, performed in the last 20 years, that consider acoustic analysis and are made by voice specialists. The selected equipment was reviewed in 21 articles –found through the Google engine, mainly Google Scholar– in which the methodology considered acoustic analysis. Only 4 of the 21 chosen articles made an accurate selection according to the most recent microphone standards for sampling purposes. It was determined that the standardization processes should continue to be refined.

Keywords

Microphones; selection; sampling; voice; transducers; variability; acoustic analysis; standardization; vocology.

Funding

None. This research did not receive any specific grants from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

Disclaimer

The opinions expressed in the article are those of the authors and not an official position of the Instituto Profesional de Chile or the Universidad Mayor.

Introducción

En los últimos 20 años, el acelerado desarrollo en las ciencias de la vocología ha propulsado el estudio de la voz humana a través de la tecnología, permitiendo definirla en estados tanto sanos como patológicos, en su uso hablado y/o cantado. En el curso de esta evolución académica, investigadores alrededor del mundo se han propuesto describir una amplia gama de características vocales, ya sea por género, edad, etnia; características anatomo-fisiológicas; exigencias producto de las demandas específicas de diferentes actividades, trabajos o profesiones; enfermedades crónicas, y todo un abanico de dimensiones inagotables para la imaginación del especialista que desea descubrir un punto determinado.

Una herramienta crucial para describir la voz de forma objetiva es la realización de análisis acústico de la voz mediante softwares diseñados para esta función. Consideramos este tipo de observación como “objetiva” debido a que, gracias a la grabación de una muestra, se analiza la composición vocal en función de sus parámetros de frecuencia y amplitud en el tiempo. La tecnología nos permite, mediante algoritmos creados por especialistas del sonido, obtener una gran cantidad de descriptores del estado vocal en números concretos, que nos ayudan a definir si una determinada muestra de voz se encuentra dentro de un rango de normalidad, de alteración o si existe una característica específica –como las mencionadas anteriormente– con una numeración concreta que pueda ser comparada sujeto a sujeto, o en un mismo paciente previo y posterior a un tratamiento, habilitación, entrenamiento vocal o rehabilitación.

El punto de inflexión que incentivó la realización de esta reflexión es la condición de la primera pieza de cualquier cadena de grabación acústica: *el micrófono*. Los demás componentes de dicho proceso son: Pre-amplificador, Conversor Análogo/Digital (A/D), Hardware (o computadora que guarda el modelo digital y realiza el análisis), entorno de grabación y cableado. Todos estos instrumentos, debido a sus variables, también pueden modificar la información final de la muestra a obtener, alterando la precisión de los datos y comprometiendo la objetividad de la prueba.

Este estudio centra su atención en el micrófono, por ser el elemento que ha presentado mayor variabilidad entre diversos estudios realizados en los últimos veinte años que consideran análisis acústico en su método.

Hace más de dos décadas, en 1999, Callan *et al.* [1] revisaban distintas medidas utilizadas para la cualificación de la voz. En sus estudios mencionan que no se contemplan las variables de la cadena del análisis acústico. Entre ellas, la microfonía seleccionada para el proceso es definitoria en el muestreo de las características de la onda, pues delimita el universo numérico que se obtendrá mediante los algoritmos de los softwares de análisis de voz [1].

Once años más tarde, en 2010, Švec y Granqvist afirman que:

“Al crear un laboratorio de voz y habla, y preparando las mediciones, uno se enfrenta a la pregunta ¿Qué micrófono debería usarse?” –Ya que no se ha publicado suficiente información sobre si los micrófonos son o no adecuados para mediciones de voz– “La mayoría de los micrófonos no están desarrollados para este propósito, sino más bien para grabar música, actuación, sistemas de megafonía, radiodifusión, etc.” [2].

En este extracto del tutorial “Guidelines for Selecting Microphones for Human Voice Production Research” creado por Švec y Granqvist [2] se plantean consideraciones fundamentales al momento de seleccionar un micrófono para realizar una correcta medición y analizar la voz de un sujeto en estudio.

Dictan los siguientes criterios [2]:

- La respuesta de frecuencia del micrófono debe ser plana, es decir, debe existir una variación de menos de 2 dB dentro del rango de frecuencia entre la frecuencia fundamental más baja esperada en la voz y el componente espectral más alto de interés. El estándar ANSI S1.15-1997 (ANSI, 2006) especifica que los micrófonos para laboratorio estándar deben ser de tipo condensador.
- Se recomienda que el nivel equivalente al ruido interno del micrófono esté al menos 15 dB más bajo que el nivel de sonido en las fonaciones más suaves que serán grabadas.
- El límite superior del rango dinámico del micrófono debe estar por encima del nivel de sonido de las fonaciones más fuertes.
- Es preferible que el patrón polar del micrófono sea omnidireccional para evitar alteraciones de proximidad y direccionalidad, y sea posicionado a una distancia invariable de 30 cm de la boca.

Años más tarde, en el 2018, Patel et al. reconocen estas características de selección de microfónica, indicando que “El tutorial de Švec y Granqvist (2010) es un excelente recurso para comprender los conceptos básicos relacionados con la selección de micrófonos para evaluación de voz” [3].

Para reflexionar sobre la trayectoria de la selección de micrófonos en Latinoamérica y el mundo, se examinaron 21 artículos científicos elaborados por especialistas de la voz. No se profundizará en los resultados obtenidos en cada caso de estudio, sino únicamente sobre los micrófonos escogidos para el muestreo.

Se señalará el modelo de cada micrófono seleccionado en los casos en que se describe y el tipo de transductor al cual corresponde. Esta información fue recopilada mediante la revisión de la ficha de datos (datasheet) de cada modelo mencionado. En los estudios en que los micrófonos sean de tipo dinámico, se asumirá que la respuesta de frecuencias no es plana; sin embargo, se recomienda a los lectores interesados buscar personalmente el *datasheet* de cada micrófono para cerciorarse de la descripción.

Reflexión

Sjölander indica en relación al análisis acústico que “el análisis de espectro promedio a largo plazo (LTAS) ha demostrado ofrecer información representativa sobre el timbre de voz” [4]. La autora describe variables de distintas dimensiones en su interés por definir los cambios que ocurren a nivel vocal en la transición de la voz infante-juvenil a adulta, sin embargo en su estudio no indica qué micrófono se ha utilizado. A pesar de destacar los beneficios del espectro promedio a largo plazo, se podrían obtener resultados distintos al utilizar micrófonos específicos.

González et al. obtuvieron muestreo a través de un micrófono cardiode SHURE SM58 [5], que es de tipo dinámico.

Campisi et al., en cuanto a la descripción de la microfonía utilizada, describen únicamente que el sujeto sostenía un micrófono a una distancia fija (8 cm) y en una posición fuera del eje de 45° para reducir el ruido aerodinámico de la boca [6], sin mencionar el modelo o las características de transducción propias del equipo.

González y Carpi indican que las muestras se grabaron con un micrófono SHURE SM58 [7] que es de tipo dinámico.

Nuñez-Batalla *et al.* anotan en su estudio que el instrumento utilizado es un micrófono dinámico unidireccional [8] sin especificaciones de su selección.

Preciado et al. utilizan un micrófono unidireccional AKG-190 [9] que corresponde a un micrófono dinámico cardioide.

Wang y Jo advierten que “la frecuencia de muestreo fue de 50 KHz y la resolución 16 bits” [10]. No presentan información sobre las características del dispositivo utilizado en su estudio.

En el caso de Lowell et al. “las muestras de voz se grabaron en una cabina con tratamiento de sonido, con una distancia de altavoz a micrófono de 15 cm, utilizando un micrófono de condensador y un dispositivo de grabación digital [11]. No se aclara el modelo específico.

Guzmán et al. mencionan que “la grabación se realizó utilizando un micrófono de condensador marca AKG® modelo Perception 120” [12]. Al revisar su ficha de datos, se verificó que cumple con los criterios de selección establecidos por Švec y Granqvist [2].

En otro estudio, Guzmán et al. se relata que “un micrófono de condensador Samson, modelo MM01 se utilizó para capturar las muestras de voz antes y después de la terapia de voz” [13], resaltando que el fabricante indica una respuesta de frecuencia plana en el rango de 20 a 20.000 Hz. Al buscar el datasheet del micrófono se encontró que el micrófono se encuentra descontinuado, por lo cual no se logró definir si cumple con los criterios de selección establecidos.

Aguilera et al. cuentan que “cada archivo fue digitalizado y procesado por el Anavoz 1.0. El Anavoz 1.0 es la herramienta usada para la extracción y procesamiento de los parámetros acústicos de este trabajo” [14] y no mencionan el modelo o características del micrófono seleccionado.

Delgado e Izquierdo utilizaron para su estudio un micrófono dinámico cardioide SHURE SM58 [15].

Escobedo-Beceiro et al. indican que “los archivos de audio fueron obtenidos durante 12 segundos de grabación la cual se efectuó con un micrófono Genius HS-02B” [16], un micrófono de tipo Headset (auriculares con micrófono incorporado) de cuyo transductor (tipo y respuesta frecuencial) no se ha logrado obtener información.

Guzmán et al. dicen que “se utilizó para capturar las señales de audio un micrófono omnidireccional de condensador Rode, modelo NT2-A (Rode, Long Beach, CA)” [17]. Mediante la revisión de su ficha de datos (datasheet) se verificó que cumple con los criterios de selección establecidos por Švec y Granqvist (2010).

Portillo et al. apuntan que “La señal acústica se registró utilizando el micrófono de condensador AKG CK 77 (AKG Acoustics, Viena, Austria)” [18]. El cual presenta una curva de respuesta con un pequeño filtro en las frecuencias bajo los 100 hz.

Guzmán et al. anotan que “La señal acústica se registró mediante el condensador incorporado micrófono AKG CK 77 (AKG Acoustics, Viena, Austria)” [19]. El mismo micrófono es nombrado en el artículo anterior.

Saldías et al. consideran “un micrófono de condensador incorporado (AKG CK 77; AKG Acoustics, Viena, Austria)” [20], continuando la selección antes mencionada.

Valqui et al. advierten “un micrófono unidireccional HTDZ HT-81 y un micrófono SHURE WH20” [21]. Respecto al primero, no se encontró la ficha de datos. El segundo corresponde a un micrófono Headset de tipo dinámico unidireccional.

Frisancho et al. indican que “se utilizó un micrófono de condensador omnidireccional (AKG-Perception-120, AKG Acoustic, Viena, Austria)” [22]. Al revisar su ficha de datos, se verificó que cumple con los criterios de selección establecidos por Švec y Granqvist (2010).

Echternach et al. mencionan que “se registraron señales de audio mediante Behringer ECM-8000 (Behringer, Willich-Munchheide, Alemania) o Sennheiser ME 62 (Sennheiser, Wedemark, Alemania)” [23]. Ambos corresponden a micrófonos omnidireccionales de condensador y de una altísima calidad en su construcción. Disponen una respuesta de frecuencias plana, sin embargo, el micrófono Sennheiser ME 62 altera su respuesta de frecuencias sobre los 5000 Hz. La autoría considera que el Behringer ECM-8000 cumple con los criterios de selección.

Guzmán *et al.* indican que “Una interfaz KayPENTAX CSL y un micrófono unidireccional SHURE (modelo SM-48) fueron utilizados para capturar las señales de audio” [24]. El micrófono SHURE SM-48 es dinámico cardioide, con una respuesta de frecuencias no plana, fabricado para uso artístico o de megafonía.

En la [Tabla 1](#) se puede apreciar un resumen de la selección de micrófonos:

Tabla 1. Micrófonos y criterios de selección		
Nombre del Artículo	Modelo del micrófono seleccionado	¿Criterios de selección adecuados?
Long-term average spectrum (LTAS) analysis of sex- and gender-related differences in children’s voices [4]	No especificado	No
Análisis acústico de la voz: fiabilidad de un conjunto de parámetros multidimensionales [5]	SHURE SM-58	No
Computer-assisted voice analysis: Establishing a pediatric database [6]	No especificado	No
Early effects of smoking on the voice: A multidimensional study [7]	SHURE SM-58	No
Evaluación perceptual de la disfonía: correlación con los parámetros acústicos y fiabilidad [8]	No especificado	No
Examen de la función vocal y análisis acústico de 905 docentes de La Rioja [9]	AKG-190	No
Performance of Gaussian mixture models as a classifier for pathological voice [10]	No especificado	No
Spectral- and cepstral-based measures during continuous speech: capacity to distinguish dysphonia and consistency within a speaker [11]	No especificado	No
Cambios acústicos de la voz como signos de fatiga vocal en locutores de radio: resultados preliminares [12]	AKG Perception-120	Si

Immediate acoustic effects of straw phonation exercises in subjects with dysphonic voices [13]	Samson MM-01 (descontinuado)	No
Alteración de parámetros acústicos de la voz y el habla en la enfermedad de Parkinson [14]	No especificado	No
Eficacia de la rehabilitación de la voz en etapas tempranas de la Enfermedad de Parkinson [15]	SHURE SM-58	No
Primeros formantes y área de espacio vocal en una pequeña muestra de pacientes con Parkinson [16]	No especificado	No
Efficacy of water resistance therapy in subjects diagnosed with behavioral dysphonia: a randomized controlled trial [17]	Rode NT2-A	Si
Comparison of effects produced by physiological versus traditional vocal warm-up in contemporary commercial music singers [18]	AKG CK-77	No
The impact of double source of vibration semioccluded voice exercises on objective and subjective outcomes in subjects with voice complaints [19]	AKG CK-77	No
Water Resistance Therapy as Vocal Warm-Up Method in Contemporary Commercial Music Singers [20]	AKG CK-77	No
Documentación lingüística del quechua de Chachapoyas: Registro acústico de la monoptongación [21]	HTDZ HT-81	No
	SHURE WH-20	No
Immediate Effects of the Semi-Occluded Ventilation Mask on Subjects Diagnosed With Functional Dysphonia and Subjects With Normal Voices [22]	AKG Perception-120	Si
Duration of biodynamic changes associated with water resistance therapy [23]	Behringer ECM-8000	Si
	Sennheiser ME-62	No
Does a Systematic Vocal Exercise Program Enhance the Physiologic Range of Voice Production in Classical Singing Graduate-Level Students? [24]	SHURE SM-48	No

Conclusiones

Los profesionales que realizan análisis acústico de la voz deben cuidar la selección de cada elemento que compone la cadena acústica de grabación. Si bien la elección de un micrófono adecuado es de vital importancia, aún quedan otros factores por estandarizar y que no han sido considerados en esta reflexión, como la composición de la interfaz de audio y del cableado. Es fundamental respetar las recomendaciones que Švec y Granqvist [2] han planteado respecto a la microfónica necesaria para analizar voces, a saber:

- La respuesta de frecuencia del micrófono debe ser plana, es decir, debe existir una variación de menos de 2 dB dentro del rango de frecuencia entre la frecuencia fundamental más baja esperada en la voz y el componente espectral más alto de interés.
- El estándar ANSI S1.15-1997 (ANSI, 2006) especifica que los micrófonos para laboratorio estándar deben ser de tipo condensador.
- Se recomienda que el nivel equivalente al ruido interno del micrófono esté al menos 15 dB más bajo que el nivel de sonido en las fonaciones más suaves que serán grabadas.
- El límite superior del rango dinámico del micrófono debe estar por encima del nivel de sonido de las fonaciones más fuertes.

- El patrón polar del micrófono debe ser omnidireccional para evitar alteraciones de proximidad y direccionalidad, y sea posicionado a una distancia invariable de 30 cm de la boca.

Al analizar los artículos descritos, podemos evidenciar que se utilizó una amplia gama de micrófonos, y solo en 4 artículos se realizó una elección óptima, que cumple con los criterios que en la actualidad se reconocen como válidos para la selección de microfonía para el análisis acústico. Esta variabilidad puede responder a distintos factores, dentro de los cuales se destacan:

- La popularidad de los micrófonos en el mercado, que señala una tendencia hacia los que han sido utilizados mundialmente y en forma masiva (por ejemplo, el SHURE SM58) para fines no concordantes con el muestreo de voces para el análisis acústico.
- La desinformación en aspectos técnicos de microfonía por parte de las instituciones que desean investigar o que forman a quienes trabajarán en el mundo de la voz.
- El difícil acceso a la información de actualidad que rige en Latinoamérica, considerando la barrera del idioma dentro de esta dificultad.
- El costo de la microfonía que cumple con los criterios establecidos por Švec y Granqvist [2].
- La falta de una normativa o ley en la estandarización del proceso de muestreo para estudios serios de la voz.

Es este último factor podría significar un beneficio significativo en el avance de la vocología. Es responsabilidad de los científicos de la voz establecer un proceso de muestreo que esté verificado. Debe hacerse notoria la necesidad de fabricar micrófonos especiales que cumplan una normativa global, solicitando a las casas de microfonía a nivel mundial crear equipos estandarizados para uso científico.

Referencias

1. Callan E., Kent R., Roy N. and Tasko S. Self-organizing map for the classification of normal and disordered female voices. *JSLHR*.1999 Apr;42(2):355–366. DOI: <https://doi.org/10.1044/jslhr.4202.355>
2. Švec J., Granqvist S. Guidelines for selecting microphones for human voice production research. *Am J Speech Lang Pathol*. 2010 Nov 01;19(4):356-368. DOI: [https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2010/09-0091\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2010/09-0091))
3. Patel R., Awan S, Barkmeier-Kraemer J, Courey M, Deliyski D., Eadie T., Paul D., Svec J. and Hillman R. Recommended protocols for instrumental assessment of voice: american speech-language-hearing association expert panel to develop a protocol for instrumental assessment of vocal function. *AJSLP*. 2018; 27(3):1-19. DOI: https://doi.org/10.1044/2018_AJSLP-17-0009
4. Sjölander P. Long-term average spectrum (LTAS) analysis of sex- and gender-related differences in children's voices. *Logopedics, phoniatrics, vocology*. 2009 Jul 11;26(3):97-101. DOI: <https://doi.org/10.1080/14015430152728007>
5. González J., Cervera T., Miralles J. Análisis acústico de la voz: fiabilidad de un conjunto de parámetros multidimensionales. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2002 53(4):256-268. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0001-6519\(02\)78309-X](https://doi.org/10.1016/S0001-6519(02)78309-X)

6. Campisi P., Tewfik T., Manoukian J., Schloss M., Pelland-Blais E., Sadeghi N. Computer-assisted voice analysis: Establishing a pediatric database. *Archives of otolaryngology--head & neck surgery*. 2002; 128(2): 156-60. DOI: <https://doi.org/10.1001/archotol.128.2.156>
7. González J., Carpi A. Early effects of smoking on the voice: A multidimensional study. *Med Sci Monit* 2004; 10(12): CR649-656. PMID: 15567981. Disponible en: <https://www.medscimonit.com/download/index/idArt/13230>
8. Nuñez-Batalla F., Santos P., Santiago G., González B., Nieto C. Evaluación perceptual de la disfonía: correlación con los parámetros acústicos y fiabilidad. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2004; 55: 282-287. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0001-6519\(04\)78523-4](https://doi.org/10.1016/S0001-6519(04)78523-4)
9. Preciado J., Pérez C., Calzada M. Preciado P. Examen de la función vocal y análisis acústico de 905 docentes de La Rioja. *Acta Otorrinolaringol Esp*, 2005; 56: 261-272. ID: ibc-038175. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0001-6519\(05\)78612-X](https://doi.org/10.1016/S0001-6519(05)78612-X)
10. Wang J., Jo C. Performance of Gaussian mixture models as a classifier for pathological voice, 11th Australian International Conference on Speech Science & Technology. 2006. University of Auckland, New Zealand. Disponible en: <https://assta.org/proceedings/sst/2006/sst2006-84.pdf>
11. Lowell S. Colton R., Kelley R., Hahn Y. Spectral- and cepstral-based measures during continuous speech: capacity to distinguish dysphonia and consistency within a speaker. *J Voice*. 2010; 25(5):e223-e232. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2010.06.007>
12. Guzmán M., Malebrán M., Zavala P., Saldívar P., Muñoz-Saavedra D. Cambios acústicos de la voz como signos de fatiga vocal en locutores de radio: resultados preliminares. *Acta otorrinolaringol Esp*, 2013 May-Jun; 64(3):176-183. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.otorri.2012.11.003>
13. Guzmán M., Higuera D., Fincheira C., Muñoz D., Guajardo C., Dowdall J. Immediate acoustic effects of straw phonation exercises in subjects with dysphonic voices. *LPV* 2013; 38: 35-45. DOI: <https://doi.org/10.3109/14015439.2012.731079>
14. Aguilera O., Escobedo D., Sanabria F., Nuñez I. Alteración de parámetros acústicos de la voz y el habla en la enfermedad de Parkinson. XIV Simposio Internacional de Comunicación Social. *Comunicación Social: Retos y Perspectivas Vol. II*. Ediciones Centro de Lingüística Aplicada, Santiago de Cuba. 2015. pp. 679-684. ISBN: 978-959-7174-30-1. Disponible en: <https://tinyurl.com/y5knmks2>
15. Delgado J., Izquierdo L. Eficacia de la rehabilitación de la voz en etapas tempranas de la Enfermedad de Parkinson. *Rev Dis Cli Neuro* ,2016,3(1)42-47. ISSN-e 2341-2526. Disponible en: <https://tinyurl.com/y2r9trxq>
16. Escobedo D., Aguilera O., Sanabria F. Primeros formantes y área de espacio vocal en una pequeña muestra de pacientes con Parkinson. XV Simposio Internacional de Comunicación Social. *Nuevos estudios sobre Comunicación Social 2017, Vol. II*. Ediciones Centro de Lingüística Aplicada, Santiago de Cuba. 645-650. ISBN: 978-959-7174-33-2. Disponible en: <https://tinyurl.com/yxde4mkf>

17. Guzmán M., Jara R., Olavarría C., Cáceres P., Escuti G., Medina F. et al. Efficacy of water resistance therapy in subjects diagnosed with behavioral dysphonia: a randomized controlled trial. *J Voice*. 2017;31(3):385.e1–385.e10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.09.005>
18. Portillo M., Rojas S., Guzmán M., Quezada C. Comparison of effects produced by physiological versus traditional vocal warm-up in contemporary commercial music singers. *J Voice*. 2018;32(2):200-208. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.03.022>
19. Guzmán M., Acuña G., Pacheco F. et al. The impact of double source of vibration semioccluded voice exercises on objective and subjective outcomes in subjects with voice complaints. *J Voice*. 2018;32(6):770.e1-770.e9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.08.021>
20. Saldías M., Guzmán M., Sandoval G., Vergara C., Lizana J., Quezada C. Water Resistance Therapy as Vocal Warm-Up Method in Contemporary Commercial Music Singers. *Folia Phoniatr Logop* 2020;72:1–12. DOI: <https://doi.org/10.1159/000494722>
21. Valqui J., Escobar E., Chalco W., Flores R., Ramírez C., Cordova N. Documentación lingüística del quechua de Chachapoyas: Registro acústico de la monoptongación. *LIAMES: Línguas Indígenas Americanas*. 2019 May 28. 19. 1-19. DOI: <https://doi.org/10.20396/liames.v19i1.8655086>
22. Frisancho K., Salfate L., Lizana K., Guzmán M., Leiva F., Quezada C. Immediate Effects of the Semi-Occluded Ventilation Mask on Subjects Diagnosed With Functional Dysphonia and Subjects With Normal Voices. *JVoice* 2020, Vol. 34 (3), 398-409. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.10.004>
23. Echternach M., Köberlein M., Gellrich D., Guzmán M., Laukkanen A., Burk F., Döllinger M., Richter B., Kainz M. Duration of biodynamic changes associated with water resistance therapy. *LPV* 2020 Jun 25. DOI: <https://doi.org/10.1080/14015439.2020.1785000>
24. Guzmán M., Angadi V., Croake D., Catalán C., Romero C., Acuña G., Quezada C., Andreatta R., Stemple J. Does a Systematic Vocal Exercise Program Enhance the Physiologic Range of Voice Production in Classical Singing Graduate-Level Students? *JSLRH* 2020 Apr 27. Vol. 63, p.1044–1052, DOI: https://doi.org/10.1044/2020_JSLHR-19-00362