

## **Efectos del calentamiento vocal en el soporte respiratorio y las características acústicas de la voz en un grupo de estudiantes integrantes de un coro, de nivel aficionado y sin formación vocal previa**

Andrés Fernando Delprado Aguirre  
Fonoaudiólogo. Universidad Nacional de Colombia.

Luisa Fernanda Ángel  
Docente asesor. Departamento de comunicación humana. Universidad Nacional de Colombia

Elsa Gutiérrez  
Maestra de canto. Conservatorio de música. Universidad Nacional de Colombia.

Cristian González  
Estadístico. Departamento de estadística. Universidad Nacional del Colombia.

Camilo Rodríguez  
Cantante. Conservatorio de música. Universidad Nacional de Colombia.

### **Resumen**

Recientemente, las investigaciones en el área del calentamiento vocal han intentado encontrar una medida objetiva que registre el impacto de esta práctica en la voz. Principalmente con mediciones aerodinámicas y acústicas, sin obtener resultados concluyentes. Este trabajo pretendió describir y analizar los cambios antes y después de una rutina de calentamiento vocal, en medidas respiratorias y de voz, así como de esfuerzo vocal en 10 voluntarios no aleatorizados, estudiantes integrantes de un coro, de nivel aficionado y sin formación vocal previa. Para ello, los participantes contaron con cuatro sesiones de entrenamiento en calentamiento vocal. Posteriormente, se realizó la toma de muestras de respiración y voz antes y después de una sesión de calentamiento vocal. Con un nivel de confianza del 95%, los resultados demostraron diferencias significativas en las mediciones pre y pos de la capacidad inspiratoria, las frecuencias mínima y máxima así como en el índice de discapacidad vocal del cantante en la población femenina. No se encontraron cambios significativos en la población masculina. Los hallazgos pueden responder al logro de una economía vocal en la población femenina reflejando mejoría del comportamiento fisiológico y la percepción de la voz. Estas diferencias podrían deberse a aspectos propios del calentamiento. Se proponen estudios a futuro.

**Palabras clave:** calentamiento vocal, análisis acústico, voz cantada, capacidad inspiratoria.

### **1. Introducción**

El calentamiento vocal es un procedimiento a través del cual se alcanza una temperatura muscular adecuada, preparando al cuerpo tanto física como mentalmente para una actividad vocal demandante<sup>1</sup>. Este procedimiento, prepara los pliegues vocales para una ejecución exigente consiguiendo por un lado, prevenir la aparición de un cuadro de fatiga vocal y por el otro, evitar el daño a los tejidos o una lesión durante o después del esfuerzo realizado en la actividad vocal<sup>2-3</sup>. Se trata de una práctica ampliamente usada en

escenarios de ejecución del canto, sin embargo, solo desde las últimas dos décadas se han realizado aportes acerca de los procesos biológicos y/o fisiológicos que subyacen a este proceso. Los principales hallazgos de los estudios que describen los efectos del calentamiento vocal, recolectan información proveniente de dos grandes categorías: por un lado, el comportamiento aerodinámico de la fonación y por otro, el comportamiento acústico de la voz.

La primera categoría ha estudiado ampliamente el umbral de presión fonatoria (PTP) y la presión intraoral, parámetros que indican respectivamente, la presión mínima necesaria para iniciar o mantener la vibración de los pliegues vocales y la fuerza que ejerce el aire en la cavidad oral durante la fonación. La hipótesis general de estas investigaciones es que el PTP disminuye luego del calentamiento vocal pues los ejercicios reducen la viscosidad de los pliegues vocales<sup>4-7</sup>; sin embargo, los resultados de estos estudios no son concluyentes pues presentan alta variabilidad entre los sujetos o cambios que no son estadísticamente significativos. Una conclusión general de estas investigaciones es que aunque el calentamiento vocal tiene un impacto positivo en la voz, sus beneficios no logran ser medidos consistentemente a través de medidas aerodinámicas como el umbral de presión fonatoria<sup>6</sup> o la presión intraoral<sup>8</sup>.

La segunda gran categoría se ha enfocado en parámetros como la frecuencia, la intensidad, las medidas de perturbación de la frecuencia e intensidad, las medidas de ruido, e inclusive el análisis espectral y gráfico del producto vocal<sup>6-7, 9-12</sup>. Es así que los espectrogramas, los sonogramas y las formas de onda parecen ser afectadas de forma positiva<sup>9</sup>: se reportan diferencias significativas en los porcentajes de Jitter, Shimmer, la relación ruido armónico o noise to harmonic ratio (NHR por sus siglas en inglés) y el formante del cantante<sup>7, 10, 12</sup>; adicionalmente se evidencian cambios positivos en la emisión del vibrato<sup>11</sup> y el espectro sonoro de la voz<sup>12</sup>. Por el contrario a lo que podría esperarse, se encontró que el calentamiento vocal no genera cambios significativos en la frecuencia fundamental<sup>6</sup>.

Las investigaciones en torno a los efectos del calentamiento vocal se han centrado en analizar los parámetros aerodinámicos y acústicos de la fonación, aunque las distintas aplicaciones metodológicas entre los estudios hacen difícil llevar a cabo una comparación. Los resultados aerodinámicos continúan sin ser concluyentes pues sus hallazgos presentan alta variabilidad entre los sujetos o sus mediciones no son estadísticamente significativas; mientras que los resultados acústicos parecen ser más claros, pues las medidas de ruido, perturbación y espectro de la voz han evidenciado cambios significativos posteriores al calentamiento, de modo que el análisis acústico parece ser una herramienta sensible para la medición del impacto del calentamiento vocal en la voz.

Así, este estudio tiene por objetivo describir y analizar, los cambios en medidas respiratorias, acústicas, de autopercepción y de esfuerzo vocal, producto de una rutina de calentamiento vocal.

## 2. Métodos

### 2.1. Participantes

10 jóvenes (5 hombres y 5 mujeres) que recién se integraron a un “coro universitario”, todos aficionados con menos de tres meses de entrenamiento en calentamiento vocal.

### 2.2. Talleres de entrenamiento

Los voluntarios no aleatorizados, firmaron un consentimiento informado y asistieron a cuatro talleres de una hora cada uno para el entrenamiento en calentamiento vocal. Se incluyeron tareas de no canto (postura, estiramientos, relajación y respiración) y tareas de canto (emisión con cambios de frecuencia e intensidad con distintas posiciones del tracto vocal).

### 2.3. Toma de muestras

Se tomaron muestras de respiración y voz, antes y después de una sesión de calentamiento vocal. Para ello, se obtuvieron grabaciones de voz que consistieron en una vocalización sostenida confortable de la vocal /a/, un glissando y una actividad de *Messa di voce*, con la misma vocal; a partir de las cuales se efectuó el análisis de los datos en el software Praat, versión 5.4<sup>13</sup>. Además, se aplicó el cuestionario de autopercepción *Singing Voice Handicap Index – VHI* del cantante<sup>14</sup>. A continuación, se efectuó la evaluación de la función pulmonar a través de la prueba de capacidad vital lenta<sup>15</sup>. Los datos recolectados por el espirómetro fueron alojados en un software para su posterior análisis.

En medio de la recolección de datos pre-test y post-test, se realizó una rutina de calentamiento vocal que consistió en ejercicios de alineamiento postural (flexión y extensión de rodillas y columna vertebral), seguidos de estiramientos y relajación de extremidades, caja torácica, espalda, cuello, hombros y región orofacial. Posteriormente, se ejecutaron ejercicios de respiración para conseguir un soporte costodiafrágico adecuado. La rutina concluyó con ejercicios de emisión que incluían producción de sonidos con tracto vocal semiocluído, vocalizaciones y sílabas en un rango amplio de frecuencias e intensidades. Finalmente, con la escala de esfuerzo fonatorio percibido los

evaluados calificaron el esfuerzo general durante la fonación en la rutina de calentamiento vocal.

#### 2.4. Medición y análisis de datos

Mediante el análisis acústico se obtuvo la frecuencia fundamental, mínima y máxima, intensidad mínima y máxima, variables de perturbación (jitter y shimmer) y de ruido (NHR). Además, con el cuestionario de autopercepción VHI del cantante, se analizaron las puntuaciones de los aspectos funcional, físico y emocional.

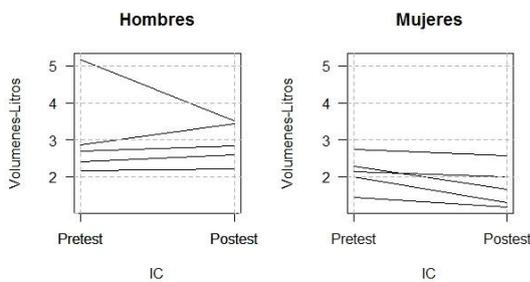
Mediante la prueba de capacidad vital lenta, se consiguieron mediciones de las capacidades pulmonares en litros: capacidad vital espiratoria lenta e inspiratoria, y volumen de reserva espiratoria.

Para puntuar la escala de esfuerzo fonatorio, los evaluados calificaron el esfuerzo general durante la fonación, en una escala de estimación de magnitud de 0 a 3, siendo 0 = ningún esfuerzo y 3 = esfuerzo máximo<sup>16</sup>.

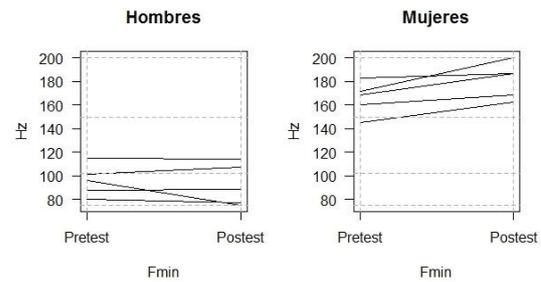
Finalmente, para el análisis estadístico, se usó el software R 3.1.1<sup>17</sup>. Comprobando previamente que los datos obtenidos provenían de una distribución normal mediante la prueba de Shapiro-Wilk, se procedió a determinar si hubo cambios estadísticamente significativos en las medidas obtenidas antes y después del calentamiento vocal. A cada una de las variables recolectadas se les aplicó una prueba t-pareada.

### 3. Resultados

Con un nivel de confianza del 95% hay diferencias en algunas mediciones pre-post solo en población femenina (Ver figuras 1 a 4). No se encontraron cambios significativos en población masculina.



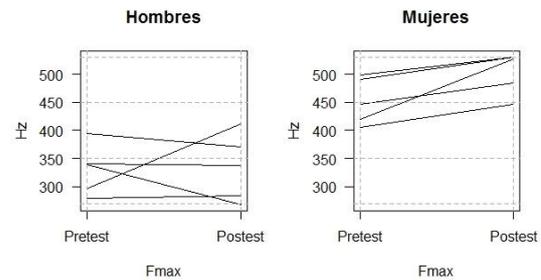
Gráfica 1. Capacidad inspiratoria pre y pos calentamiento vocal



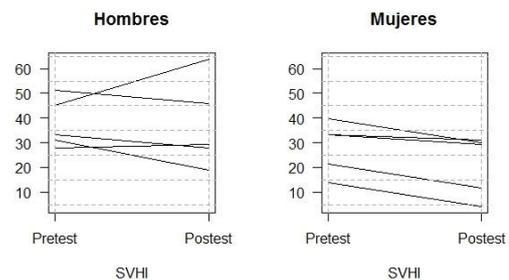
Gráfica 2. Frecuencia mínima pre y pos calentamiento vocal

Al discriminar las respuestas del VHI del cantante según sus categorías internas (ver gráficas 5 a 7), la totalidad de los participantes refieren cambios más grandes en la percepción de su voz en el aspecto funcional, seguido de la categoría física y emocional.

Dos hombres reportaron que su función vocal empeoró luego del calentamiento vocal, y uno de ellos también reportó dicho cambio en el aspecto físico.



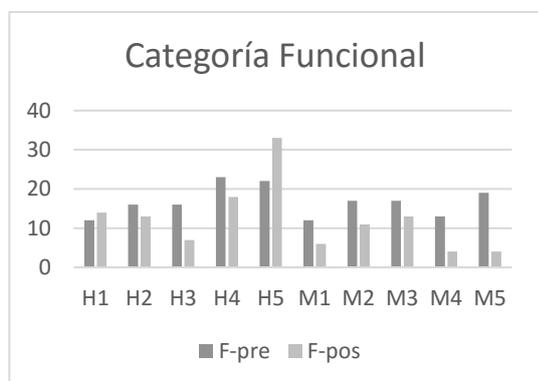
Gráfica 3 Frecuencia máxima pre y pos calentamiento vocal



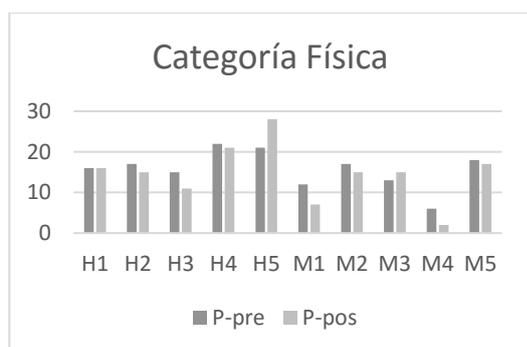
Gráfica 4 VHI del cantante pre y pos calentamiento vocal

Respecto a las mediciones del esfuerzo fonatorio (ver gráfica 8) se observó que un participante calificó el esfuerzo necesario para desarrollar las actividades del calentamiento vocal como mínimo (no presentaba alguna condición que podía afectar la voz), siete de los participantes calificaron el esfuerzo como moderado (presentaban o bien condiciones de asma o de rinitis, solo uno de ellos

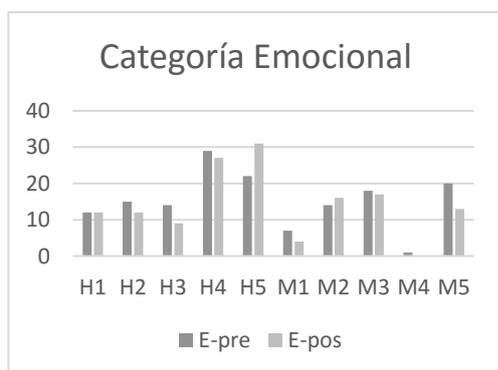
presentó ambas condiciones) y dos de ellos como esfuerzo máximo (presentaban condiciones como asma o rinitis).



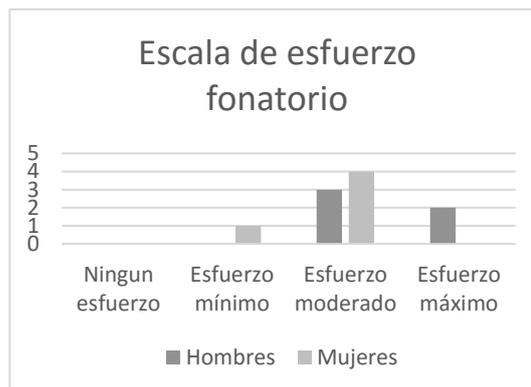
Gráfica 5. Mediciones antes y después del calentamiento en la categoría funcional del VHI del cantante



Gráfica 6. Mediciones antes y después del calentamiento en la categoría física del VHI del cantante



Gráfica 7. Mediciones antes y después del calentamiento en la categoría funcional del VHI del cantante



Gráfica 8. Puntuación de las escala de esfuerzo fonatorio

#### 4. Conclusiones

Los resultados de este estudio concuerdan con los cambios encontrados en investigaciones previas en las cuales, para la población femenina, mejoraron los resultados obtenidos en mediciones de ruido y perturbación<sup>10</sup>, del índice de severidad de la disfonía, basado en cambios de frecuencia mínima y máxima<sup>20</sup>, además de mayor estabilidad en la emisión de una sola frecuencia<sup>11</sup>. Así mismo, concuerda con los cambios en la percepción subjetiva de mejoría en la función de la voz por parte de los cantantes<sup>4,19-20</sup>. Los cambios estadísticamente significativos observados en las mujeres, podría suponerse, responden a la consecución del mayor logro del calentamiento vocal, esto es, lograr una economía vocal o una fonación fácil, entendida esta como el mínimo de esfuerzo con el máximo de efectividad<sup>11-12</sup>.

Por otra parte es posible que el tiempo invertido en la rutina de calentamiento de este estudio no fuera suficiente para generar los cambios fisiológicos esperados en las laringes masculinas. Aunque los trabajos de Van Lierde et al<sup>20</sup> y Moorcroft & Kenny<sup>11</sup> invirtieron más tiempo en las actividades de calentamiento vocal (30 minutos y 25 minutos respectivamente) estos no incluyeron población masculina. Según Motel et al<sup>6</sup> el mismo tipo de calentamiento vocal no logra los mismos efectos en todos los cantantes. En este sentido, es importante recordar que los ejercicios referentes a fonación tienden a variar dependiendo del cantante, del nivel de formación en el que este se encuentra y de las demandas de la ejecución vocal posterior; por consiguiente crear una rutina arbitraria para los cantantes, puede llegar a ser inadecuado.

Los resultados de la medición del VHI del cantante, se ajustan con lo referido por los artículos acerca de la percepción subjetiva de los cantantes<sup>14</sup>. Así, los participantes refieren que la mejoría más evidente dada por el calentamiento vocal se encuentra en el

aspecto funcional, que describe el efecto de la condición de la voz en las actividades usuales de canto. Los resultados reflejaron cambios para las mediciones obtenidas con instrumentos de autopercepción, razón por la cual, se sugiere continuar incluyéndolos en estudios futuros.

Se reconocen además, las limitaciones presentadas en el estudio: dificultad metodológica para controlar variables que pueden llegar a afectar los resultados del calentamiento vocal. Es posible que el tamaño reducido de la muestra usada en esta investigación hiciera que las pruebas estadísticas no tuviesen la potencia suficiente para detectar cambios significativos aunque estos existieran. En este sentido y, de acuerdo a las sugerencias de Moorcroft & Kenny<sup>12</sup> y Motel et al<sup>6</sup> se propone la realización de futuros estudios que analicen el impacto del calentamiento vocal en muestras más grandes, considerando especialmente, la población masculina y mayores tiempos de calentamiento. Finalmente, es posible que las herramientas para la medición usadas en este estudio no tengan una alta sensibilidad para registrar el impacto del calentamiento vocal en la voz, por lo cual, de acuerdo con la sugerencia de Guzmán et al<sup>12</sup> se deben incluir medidas fisiológicas como la estroboscopia o la electroglotografía además de medidas acústicas más puntuales como la perturbación y poder aerodinámico. Se proponen estudios futuros para profundizar en esta temática.

### Agradecimientos

A las maestras Luisa Ángel y Elsa Gutiérrez por su guía continúa. A Cristian González por su apoyo constante en el proceso estadístico. A Camilo Rodríguez por su disposición y experiencia en el calentamiento vocal. A los participantes de este estudio. A ASOFONO y el CVyT por permitir la divulgación de este trabajo.

### 5. Referencias

1. Pomfret M. Vocalizing vocalises. *Journal of singing*. 2012; 69(1):61-66.
2. Goldberg L. Le bon mot: text for vocalises. *Journal of singing*. 2007; 64(1):81-87.
3. Guzmán M. Calentamiento vocal en profesionales de la voz. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*. 2010; 30(2):100-105.
4. Elliot N, Sundberg J, Gramming P. What happens during vocal warm-up? *Journal of Voice*. 1995; 9(1):37-44.
5. Milbrath R & Solomon N. Do Vocal Warm-Up Exercises Alleviate Vocal Fatigue? *J Speech Lang Hear Res*. 2003; 46(2):422.
6. Motel T, Fisher K, Leydon C. Vocal Warm-up Increases Phonation Threshold Pressure in Soprano Singers at High Pitch. *Journal of Voice*. 2003; 17(2):160-167.
7. McHenry M, Johnson J, Foshea B. The Effect of Specific Versus Combined Warm-up Strategies on the Voice. *Journal of Voice*. 2009; 23(5):572-576.
8. Vintturi J, Alku P, Lauri E, Sala E, Sihvo M, Vilkmann E. Objective Analysis of Vocal Warm-Up with Special Reference to Ergonomic Factors. *Journal of Voice*. 2001; 15(1):36-53.
9. Blaylock T. Effects of systematized vocal warm-up on voices with disorders of various etiologies. *Journal of Voice*. 1999; 13(1):43-50.
10. Amir O, Amir N, Michaeli O. Evaluating the Influence of Warmup on Singing Voice Quality Using Acoustic Measures. *Journal of Voice*. 2005; 19(2):252-260.
11. Moorcroft L & Kenny D. Vocal Warm-Up Produces Acoustic Change in Singers' Vibrato Rate. *Journal of Voice*. 2012; 26(5):667.e13-667.e18.
12. Guzmán M, Angulo M, Muñoz D, Mayerhoff R. Effect on long-term average spectrum of pop singers' vocal warm-up with vocal function exercises. *International Journal of Speech-Language Pathology*. 2012; 15(2):127-135.
13. Boersma P & Weenink D. Praat: doing phonetics by computer. Netherlands: Institute of phonetic sciences, University of Amsterdam; 2016.
14. Cohen S, Jacobson B, Garrett C, Noordzij J, Stewart M, Attia A et al. Creation and Validation of the Singing Voice Handicap Index. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*. 2007; 116(6):402-406.
15. MIR - Medical International Research - Spirometry Oximetry Telemedicine [Internet]. *Spirometry.com*. 2016 [citada marzo 2015]. Disponible en: <http://spirometry.com/>
16. Sauder C, Roy N, Tanner K, Houtz D, Smith M. Vocal Function Exercises for Presbylaryngis: A Multidimensional Assessment of Treatment Outcomes. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*. 2010;119(7):460-467.
17. The R Project for Statistical Computing. Auckland: R foundation; 2015.

18. Van Lierde K, D'haeseleer E, Baudonck N, Claeys S, De Bodt M, Behlau M. The Impact of Vocal Warm-Up Exercises on the Objective Vocal Quality in Female Students Training to be Speech Language Pathologists. *Journal of Voice*. 2011; 25(3):e115-e121.
19. Sabol J, Lee L, Stemple J. The value of vocal function exercises in the practice regimen of singers. *Journal of Voice*. 1995; 9(1):27-36.
20. Moorcroft L. Pre-performance practices: Breathing imagery and warm-up for singers [Doctor]. University of Sidney; 2011.