

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE MEDICINA



TÍTULO DE LA TESIS

**“ANÁLISIS ACÚSTICO DE PATRONES DE VOZ EN ADULTOS DEL  
NORESTE DE MÉXICO UTILIZANDO EL SISTEMA PRAAT”**

POR

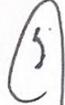
DRA PAOLA ESTEFANI GOMEZ CASTILLO

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
ESPECIALISTA EN OTORRINOLARINGOLOGÍA Y CIRUGÍA DE  
CABEZA Y CUELLO**

**ENERO, 2023**

**“ANÁLISIS ACÚSTICO DE PATRONES DE VOZ EN ADULTOS DEL  
NORESTE DE MÉXICO UTILIZANDO EL SISTEMA PRAAT”**

Aprobación de la tesis OT22-00006:



---

**Dr. Jose Luis Treviño González**  
Director de tesis



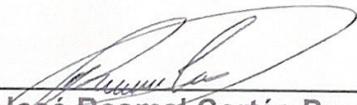
---

**Dr. José Rosmal Cortés Ponce**  
Asesor de tesis



---

**Dra. Josefina Alejandra Morales del Angel**  
Coordinador de Enseñanza



---

**Dr. José Rosmal Cortés Ponce**  
Coordinador de Investigación



---

**Dr. Med. José Luis Treviño González**  
Jefe de Servicio o Departamento



---

**Dr. Med. Felipe Arturo Morales Martínez**  
Subdirector de Estudios de Posgrado

## **DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS**

Existe un gran número de personas a las que agradezco, a mis maestros, por influenciar, moldear mi camino e inspirarme.

A mis padres, José Luis e Higinia, pilares importantes en mi formación académica y personal, agradecida estoy por sus sacrificios y enseñanzas.

A mis hermanas, Itzel y Tzitly, quienes me impulsan a ser mejor cada día, a quienes admiro y quiero por sobre todas las cosas.

A mi esposo, Jaime, sin ti no estaría donde estoy, gracias por el amor, la dedicación, la paciencia y la comprensión, gracias por ayudarme y por siempre apoyarme en todas las aventuras y proyectos que me propongo, esto y todo lo que siga es por ti y gracias a ti.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>Capitulo I</b>	<b>Pagina</b>
1. Resumen	6
<b>Capitulo II</b>	
2. Introducción	7
<b>Capitulo III</b>	
3. Marco Teórico	8
<b>Capitulo IV</b>	
4. Justificación	11
<b>Capitulo V</b>	
5. Hipótesis	12
<b>Capitulo VI</b>	
6. Objetivos	13
<b>Capitulo VII</b>	
7. Material y Métodos	14
<b>Capitulo VIII</b>	
8. Resultados	21
<b>Capitulo IX</b>	
9. Discusión	28
<b>Capitulo X</b>	
10. Conclusión	30
<b>Capitulo XI</b>	
11. Anexos	31
<b>Capitulo XII</b>	
12. Bibliografía	36

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

**F<sub>0</sub>**: Frecuencia fundamental

**Hz**: Hertz

# CAPÍTULO I

## RESUMEN

**Título:** Análisis Acústico de Patrones de Voz en Adultos del Noreste de México Utilizando el Sistema Praat

**Objetivo:** Determinar los valores y rangos normales del análisis de voz en pacientes mayores de 18 años sin patología laríngea.

**Material y métodos:** Se realizó un análisis de voz de 151 pacientes sin patología laríngea. Se evaluaron los datos demográficos de la población, encuestas de incapacidad vocal y variables objetivas vocales con el sistema Praat. Las variables evaluadas por el sistema Praat incluyeron: análisis espectral, de tono, de formantes, intensidad de la voz, jitter, shimmer, quiebre y escalas de calidad de la voz.

**Resultados:** Se encontró una media de edad de 33 años con edades mínimas y máximas de 19 y 75 años respectivamente, con distribución por sexo equitativa con 72 hombres y 79 mujeres, mayormente menores de 30 años en ambos grupos. Además de un índice de masa corporal dentro de la normalidad (45%) de los participantes. Parámetros de F0 y jitter comparados con otros estudios tenían las similitudes esperadas, sin embargo, el parámetro de shimmer se encontró fuera de rango de normalidad.

**Conclusiones:** En este estudio de personas sin patología de voz con parámetros normales encontramos F0 y jitter cerca de los parámetros descritos en otros países, sin embargo, shimmer se encontró fuera de parámetros de normalidad, lo que atribuimos a uso de instalaciones con ruido de fondo, a pesar de realizar grabaciones en área aislada.

## **CAPÍTULO II**

### **INTRODUCCIÓN**

La calidad de la voz es un fenómeno perceptual de la voz. Se trata de una construcción multidimensional y su evaluación consiste de abordajes subjetivos y de hallazgos objetivos mediante el uso de algoritmos específicos para cuantificar distintos parámetros esenciales de la voz<sup>1</sup>. En el pasado, se han intentado crear consensos para la evaluación de la voz los cuales incluyen protocolos de análisis visual, evaluación perceptual, mediciones aerodinámicas, análisis acústico y auto-evaluación por el paciente<sup>2</sup>.

El análisis acústico de la voz es una herramienta común utilizada en la evaluación de patologías vocales. Este consiste en el análisis de las características vocales mediante técnicas computarizadas que miden las propiedades acústicas de la onda vocal<sup>3</sup>. Existe una amplia variedad de variables que tienen relevancia para el análisis de voz las cuales incluyen su frecuencia, amplitud, medidas de perturbación (jitter y shimmer), estimados de aperiodicidad (proporción de señal-ruido), análisis spectral y cepstral, entre otros<sup>2,4</sup>.

Cambios patológicos de los pliegues vocales pueden alterar la masa o tensión de los mismos alterando estos parámetros. Por lo tanto, es imprescindible contar con la medición objetiva de los parámetros del análisis acústico de la voz de cada población para poder establecer las mediciones en patologías de los pliegues vocales, así como valorar la mejora de la calidad de la voz en el seguimiento del paciente con patología vocal.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

La laringe cuenta con distintas características especialmente desarrolladas para lograr su rol, incluyendo la producción de la voz. La fonación representa una interacción compleja de todos los elementos de la vía respiratoria y resulta de la interacción cíclica del aire exhalado y de las propiedades biofísicas de los pliegues vocales<sup>5</sup>. El ciclo glótico comienza con la acumulación de la presión de aire en contra de las paredes subglóticas que resulta en la exhalación del mismo por una glotis cerrada o casi cerrada para llegar a la supraglotis y llegar al sistema resonante<sup>6</sup>.

El sonido percibido por los cambios de presión que se crean durante el ciclo glótico es descrito en términos de propiedades físicas de la onda de presión, como su amplitud, frecuencia, morfología de la onda, periodicidad, entre otras. Dentro de estas, entra la evaluación perceptual de las mismas llamada la calidad de la voz<sup>7</sup>. Estudios previos han intentado relacionar directamente las características de la onda vocal con el análisis acústico de la voz y, potencialmente, con la calidad de la voz<sup>7</sup>.

La evaluación de la calidad de la voz incluye el análisis de percepción auditiva, mediciones aerodinámicas, análisis visual, auto-evaluación mediante encuestas de discapacidad vocal entre otras. El análisis auditivo-perceptual es parte de la rutina clínica para la evaluación de pacientes con disfonía o patologías vocales. Este incluye el uso de distintas escalas y encuestas de capacidad vocal, incluyendo la escala de GRBAS y CAPE-V. Estas evalúan distintos parámetros vocales útiles para la evaluación vocal. Sin embargo, estas se tratan de evaluaciones subjetivas con variabilidad inter- e intra- evaluador lo cual limita la aplicación de las mismas<sup>1</sup>.

Durante los últimos años, la evaluación vocal ha evolucionado con la introducción de modelos computacionales que permiten realizar un análisis acústico objetivo. Las señales vocales pueden ser analizadas en tiempo, frecuencia y amplitud, así como medidas de perturbación y análisis del origen y filtro vocal. Dentro de estos parámetros se incluyen: la frecuencia fundamental ( $F_0$ ) (asociado con el tono vocal), intensidad (volumen vocal), jitter (variación entre ciclos), shimmer (variación entre amplitud), proporciones de armonía-ruido, y análisis espectral y cepstral<sup>8</sup>. La importancia de medición de estos parámetros radica en la afección de la voz por diversas patologías laríngeas, incluyendo patología benigna (pólipos o nódulos corales), patologías estructurales y de movilidad cordal, hasta patologías laríngeas malignas.

El análisis objetivo de la voz se lleva a cabo mediante el uso de hardware y software específicos, y control del ambiente en el que se lleva a cabo la evaluación<sup>1</sup>. El sistema Praat es un software creado en 1992 por Paul Boersma y David del Laboratorio de Fonética de la Universidad de Amsterdam. Este programa permite el análisis acústico y creación del espectrograma y fonetograma del segmento vocal evaluado a partir de la  $F_0$  y medidas de perturbación en la señal vocal<sup>9</sup>.

Existen diversos estudios en diferentes países donde se intenta identificar un rango de normalidad para cada dato obtenido por dichos procesadores digitales. La dificultad a la que se enfrentan estos estudios es el hecho que cada idioma y región tienen un uso particular y distinto de la voz. A nuestro conocimiento, en nuestro país no existe aun la caracterización de rangos de normalidad en los diversos parámetros evaluados por el sistema Praat para nuestra población.

El objetivo del presente estudio es determinar los valores y rangos normales del análisis acústico de la voz en pacientes de nacionalidad mexicana sin patología laringea mediante el uso del sistema Praat.

## **CAPÍTULO IV**

### **JUSTIFICACIÓN**

El análisis acústico de la voz es una herramienta común utilizada en la evaluación de patologías vocales. Cambios patológicos de los pliegues vocales pueden alterar la masa o tensión de los mismos alterando la frecuencia, amplitud, medidas de perturbación (jitter y shimmer), estimados de aperiodicidad (proporción de señal-ruido), análisis spectral y cepstral de la voz. Por lo tanto, es imprescindible contar con la medición objetiva de los parámetros del análisis acústico de la voz de cada población para poder establecer las mediciones en patologías de los pliegues vocales, así como valorar la mejora de la calidad de la voz en el seguimiento del paciente con patología vocal.

## **CAPÍTULO V**

### **HIPOTESIS**

#### **Hipótesis alterna**

El análisis de voz utilizando el sistema Praat en población mexicana sin patología laringea se asocia con las variables demográficas de la población (edad, sexo, uso de voz, encuestas de calidad de voz, tabaquismo, alcoholismo).

#### **Hipótesis nula**

El análisis de voz utilizando el sistema Praat en población mexicana sin patología laringea es no se asocia con las variables demográficas de la población (edad, sexo, uso de voz, encuestas de calidad de voz, tabaquismo, alcoholismo).

## **CAPÍTULO VI**

### **OBJETIVOS**

#### **General**

- Determinar los valores y rangos normales del análisis acústico de la voz en pacientes de nacionalidad mexicana mayores de 18 años sin patología laríngea mediante el uso del sistema Praat.

#### **Específicos**

- Determinar el análisis espectral, de tono, de formantes y de intensidad de la voz en la población.
- Determinar el análisis de jitter, shimmer, y quiebre de voz en la población.
- Evaluar los datos demográficos de la población en estudio.
- Comparar los valores normales del análisis de la voz obtenidos en nuestra población según los datos demográficos relevantes.

## CAPÍTULO VII

### MATERIAL Y METODOS

#### **Sujetos de Estudio**

Se realizó un estudio prospectivo, descriptivo y analítico. Se evaluaron 151 pacientes mayores de 18 años sin antecedente o diagnóstico de patología laríngea mediante el sistema Praat de una muestra aleatoria y consecutiva de pacientes que acudieron al Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” entre noviembre 2021 y noviembre 2022. Se incluyeron pacientes de nacionalidad mexicana mayores de 18 años de edad de cualquier género. Los pacientes con historia de tumoraciones benignas o malignas de laringe, antecedente de cirugía laríngea o cervical, mujeres menstruando al momento de la evaluación, cantantes profesionales, índice de síntomas de reflujo >13<sup>10</sup> puntos y índice de discapacidad vocal > 11<sup>11</sup> puntos fueron excluidos del estudio.

## **Toma y Evaluación de Análisis Acústico de la Voz**

Se reclutaron pacientes del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” de manera aleatoria y que otorgaron consentimiento informado verbal con la participación del estudio. Se evaluó al paciente en el Centro Universitario de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello del Hospital Universitario “Dr. José E. González”. Se realizó un interrogatorio directo de las variables de interés. Se solicitó la realización de las siguientes encuestas a los pacientes:

- Índice de síntomas reflujo (Reflux symptoms index, en inglés) con traducción y validación al español<sup>12</sup> (Anexo 1).
- Índice de Capacidad Vocal (Voice Handicap Index, en inglés) con traducción y validación al español<sup>13</sup> (Anexo 2).

Cada paciente fue evaluado en solitario, en un cuarto silencioso y en posición sentada. Las grabaciones se realizaron utilizando un micrófono profesional de condensador (MIC-650, electrónica Steren S.A. de C.V, Ciudad de México) a 15 c.m. de distancia colocado en ángulo recto y conectado directamente a un computador.

Los ejercicios vocales solicitados fueron:

- Vocal /a/ por 6 segundos: Se solicitará al paciente fonar la vocal /a/ a intensidad y frecuencia cómoda por 6 segundos.
- Tiempo máximo fonatorio: Se solicitará al paciente fonar la vocal /a/ previa inspiración forzada y durante el máximo tiempo tolerado por el paciente.
- Frases fonéticamente balanceadas: Se solicitará al paciente fonar cuatro frases fonéticamente balanceadas (Anexo 3).
- Lecturas cotidianas, Lectura de Platero y Lectura del Abuelo: Se solicitará al paciente fonar lecturas cotidianas para la población mexicana a intensidad y frecuencia cómoda (Anexo 4).

Cada grabación fue evaluada por dos profesionales de la voz (J.R.C.P. y V.C.P.) para su posterior análisis. Todas las variables fueron recabadas en una base de datos de excel para su análisis estadístico.

## Variables

Las variables estudiadas incluyeron:

- Número de identificación.
- Datos demográficos: edad en años, sexo masculino o femenino, empleo.
- Uso de voz al día (en horas).
- Antecedentes personales no patológicos: índice de tabaquismo, consumo de alcohol, toxicomanías, exposición a biomasa.
- Antecedentes personales patológicos
- Puntuación en índice de síntomas de reflujo
- Puntuación en índice de capacidad vocal
- Tiempo máximo fonatorio, definido como el tiempo máximo (en segundos) con vocal sostenida sin necesidad de inspirar nuevamente.
- $F_0$ , definida como la frecuencia de la vibración vocal durante la fonación, calculada del total de número de ciclos por segundo (Hz)<sup>14</sup>.
- Jitter, definida como la variación de  $F_0$  entre ciclo y ciclo glótico<sup>15</sup>.
- Schimmer, definida como la variación de amplitud entre ciclo y ciclo glótico<sup>15</sup>.
- Diferencia Harmonia/Ruido, definida como el promedio entre los componentes de sonido no armónico (ruido) y los componentes de sonido armónico<sup>16</sup>.
- Escala GRBAS, escala de severidad de discapacidad vocal que evalúa 5 dimensiones de la calidad de la voz:
  - G: calidad de la voz.

- R: Aspereza vocal.
- B: Voz aereada.
- A: Astenia o debilidad vocal.
- S: Tensión o esfuerzo vocal.

Cada parámetro se evalúa en una escala del 0 al 3, siendo 3 el de peor calificación. Se clasifica de la siguiente manera: 0 si no hay déficit vocal, 1 si se encuentra déficit vocal leve, 2 presencia de déficit vocal moderado y 3 presencia de déficit vocal severo<sup>17</sup>.

### **Tamaño de Muestra**

Se realizó un cálculo de tamaño de muestra por medio de una fórmula de estimación de una media, considerando una media de 120.55 Hz con una desviación standard de  $\pm 9.612$  en la frecuencia fundamental de la voz en pacientes en un rango de edad de 18-30 años, un poder del 90%, con un nivel de significancia a dos colas de 0.05 y una precisión de  $\pm 1$ , se requieren al menos 151 pacientes en total en el estudio.

Los parámetros fueron establecidos en base a la literatura:

Gorris, C., Ricci Maccarini, A., Vanoni, F., Poggioli, M., Vaschetto, R., Garzaro, M., & Aluffi Valletti, P. (2020). Acoustic Analysis of Normal Voice Patterns in Italian Adults by Using Praat. *Journal of voice : official journal of the Voice Foundation*, 34(6), 961.e9–961.e18.

## **Confidencialidad y Ética**

Como mecanismo de confidencialidad no se utilizarán los nombres completos de los sujetos de investigación, sino que se utilizará un número de folio y registro para identificarlos. Si el trabajo se presenta en congreso o para fines de publicación los nombres de los sujetos no aparecerán ni se utilizará información sensible que identifique al sujeto. Solamente los autores tendrán acceso a la información confidencial de los sujetos en estudio, se usarán carpetas digitales donde almacenarán la información sustituyendo nombres por números de folio y evitando cualquier situación que pudiera comprometer la identidad de los sujetos.

En cuanto a las consideraciones éticas, al ser un estudio que no daña la integridad moral o física del paciente, se obtendrá consentimiento informado verbal para su participación.

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética y de Investigación del Hospital Universitario "Dr. José E. González".

## **Análisis estadístico**

En la estadística descriptiva se reportarán frecuencias y porcentajes para variables categóricas. Para las variables cuantitativas se reportarán medidas de tendencia central y dispersión (media/mediana; desviación estándar/rango intercuartil), previa valoración de la distribución de las variables por medio de la prueba de Kolmogórov-Smirnov.

Se compararán variables categóricas por medio de la prueba de Chi cuadrado de Pearson o test exacto de Fisher. Para las variables cuantitativas se compararán grupos por medio de la prueba de T-student y/o U de Mann Whitney para grupos independientes. De ser posible se ejecutará una regresión logística binaria para determinar factores de riesgo incluyendo variables independientes que salgan significativas en el análisis bivariado. También se realizarán correlaciones de Pearson o Spearman en base a si las variables independientes numéricas tienen distribución paramétrica o no paramétrica. Un valor de  $p$  mayor o igual a .05 se tomará como punto de corte para la significancia estadística. Todos los análisis estadísticos se realizarán en el paquete estadístico SPSS versión 25 (IBM, Armonk, NY, USA).

## CAPÍTULO VIII

### RESULTADOS

Se realizó el análisis de los resultados obtenidos en el curso de la investigación, teniendo un total de 151 pacientes de las cuales 47.68% (N:72) fueron hombres y 52.31% (N:79) mujeres, quienes cumplían con las encuestas, valoraciones, grabaciones de voz y proporcionaron datos demográficos, así como los criterios mínimos de inclusión en este estudio. Dentro de los participantes, solo se realizó el estudio a personas mayores de edad, siendo el paciente con edad mínima encontrada en este estudio de 19 años y el paciente con edad máxima dentro de los participantes de 75 años.

**Tabla 1. Distribución por sexo y edad**

	18-30	31-40	41-50	51-60	61-70
Hombres	50	13	1	4	4
Mujeres	47	4	11	11	6

Observamos que 27 (37.5%) de los 72 hombres eran fumadores con un promedio de 8.84 paquetes/años, en cambio solo el 10.25% de las mujeres fumaba con un promedio de 1.67 paquetes/año. En consumo de alcohol se encontró mayor porcentaje de hombres con 70.8% que mujeres con 44.3%, con un menor consumo de gramos por semana de alcohol para las mujeres siendo de 54.37 gr contra 80.715 para los hombres. Dentro de los participantes del estudio se encontraron 9 (5.96%) con uso de sustancias ilícitas todos menores de 43 años. Un pequeño porcentaje de las personas en este estudio se conocían con comorbilidades como diabetes mellitus tipo 2 o hipertensión arterial sistémica.

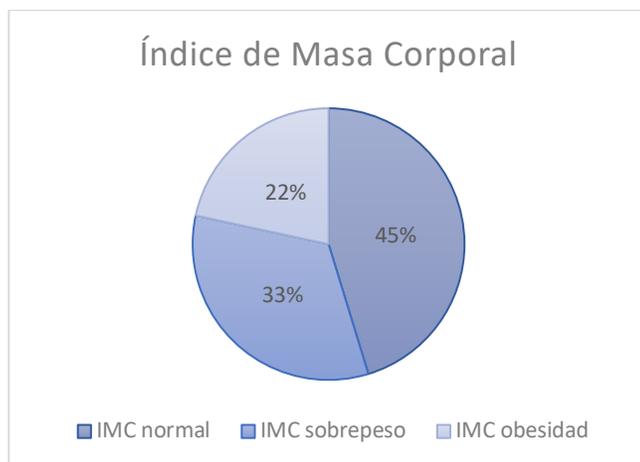
**Tabla 2. Características demográficas de la población por sexo**

	Tabaco		Paq/año	Alcohol		Gr/sem	Toxicomanias	DM	HTA
	+	-		+	-				
Hombres	37.5% (27)	62.5% (45)	8.84	70.8% (51)	29.1% (21)	80.715	9.7 (7)	2.77% (2)	2.77% (2)
Mujeres	10.25(16)	79.7% (63)	1.67	44.3% (35)	55.69% (44)	54.37	2.5% (2)	5.06% (4)	7.59% (6)

Abreviaciones: paq/año (paquetes año), DM (diabetes mellitus tipo 2), HTA (hipertensión arterial sistémica), Gr/sem (gramos por semana).

Dentro del universo de nuestra muestra encontramos que 67 personas (45%) tenían un IMC dentro de parámetros normales, 49 (33%) un IMC en sobrepeso y 32 (22%) obesidad, tal como se grafica en la figura 1, además en la tabla 3 se observa la distribución del IMC según el sexo.

**Figura 1. Índice de Masa Corporal**



**Tabla 3. Distribución del IMC según el genero**

	IMC normal	IMC sobrepeso	IMC obesidad
<b>Hombres</b>	41.6% (30)	38.8% (28)	18.05% (13)
<b>Mujeres</b>	46.83% (37)	26.58% (21)	24.05% (19)

El análisis acústico se realizó en 4 diferentes grabaciones: a sostenida, frases, abuelo y platero; de cada análisis se obtuvieron los promedios de la población por género y a continuación por edades, las siguientes tablas es el resultado de dicha segregación y análisis.

**Tabla 4. Análisis acústico de la población por sexo.**

		Hombres	Mujeres
Pitch	Mean Hz	124.5284861	199.3548354
Jitter	Local %	0.838959722	1.100620253
	Absolute (s)	69.40223611	60.21356962
	Rap %	0.50368375	0.621918987
	ppq5 %	0.405553472	0.677341772
	ddp%	1.466829167	1.879481013
Shimmer	Local %	14.10410431	14.56097468
	Local, dB	1.223541667	1.277974359
	apq3%	7.628512778	7.406303797
	apq5%	7.964269722	9.718341772
	apq11%	9.868673239	10.84373077
	dda%	23.11438569	22.14562025
HNR dB	Mean autocorrelation	0.893321417	0.88127462
	Mean noise-to-harmonics ratio	0.146685	0.174324038

**Tabla 5. Análisis acústico A sostenida de la población por grupos de edad hombres.**

Vocal parameter		18-30	31-40	41-50	51-60	61-70
Pitch	Mean Hz	125.89±21.7	120.88±13.63	119.44±0	128.25±18.9	116.8±21.38
Jitter	Local %	0.92±0.84	0.68±0.7	0.91±0	0.42±0.28	0.61±0.49
	Absolute (s)	74.6±65.31	57.05±59.96	76.86±0	34.19±25.01	77.82±51.32
	Rap %	0.55±0.51	0.42±0.46	0.55±0	0.22±0.19	0.37±0.31
	ppq5 %	0.43±0.39	0.36±0.34	0.45±0	0.21±0.13	0.31±0.25
	ddp%	1.6±1.54	1.26±1.4	1.66±0	0.67±0.57	1.12±0.93
Shimmer	Local %	15.36±5.96	14.4±6.37	7.75±0	6.58±0.93	6.49±3.88
	Local, dB	1.3±0.5	1.25±0.54	0.7±0	0.59±0.09	0.8±0.11
	apq3%	8.27±3.44	8.22±3.89	4.13±0	2.94±0.75	3.19±2.39
	apq5%	8.78±3.67	7.64±3.15	4.51±0	3.89±0.42	3.7±2.25
	apq11%	10.51±4.45	9.18±3.14	6.29±0	6.66±1.13	5.69±3.42
	dda%	25.14±10.27	24.67±11.69	12.4±0	8.82±2.26	9.57±7.19
HNR dB	Mean autocorrelation	0.87±0.08	0.92±0.06	0.98±0	0.97±0.01	0.94±0.06
	Mean noise-to-harmonics ratio	0.17±0.15	0.09±0.09	0.01±0	0.02±0.01	0.07±0.08

**Tabla 6. Análisis acústico A sostenida de la población por grupos de edad mujeres.**

Vocal parameter		18-30	31-40	41-50	51-60	61-70
Pitch	Mean Hz	204.82±37.23	189.43±43.83	202.01±29.64	189.18±28.57	176.87±41.37
Jitter	Local %	1.17±1.09	1.88±2.49	0.57±0.41	0.93±0.97	1.23±0.59
	Absolute (s)	67.06±85.81	90.86±112.51	31.92±27.35	50.23±52.12	56.31±35.46
	Rap %	0.66±0.63	1.04±1.34	0.33±0.24	0.53±0.56	0.7±0.31
	ppq5 %	0.73±0.75	1.2±1.66	0.34±0.27	0.56±0.57	0.69±0.36
	ddp%	2.01±1.88	3.12±4.04	0.99±0.74	1.6±1.69	2.1±0.95
Shimmer	Local %	16.03±6.13	15.56±6.99	12.04±5.54	11.67±5.89	12.24±3.82
	Local, dB	1.4±0.49	0.93±0.76	1.05±0.47	1.06±0.49	1.12±0.32
	apq3%	8.13±3.21	8.01±3.42	6.03±2.94	6.01±2.89	6.35±2.23
	apq5%	10.79±4.7	10.06±4.39	7.81±3.93	8.01±4.86	7.66±2.39
	apq11%	11.74±4.88	6.07±4.72	8.96±3.72	10.04±7.54	10.02±4.78
	dda%	24.28±9.58	24.05±10.28	18.09±8.84	18.04±8.69	19.07±6.72
HNR dB	Mean autocorrelation	0.86±0.09	0.84±0.13	0.9±0.09	0.91±0.09	0.9±0.06
	Mean noise-to-harmonics ratio	0.19±0.15	0.23±0.23	0.13±0.16	0.11±0.15	0.12±0.1

**Tabla 7. Análisis acústico Frases de la población por grupos de edad hombres.**

Vocal parameter		18-30	31-40	41-50	51-60	61-70
<b>Pitch</b>	Mean Hz	129.24±20.93	128.58±14.57	126.58±0	137.49±18.64	124.56±20.29
<b>Jitter</b>	Local %	2.61±0.66	2.45±0.26	2.68±0	1.82±0.94	1.76±1.02
	Absolute (s)	1.4±0.33	1.33±0.19	1.34±0	0.92±0.48	0.9±0.53
	Rap %	1.4±0.26	1.36±0.19	1.46±0	1.08±0.56	1.04±0.6
	ppq5 %	4.25±1	4.01±0.58	4.04±0	2.76±1.46	2.72±1.59
	ddp%	19.36±2.37	18.5±2.5	14.44±0	13.08±3.95	12.3±7.17
<b>Shimmer</b>	Local %	1.63±0.14	1.48±0.45	1.34±0	1.19±0.35	1.51±0.09
	Local, dB	9.88±1.98	9.43±2.02	5.87±0	5.55±1.5	5.26±3.23
	apq3%	12.61±1.62	11.82±1.88	9.04±0	8.45±2.68	7.89±4.63
	apq5%	21.08±3.27	19.27±3.41	17.59±0	14.95±5.25	13.96±7.98
	apq11%	29.84±5.77	28.3±6.06	17.62±0	16.66±4.51	15.78±9.71
	dda%	0.8±0.04	0.8±0.03	0.87±0	0.9±0.07	0.83±0.01
<b>HNR dB</b>	Mean autocorrelation	0.3±0.08	0.29±0.06	0.17±0	0.19±0.09	0.24±0.02
	Mean noise-to-harmonics ratio	7.31±1.63	7.57±1.24	10.64±0	11.04±3.35	8.57±0.71

**Tabla 8. Análisis acústico Frases de la población por grupos de edad mujeres.**

Vocal parameter		18-30	31-40	41-50	51-60	61-70
<b>Pitch</b>	Mean Hz	210.27±30.37	202.89±6.85	211.82±21.13	199.07±26.63	193.84±36
<b>Jitter</b>	Local %	2.5±0.57	2.93±0.82	2.17±0.43	2.26±0.41	2.52±0.49
	Absolute (s)	1.34±0.31	1.58±0.5	1.14±0.23	1.16±0.23	1.29±0.26
	Rap %	1.37±0.3	1.61±0.42	1.26±0.26	1.27±0.24	1.4±0.26
	ppq5 %	4.02±0.95	4.75±1.51	3.42±0.69	3.49±0.7	3.88±0.79
	ddp%	18.61±3.52	18.02±3.82	16.51±3.19	14.66±3.16	15.73±2.03
<b>Shimmer</b>	Local %	1.59±0.2	1.56±0.23	1.47±0.18	1.35±0.18	1.41±0.13
	Local, dB	9.13±2.43	9.16±2.68	7.78±2.16	6.6±2.05	7.27±1.26
	apq3%	13.12±3.4	12.24±2.97	11.53±3.1	9.63±2.93	10.54±1.95
	apq5%	19.55±3.89	17.14±3.23	18.99±3.49	16.06±3.18	16.53±2.63
	apq11%	27.53±7.35	27.49±8.06	23.34±6.48	19.82±6.16	21.81±3.79
	dda%	0.81±0.05	0.8±0.04	0.83±0.03	0.85±0.04	0.84±0.01
<b>HNR dB</b>	Mean autocorrelation	0.28±0.09	0.3±0.08	0.24±0.06	0.21±0.08	0.22±0.03
	Mean noise-to-harmonics ratio	8.07±2.21	7.55±2.01	9.05±1.94	10.16±2.27	9.45±0.98

**Tabla 9. Análisis acústico Abuelo de la población por grupos de edad hombres.**

Vocal parameter		18-30	31-40	41-50	51-60	61-70
<b>Pitch</b>	Mean Hz	130.26±20.96	128.14±15.62	128.79±0	137.33±16.21	126.46±23.93
<b>Jitter</b>	Local %	2.79±0.47	2.76±0.38	2.15±0	2.49±0.2	1.99±1.15
	Absolute (s)	1.53±0.28	1.5±0.25	1.1±0	1.26±0.1	1.04±0.6
	Rap %	1.51±0.22	1.54±0.28	1.13±0	1.43±0.18	1.2±0.69
	ppq5 %	4.58±0.86	4.51±0.77	3.29±0	3.79±0.32	3.12±1.82
	ddp%	18.56±4.92	18.92±2.57	15.09±0	16.6±0.92	13.17±7.58
<b>Shimmer</b>	Local %	1.66±0.1	1.62±0.15	1.38±0	1.47±0.06	1.57±0.07
	Local, dB	9.96±1.57	9.57±1.87	7.81±0	7.62±0.28	5.94±3.51
	apq3%	12.86±1.23	12.21±1.65	9.52±0	10.88±0.9	8.78±5.07
	apq5%	21.09±2.38	19.69±2.88	13.91±0	18.27±2.71	14.83±8.54
	apq11%	29.88±4.74	28.71±5.62	23.43±0	22.86±0.84	17.82±10.53
	dda%	0.78±0.04	0.78±0.03	0.84±0	0.83±0.03	0.8±0
<b>HNR dB</b>	Mean autocorrelation	0.32±0.07	0.32±0.06	0.22±0	0.25±0.03	0.29±0
	Mean noise-to-harmonics ratio	7.01±1.52	6.84±1.46	9.24±0	8.05±0.2	7.46±0.19

**Tabla 10. Análisis acústico Abuelo de la población por grupos de edad mujeres.**

Vocal parameter		18-30	31-40	41-50	51-60	61-70
<b>Pitch</b>	Mean Hz	207.73±28.44	203.22±16.55	203.61±19.28	195.67±27.56	184.22±35.93
<b>Jitter</b>	Local %	2.67±0.49	3.32±0.99	2.5±0.44	2.49±0.51	2.86±0.71
	Absolute (s)	1.43±0.3	1.81±0.6	1.31±0.24	1.28±0.3	1.48±0.43
	Rap %	1.51±0.28	1.87±0.56	1.46±0.24	1.39±0.31	1.61±0.42
	ppq5 %	4.3±0.91	5.45±1.8	3.93±0.73	3.84±0.91	4.44±1.29
	ddp%	18.24±4.76	19.19±4.1	18.06±2.49	15.58±3.3	16.49±1.81
<b>Shimmer</b>	Local %	1.6±0.18	1.17±0.71	1.57±0.14	1.42±0.2	1.46±0.11
	Local, dB	9.23±2.24	9.54±2.76	8.56±1.91	7.08±2.11	7.71±1.37
	apq3%	13.4±3.06	13.03±3.23	12.7±2.38	10.61±3.56	10.95±1.9
	apq5%	19.83±2.8	18.67±3.27	19.08±2	17.3±3.58	17.46±2.71
	apq11%	27.7±6.74	28.64±8.3	25.7±5.73	21.26±6.35	23.14±4.11
	dda%	0.81±0.05	0.78±0.06	0.82±0.03	0.84±0.05	0.83±0.02
<b>HNR dB</b>	Mean autocorrelation	0.29±0.08	0.32±0.11	0.26±0.06	0.23±0.09	0.23±0.04
	Mean noise-to-harmonics ratio	7.95±2.06	5.91±4.07	8.17±1.82	9.45±2.36	9.05±1.17

**Tabla 11. Análisis acústico Platero de la población por grupos de edad hombres.**

Vocal parameter		18-30	31-40	41-50	51-60	61-70
<b>Pitch</b>	Mean Hz	130.25±20.55	130.29±17.6	125.87±0	135.97±15.45	126.17±21.46
<b>Jitter</b>	Local %	2.88±0.53	2.84±0.47	3.13±0	2.73±0.26	1.89±1.09
	Absolute (s)	1.59±0.32	1.53±0.32	1.56±0	1.36±0.13	0.93±0.56
	Rap %	1.55±0.23	1.56±0.32	1.74±0	1.59±0.13	1.06±0.62
	ppq5 %	4.77±0.96	4.61±0.96	4.68±0	4.1±0.41	2.8±1.68
	ddp%	19.62±1.81	18.66±2.5	13.99±0	15.9±1.17	12.52±7.37
<b>Shimmer</b>	Local %	1.65±0.1	1.6±0.15	1.31±0	1.45±0.08	1.52±0.11
	Local, dB	10.03±1.64	9.44±1.78	5.71±0	6.68±0.61	5.61±3.47
	apq3%	12.94±1.37	12.19±1.8	8.84±0	10.37±0.94	8.13±4.92
	apq5%	21.1±1.99	20.01±2.95	17.14±0	18.67±0.98	14.04±8.18
	apq11%	30.36±5.13	28.32±5.35	17.15±0	20.05±1.85	16.85±10.43
	dda%	0.78±0.04	0.79±0.03	0.85±0	0.85±0.05	0.81±0.01
<b>HNR dB</b>	Mean autocorrelation	0.32±0.07	0.31±0.06	0.2±0	0.25±0.02	0.27±0.02
	Mean noise-to-harmonics ratio	7±1.45	7.06±1.35	9.92±0	8.11±0.12	8.05±0.75

**Tabla 12. Análisis acústico Platero de la población por grupos de edad mujeres.**

Vocal parameter		18-30	31-40	41-50	51-60	61-70
<b>Pitch</b>	Mean Hz	207.65±28.07	199.89±22.94	208.65±19.7	198±26.95	194.95±40.81
<b>Jitter</b>	Local %	2.61±0.46	2.87±0.81	2.44±0.37	2.4±0.54	2.88±0.79
	Absolute (s)	1.4±0.28	1.55±0.49	1.27±0.21	1.24±0.31	1.48±0.47
	Rap %	1.47±0.26	1.57±0.43	1.41±0.21	1.34±0.31	1.59±0.44
	ppq5 %	4.23±0.87	4.66±1.47	3.83±0.65	3.72±0.95	4.45±1.42
	ddp%	18.8±3.24	18.56±4.26	17.39±2.7	15.34±3.16	17.09±2.87
<b>Shimmer</b>	Local %	1.61±0.18	1.59±0.26	1.53±0.15	1.41±0.19	1.5±0.17
	Local, dB	9.27±2.34	9.23±2.88	8.19±1.87	6.86±2.1	7.81±1.76
	apq3%	13.41±3.05	12.87±3.53	12.23±2.66	10.23±3.31	11.67±3.16
	apq5%	19.95±2.71	18.64±3.96	19.43±2.4	17.21±3.71	18.75±3.3
	apq11%	27.96±6.98	27.71±8.65	24.58±5.62	20.59±6.31	23.45±5.3
	dda%	0.81±0.05	0.79±0.05	0.82±0.04	0.84±0.05	0.82±0.03
<b>HNR dB</b>	Mean autocorrelation	0.28±0.08	0.31±0.1	0.25±0.07	0.22±0.09	0.25±0.05
	Mean noise-to-harmonics ratio	7.96±2.06	7.25±2.41	8.56±1.97	9.71±2.38	8.71±1.43

## CAPÍTULO IX

### DISCUSION

En este estudio se analizó la voz de 151 personas que se identifican como normales, sin patologías de voz, ni antecedentes de cirugías laringeas o problemas laringeos de su conocimiento, que además residían en el noreste de México desde por lo menos 3 años o más con escalas de índice de reflujo de discapacidad vocal en rangos de normalidad, todos realizando una serie de grabaciones y encuestas de datos demográficos. Las grabaciones realizadas fueron A sostenida, tiempo máximo fonatorio, Lectura de 4 frases fonéticamente balanceadas y dos lecturas comunes (Abuelo y Platero).

Encontramos una edad promedio de 33 años con una edad mínima de 19 y máxima de 75 años de edad, la distribución por sexo fue similar teniendo 72 hombres (47.68%) y 79 mujeres (52.31%), mayormente menores de 30 años en ambos grupos. Así mismo se encontró un índice de masa corporal normal en 45% de los participantes.

Otros aspectos encontrados dentro de los datos demográficos es que existe un mayor porcentaje de hombres que de mujeres fumadores sin embargo en esta muestra de personas que se refieren normales es mayor el porcentaje de personas que no fuman, tenemos 62.5% y 79.7% de hombres y mujeres no fumadores respectivamente, con un promedio de 8.84 y 1.67 paquetes año. Al contrario de los fumadores existe un mayor porcentaje de personas con consumo de alcohol, en mujeres acercándose a la mitad de ellas con un consumo de 54.37 gr/semana y en hombres el 70% consumía alcohol con 80.71 gr/semana.

Los datos demográficos encontrados son nuestra forma de contribuir y agrandar el estudio de las personas a las que se les realizan los ejercicios vocales para analizarlos, ya que en estudios base no se toman en cuenta este tipo de datos.

Al comparar los resultados obtenidos en las grabaciones de voz: A sostenida contra los reportados en diferentes artículos encontramos que la frecuencia fundamental en hombres y mujeres mexicanas se encuentra ligeramente por debajo que lo que presentan Ambreen et al<sup>18</sup>, sin embargo al compararlo con el estudio Italiano encontramos que en menores de 40 años nuestros pacientes tanto hombres como mujeres presentan frecuencias fundamentales menores, mientras que en mayores de 40 años se encuentran con frecuencias fundamentales ligeramente mayores<sup>17</sup>.

Otros parámetros analizados dentro de las grabaciones fueron shimmer, jitter y la autocorrelación de harmonicidad con subsecciones en los dos parámetros previos, en todas las grabaciones encontramos un aumento ligero en jitter e importante en shimmer, lo que podríamos asociar a ruido de fondo de la instalación donde se tomaron las grabaciones.

## **CAPITULO X**

### **CONCLUSION**

En este estudio de personas sin patología de voz con parámetros normales encontramos Fo y jitter cerca de los parámetros descritos en otros países, sin embargo, shimmer se encontró fuera de parámetros de normalidad, lo que atribuimos a uso de instalaciones con ruido de fondo, a pesar de realizar grabaciones en área aislada.

Dentro de los parámetros demográficos encontramos distribuciones normales a lo descrito de forma nacional en cuanto a tabaquismo y alcoholismo a pesar de tener mayor proporción de personas jóvenes que adultos.

Se sugiere realizar grabación en lugares preparados para evitar tener ruido de fondo en los estudios, contar con una muestra mayor con mejor distribución entre edades.

# CAPITULO XI

## ANEXOS

### Anexo 1. Índice de Síntomas de Reflujo con Validación al Español

Índice de Síntomas de Reflujo (ISR)						
En el último mes, ¿que tanto le afectaron los siguientes problemas?	0 = Sin problema 5 = Problema severo					
Ronquera o algún problema con su voz	0	1	2	3	4	5
Aclarar su garganta	0	1	2	3	4	5
Exceso de moco en la garganta o sensación de goteo posnasal	0	1	2	3	4	5
Dificultad al tragar alimento, líquido o píldoras	0	1	2	3	4	5
Tos después de comer o al acostarse	0	1	2	3	4	5
Dificultad para respirar o atragantamiento	0	1	2	3	4	5
Tos que causa problema o muy molesta	0	1	2	3	4	5
Sensación de algo pegajoso o de cuerpo extraño en la garganta	0	1	2	3	4	5
Agruras, dolor en el tórax, indigestión o sensación de ácido estomacal en la garganta	0	1	2	3	4	5

Moreno RAS. Validación inicial del Índice de Síntomas de Reflujo para su uso clínico. Otorrinolaringología. 2009;54(3):96-101.

## Anexo 2. Índice de Capacidad Vocal con Validación en español

Parte I-F (funcional)					
F1. La gente me oye con dificultad debido a mi voz	0	1	2	3	4
F2. La gente no me entiende en sitios ruidosos	0	1	2	3	4
F3. Mi familia no me oye si la llamo desde el otro lado de la casa	0	1	2	3	4
F4. Uso el teléfono menos de lo que desearía	0	1	2	3	4
F5. Tiendo a evitar las tertulias debido a mi voz	0	1	2	3	4
F6. Hablo menos con mis amigos, vecinos y familiares	0	1	2	3	4
F7. La gente me pide que repita lo que les digo	0	1	2	3	4
F8. Mis problemas con la voz alteran mi vida personal y social	0	1	2	3	4
F9. Me siento desplazado de las conversaciones por mi voz	0	1	2	3	4
F10. Mi problema con la voz afecta al rendimiento laboral	0	1	2	3	4
Parte II-P (física)					
P1. Noto perder aire cuando hablo	0	1	2	3	4
P2. Mi voz suena distinto a lo largo del día	0	1	2	3	4
P3. La gente me pregunta: ¿qué te pasa con la voz?	0	1	2	3	4
P4. Mi voz suena quebrada y seca	0	1	2	3	4
P5. Siento que necesito tensar la garganta para producir la voz	0	1	2	3	4
P6. La calidad de mi voz es impredecible	0	1	2	3	4
P7. Trato de cambiar mi voz para que suene diferente	0	1	2	3	4
P8. Me esfuerzo mucho para hablar	0	1	2	3	4
P9. Mi voz empeora por la tarde	0	1	2	3	4
P10. Mi voz se altera en mitad de una frase	0	1	2	3	4
Parte III-E (emocional)					
E1. Estoy tenso en las conversaciones por mi voz	0	1	2	3	4
E2. La gente parece irritada por mi voz	0	1	2	3	4
E3. Creo que la gente no comprende mi problema con la voz	0	1	2	3	4
E4. Mi voz me molesta	0	1	2	3	4
E5. Progreso menos debido a mi voz	0	1	2	3	4
E6. Mi voz me hace sentir cierta minusvalía	0	1	2	3	4
E7. Me siento contrariado cuando me piden que repita lo dicho	0	1	2	3	4
E8. Me siento avergonzado cuando me piden que repita lo dicho	0	1	2	3	4
E9. Mi voz me hace sentir incompetente	0	1	2	3	4
E10. Estoy avergonzado de mi problema con la voz	0	1	2	3	4

Núñez-Batalla F, Corte-Santos P, Señaris-González B, Llorente-Pendás JL, Górriz-Gil C, Suárez-Nieto C. Adaptación y validación del índice de incapacidad vocal (VHI-30) y su versión abreviada (VHI-10) al español. Acta Otorrinolaringológica Española. 2007;58(9):386-92.

### Anexo 3. Frases Foneticamente Balanceadas

Claudia	tiene	dos	libros	grandes
Carmen	hace	tres	barcos	viejos
Elena	toma	doce	platos	nuevos
Teresa	busca	siete	regalos	pequeños
Josefa	quiere	seis	guantes	enormes
José	compra	diez	zapatos	azules
Antonio	pinta	cuatro	juegos	bellos
Carlos	mira	veinte	dados	lindos
Pedro	pierde	ocho	sillones	baratos
Manuel	vende	mil	anillos	negros

#### Anexo 4. Lectura “El Abuelo”

Usted quiere saber sobre mi abuelo. Bueno, el tiene cerca de noventa y tres años de edad y aún piensa tan lúcidamente como siempre. Se viste solo, y se pone su vieja chaqueta negra que comúnmente, tiene varios botones menos.

Una larga barba cuelga de su cara inspirando, a aquellos que lo observan, un profundo sentimiento de respeto. Cuando habla, su voz parece un poco quebrada y temblorosa.

Dos veces al día el disfruta tocando hábilmente un pequeño órgano.

Todos los días, el Abuelo da un corto paseo, excepto en el invierno cuando la lluvia o el frío se lo impiden.

Lectura "Platero"

Platero es pequeño, peludo, suave; tan blando por fuera, que se diría todo de algodón, que no lleva huesos. Sólo los espejos de azabache de sus ojos son duros cual dos escarabajos de cristal negro.

Lo dejo suelto, y se va al prado, y acaricia tibiamente con su hocico, rozándolas apenas, las florecillas rosas, celestes y gualdas... Lo llamo dulcemente: " ¿Platero? ", y viene a mí con un trotecillo alegre que parece que se ríe, en no sé qué cascabeleo ideal...

Come cuanto le doy. Le gustan las naranjas, mandarinas, las uvas moscateles, todas de ámbar, los higos morados, con su cristalina agotita de miel...

Es tierno y mimoso igual que un niño, que una niña...; pero fuerte y seco como de piedra. Cuando paso, sobre él, los domingos, por las últimas callejas del pueblo, los hombres del campo, vestidos de limpio despaciosos, se quedan mirándolo:

- Tiene acero...

Tiene acero. Acero y plata de luna, al mismo tiempo.

## CAPÍTULO XII

### BIBLIOGRAFÍA

1. Barsties B, De Bodt M. Assessment of voice quality: Current state-of-the-art. *Auris Nasus Larynx*. 2015 Jun;42(3):183-8.
2. Dejonckere PH, Bradley P, Clemente P, Cornut G, Crevier-Buchman L, Friedrich G, et al. Committee on Phoniatics of the European Laryngological Society (ELS). A basic protocol for functional assessment of voice pathology, especially for investigating the efficacy of (phonosurgical) treatments and evaluating new assessment techniques. Guideline elaborated by the Committee on Phoniatics of the European Laryngological Society (ELS). *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2001 Feb;258(2):77-82.
3. Brockmann-Bauser M, Drinnan MJ. Routine acoustic voice analysis: time to think again? *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2011 Jun;19(3):165-70.
4. Titze IR. Workshop on Acoustic Voice Analysis: Summary Statement. Iowa City: National Center for Voice and Speech, USA; 1995.
5. VAN DEN BERG J. Myoelastic-aerodynamic theory of voice production. *J Speech Hear Res*. 1958 Sep;1(3):227-44. doi: 10.1044/jshr.0103.227. PMID: 13576514.

6. Jiang JJ, Maytag AL. Aerodynamic measures of glottal function: what extra can they tell us and how do they guide management? *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2014 Dec;22(6):450-4.
7. Zhang Z. Mechanics of human voice production and control. *J Acoust Soc Am.* 2016 Oct;140(4):2614.
8. Flint PW, Haughey BH, Lund VJ, Robbins KT, Thomas JR, Francis HW, et al. *Cummings Otolaryngology: Head and Neck Surgery*: Elsevier; 2020.
9. Boersma P, van Heuven V. *Speech and Unspeak with Praat*. *Glott International*. UK: Blackwell Publishers Ltd; 2001:9–10,15.
10. Belafsky PC, Postma GN, Koufman JA. Validity and reliability of the reflux symptom index (RSI). *J Voice.* 2002 Jun;16(2):274-7. doi: 10.1016/s0892-1997(02)00097-8. PMID: 12150380.
11. Jacobson Barbara H, Johnson A, Grywalski C, Silbergleit A, Jacobson G, Benninger Michael S, et al. The Voice Handicap Index (VHI). *American Journal of Speech-Language Pathology.* 1997;6(3):66-70.
12. Moreno RAS. Validación inicial del Índice de Síntomas de Reflujo para su uso clínico. *Otorrinolaringología.* 2009;54(3):96-101.
13. Núñez-Batalla F, Corte-Santos P, Señaris-González B, Llorente-Pendás JL, Górriz-Gil C, Suárez-Nieto C. Adaptación y validación del índice de incapacidad vocal (VHI-30) y su versión abreviada (VHI-10) al español. *Acta Otorrinolaringológica Española.* 2007;58(9):386-92.

14. Naufel de Felipe AC, Grillo MH, Grechi TH. Standardization of acoustic measures for normal voice patterns. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2006 Sep-Oct;72(5):659-64.
15. Lieberman P. Perturbations in vocal pitch. *J Acoust Soc Am*. 1961;33:597–602.
16. Gorris C, Ricci Maccarini A, Vanoni F, Poggioli M, Vaschetto R, Garzaro M, et al. Acoustic Analysis of Normal Voice Patterns in Italian Adults by Using Praat. *Journal of Voice*. 2020;34(6):961.e9-.e18.
17. Hirano M: *Clinical examination of voice*, New York, 1981, Springer-Verlag.
18. Ambreen S, Bashir N, Aslam S, Kausar R. Acoustic Analysis of Normal Voice Patterns in Pakistani Adults. *Journal of Voice*. 2017, 33(1), 124.e49-124.e58.