



**Estudio sobre la variabilidad de parámetros acústicos jitter, shimmer, señal armónico ruido y pitch. Comparación intersujeto**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER EN FONOAUDIOLOGÍA, MENCIÓN VOZ**

**Alumna tesista: Liliana Andrea Henríquez Narváez**

**Profesor Guía: Hernán Emilio Pérez**

**Fecha: agosto 2020**

**UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**ESCUELA DE FONOAUDIOLOGÍA**

**VALPARAÍSO**

## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| RESUMEN   | 4  |
| INTRODUCCIÓN  | 5  |
| CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO   | 6  |
| 1.1 Evaluación de la voz  | 6  |
| 1.2 Análisis acústico de la voz: aspectos procedimentales   | 7  |
| 1.3 Parámetros acústicos  | 8  |
| 1.3.1 La frecuencia fundamental   | 8  |
| 1.3.2 La intensidad   | 9  |
| 1.3.4 Parámetros de perturbación: jitter y shimmer  | 9  |
| 1.3.5 Parámetros de ruido   | 10 |
| 1.4 Limitaciones del análisis acústico  | 10 |
| 1.5 Variables que pueden afectar en el proceso de toma de muestra en el análisis acústico de la voz | 12 |
| 1.6 Confiabilidad de los parámetros acústicos de la voz   | 13 |
| 1.7 Variabilidad en los parámetros acústicos  | 14 |
| CAPÍTULO 2. MATERIAL Y MÉTODOS  | 19 |
| 2.1 Especificación de las variables   | 19 |
| 2.1.1 Variables:  | 19 |
| a) Pitch  | 19 |
| b) Jitter   | 19 |
| c) Shimmer  | 19 |
| d) Señal Armónico Ruido (harmonics to noise ratio)  | 20 |
| 2.2 Tipo de estudio, diseño y alcance   | 20 |
| 2.3. Sujetos, universo y muestra  | 20 |
| 2.3.1 Población de estudio  | 20 |
| 2.3.2 Muestra   | 20 |
| 3.3.3 Tamaño de muestra   | 21 |
| 2.3.4 Tipo de muestra   | 21 |
| 2.4 Criterio de inclusión y exclusión   | 21 |

|  |    |
|--|----|
| 2.4.1 Criterios de inclusión   | 21 |
| 2.4.2 Criterios de exclusión   | 21 |
| 2.5 Instrumentos de medición aplicados   | 21 |
| 2.5.1 Proceso de grabación de muestra  | 21 |
| 2.5.2 Proceso de selección de usuarios para muestra  | 22 |
| a) Escala GIRBAS   | 22 |
| b) Anamnesis breve   | 23 |
| 2.5.3 Análisis estadístico   | 23 |
| 2.6. Procedimientos  | 23 |
| CAPÍTULO 3 ANÁLISIS DE RESULTADOS  | 25 |
| 3.1 Grados de variación por sujeto   | 25 |
| 3.1.2 Parámetro pitch  | 25 |
| 3.1.2 Parámetro jitter   | 27 |
| 3.1.3 Parámetro shimmer  | 30 |
| 3.1.4 Parámetro harmonics-to-noise ratio   | 32 |
| 3.2 Comparación de varianzas   | 33 |
| 3.3 Identificación de diferencias estadísticamente significativas en porcentajes de pareja | 34 |
| CAPÍTULO 4 DISCUSIÓN   | 45 |
| CONCLUSIÓN   | 49 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS   | 50 |
| ANEXOS   | 58 |
| Anexo 1: Texto fonéticamente equilibrado en español  | 58 |
| Anexo 2: Anamnesis breve   | 59 |
| Anexo 3: Consentimiento informado  | 60 |

## RESUMEN

El análisis fonético acústico es un procedimiento ampliamente empleado en la clínica tanto en evaluación como terapia de la voz. Existe información escasa y poco concluyente respecto de la variabilidad de los parámetros acústicos al ser medidos con Praat, situación de relevancia de cara al uso clínico que se le da a los parámetros acústicos como forma de evaluar la salud vocal. Esta tesis tiene como objetivo estudiar el comportamiento de la variabilidad de varios parámetros acústicos medidos con Praat en una muestra de 31 personas de Viña del Mar. La variabilidad es medida mediante el procedimiento de parejas de comparación, identificando el porcentaje de parejas de la muestra cuya varianza es estadísticamente igual. Posteriormente, se determina si la diferencia entre estos porcentajes es significativa mediante el análisis de diferencia de proporciones. Los resultados permiten concluir que existen distintos grados de variabilidad entre los parámetros, así, los parámetros que tienen que ver con el jitter son los más estables, seguidos del HNR y los parámetros que evalúan el shimmer. Por otra parte, los parámetros que presentan mayor variabilidad son los que dan cuenta del pitch.

## INTRODUCCIÓN

La voz es un fenómeno multidimensional que comprende una serie de aspectos perceptuales, aerodinámicos, acústicos, fisiológicos, psicológicos y culturales. Del mismo modo, la evaluación clínica de la voz es considerada como multidimensional pues debe incluir una serie de medidas instrumentales y no instrumentales que entreguen información detallada del paciente desde diferentes perspectivas (Núñez-Batalla et al., 2019).

Dentro de los aspectos acústicos, el análisis fonético instrumental es un procedimiento que permite identificar varios parámetros de la voz mediante el uso de softwares e incluso mediante aplicaciones de teléfono (Petruzzo y Popolo, 2019). Este tipo de análisis suele ser utilizado en la clínica como parte del proceso terapéutico vocal. Ha sido empleado para diferenciar voces normales de anormales, para ayudar en el diagnóstico diferencial, para evaluar la efectividad de diferentes formas de tratamiento y también para rastrear progresos en la terapia vocal (Hillenbrand, 2011).

Aun cuando existe amplia literatura relacionada con el análisis acústico de la voz, esta no se encuentra sistematizada. Por ejemplo, si se busca en la plataforma Scimedirect.com artículos de revisión de los últimos cinco años empleando los términos MeSH “acoustic”, “voice” y “analysis” de las revistas *Journal of Voice*, *Speech Communication* y *Journal of Communication Disorders* se llega a 61 artículos. Ninguno de ellos se refiere propiamente tal a revisiones sobre el análisis acústico de la voz o sobre su uso en la práctica clínica. Por otra parte, los artículos hallados mediante búsqueda personal que refieren a investigaciones, suelen emplear como software de análisis el Visi Pitch o el MDVP.

Cuando se usan instrumentos en la práctica clínica, es relevante poder verificar algunas de sus propiedades como la validez, la confiabilidad o la variabilidad. El conocer la variabilidad de un indicador otorga indicios respecto de la estabilidad de la medida que entrega. Esto permite identificar si una medida varía por el azar o por una acción terapéutica. Además, también permite establecer si una medida es lo suficientemente estable como para ser tomada como línea de base en procesos terapéuticos.

En consecuencia, el propósito de la investigación que aquí se presenta es estudiar el comportamiento de la variabilidad de una serie de parámetros acústicos medidos con el programa Praat en una muestra de 31 sujetos adultos de Viña del Mar, Chile.

## CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

### 1.1 Evaluación de la voz

La función vocal es un fenómeno multidimensional por lo que su valoración contempla diversos aspectos (Farías, 2016). El proceso de evaluación vocal debe incluir una serie de medidas instrumentales y no instrumentales que entreguen información detallada del paciente desde diferentes perspectivas (Núñez-Batalla et al., 2019).

Los aspectos a considerar en el proceso de evaluación vocal han sido ampliamente descritos por diversos autores. De acuerdo a Stemple (2000), la evaluación diagnóstica de la voz contempla una serie de componentes como por ejemplo: a) la examinación médica, b) la entrevista al paciente, c) la evaluación perceptual de la voz, d) el análisis instrumental de la voz (que incluye análisis acústico y aerodinámico) y e) la evaluación funcional del movimiento de los pliegues vocales.

Por su parte, Cobeta y Núñez (2013) establecen que para llegar al diagnóstico de la patología vocal, el otorrinolaringólogo (ORL) cuenta con cinco elementos: la anamnesis, la valoración acústica subjetiva, la exploración clínica básica, la exploración por la imagen de la laringe y el análisis acústico.

La guía elaborada por el Comité de Foniatría de la Sociedad Laringológica Europea (European Laryngological Society, ELS) en el 2001 establece que el set básico de evaluación de disfonías comunes (excluyendo la disfonía espasmódica y aquellas voces cuya fuente no son los pliegues vocales) debe considerar: a) el análisis perceptivo, b) la videoestroboscopia c) el análisis acústico, d) las medidas aerodinámicas y e) el autoreporte del paciente.

Finalmente, Farías (2016) establece que el examen fonoaudiológico debe contemplar una serie de pasos tales como la anamnesis, el examen físico (estomatognático, postural y respiratorio), la evaluación perceptual y la acústica de la voz, así como la determinación de la habilidad fonatoria que incluye diagnóstico fonoaudiológico y pronóstico.

Así, es posible observar que el análisis acústico de la voz es parte fundamental del proceso de evaluación vocal. Este procedimiento es de amplio uso en la clínica (Farías, 2007; Jackson -Menaldi, 1992; Boone et al., 2010; Behlau y Pontes, 1995), no es costoso, es fácil de usar y no es invasivo (Delgado et al., 2017). Se le considera como una herramienta valiosa para cuantificar medidas de calidad vocal tanto en contextos clínicos como experimentales

(Amir et al., 2009).

Los parámetros acústicos obtenidos en el análisis acústico proveen medidas objetivas (Speyer et al., 2004; Werth et al., 2010) de forma no invasiva de la función vocal y parecen ser exitosos al momento de monitorear cambios en la calidad vocal a lo largo del tiempo (Dejonckere, 2010). Proporcionan una medida indirecta de los patrones vibratorios de las cuerdas vocales, así como de la forma del tracto vocal y de sus cambios a lo largo del tiempo (Muñoz et al, 2001).

Junto con la evaluación subjetiva por parte del clínico experimentado, el análisis acústico de la voz permite una mayor precisión diagnóstica, además de una mayor exactitud en la evaluación del progreso terapéutico (González et al., 2002). Sin perjuicio de lo anterior, es importante comprender que ningún equipo de análisis acústico actual puede sustituir la interpretación global que de una voz haga un explorador experimentado (Baken et al. 2000 en Cobeta y Núñez, 2013).

En síntesis, puede establecerse que el análisis acústico de la voz es un método de evaluación vocal objetivo y no invasivo, utilizado y utilizable con fines diagnósticos, terapéuticos e investigativos (Droguett, 2017). Este procedimiento permite monitorear cambios en la calidad vocal en un contexto de terapia (Chhetri y Gautman, 2017) y provee a los clínicos un método para valorar de manera temporal la eficacia de un tratamiento (Titze, 1995).

## **1.2 Análisis acústico de la voz: aspectos procedimentales**

Para realizar un análisis acústico de la voz, es necesario grabar una muestra de voz. Sin duda que este aspecto es “el requisito básico más importante para la valoración de la calidad vocal” (Dejonckere, 2010, p.12). La guía elaborada por el Comité de Foniatría de la ELS (2001) señala que es esencial que todas las grabaciones sean almacenadas como archivo digital para que puedan ser fácilmente recuperadas y que deben ser tomadas con una frecuencia de muestreo de al menos 20.000 Hz. Las grabaciones deben ser idealmente realizadas en una sala insonorizada, sin embargo, una habitación silenciosa con un ruido ambiente inferior a 50 dB es aceptable. La distancia boca micrófono de pedestal debe ser constante de 10 cms. y se recomienda el uso de un micrófono de cabeza. Farías (2007) recomienda el uso de un micrófono unidireccional que capte el rango de frecuencias de los sonidos del habla (0 Hz- 20 KHz) conectado a una grabadora digital o directamente a la

computadora.

Existen diferentes softwares para hacer análisis acústico de la voz, entre los cuales pueden distinguirse aquellos que son de libre acceso (Praat y Wavesurfer, entre otros) con los que son de pago (Multidimensional Voice Program Analysis o MDVP), Voxmetria, Dr. Speech, ANAGRAF, entre otros). El software Praat, Creado por Paul Boersma and David Weenink de la Universidad de Amsterdam, es un programa computacional de uso gratuito comúnmente empleado para realizar análisis acústico en contextos de investigación y clínica (Amir et al., 2009). El programa extrae una serie de parámetros acústicos y se ha demostrado que es exitoso al momento de discriminar voces normales de patológicas en estudios comparativos (Oguz et al., 2011).

### **1.3 Parámetros acústicos**

Dentro de los parámetros acústicos que comúnmente se utilizan en un análisis de voz, Cobeta y Núñez (2013) señalan los parámetros de frecuencia (frecuencia fundamental y perturbación de la frecuencia o jitter), los parámetros de intensidad (intensidad y perturbación de la intensidad o shimmer) y parámetros de ruido (Harmonic to Noise Ratio o HNR, Normalized Noise Energy o NNE y Noise to Harmonics Ratio o NHR). Los parámetros frecuencia fundamental, jitter y shimmer son considerados como medidas acústicas tradicionales (Lopes et al., 2020). Junto con HNR se los clasifica como medidas basadas en el tiempo y medidas basadas en el ruido (Pierce, 2017). Para efectos de la práctica clínica, la guía elaborada por el Comité de Foniatría de la ELS (2001) establece que las medidas de perturbación del periodo y de la amplitud y la medición de la proporción armónico-ruido son robustas.

#### **1.3.1 La frecuencia fundamental**

La frecuencia fundamental (F0) corresponde al componente frecuencial (armónico) más bajo de la señal microfónica. Representa el número de veces que las cuerdas vocales se abren y cierran por segundo y se expresa en ciclos por segundo o Hertz (Cobeta y Núñez 2013). El valor en Hz de la frecuencia fundamental (F0) de un sonido vocálico es el resultado de la vibración de los pliegues vocales (Jackson-Menaldi, 1992) y es una medida de uso habitual en la clínica (Behrman, 2005). Con respecto a su valor clínico, puede mencionarse que en voces patológicas se observa generalmente un descenso de la F0 pues la presencia de masa disminuye la vibración cordal (Farías, 2007).

### 1.3.2 La intensidad

La intensidad vocal corresponde al poder acústico del hablante y se correlaciona con la percepción auditiva de sonoridad. Típicamente se reporta en dB SPL (Boone, 2010). Koishi et al. (2003) establecen medias de intensidad en condición habitual de habla de 63 dB para ambos sexos. No obstante, al solicitar a los sujetos un nivel de intensidad “lo más elevado posible”, los autores informan una media de 72 db para ambos sexos. Cobeta y Núñez (2013) en tanto señalan que

para un adulto normal, la intensidad de la fonación durante la conversación está entre los 75 y 80 dB. El valor de la intensidad depende fundamentalmente de la amplitud de la vibración de las cuerdas vocales y de la presión subglótica. (p. 196)

### 1.3.4 Parámetros de perturbación: jitter y shimmer

Al hablar de perturbación, se alude a una pequeña distorsión, ruido o cambio temporal respecto de una conducta esperada (Titze, 1995). En el análisis acústico de la voz, los parámetros de perturbación más conocidos son el jitter o perturbación en la frecuencia y el shimmer o perturbación en la amplitud (Núñez et al., 2004). El jitter es afectado principalmente por la falta de control de la regularidad de la vibración de los pliegues vocálicos. El shimmer, en tanto, cambia con la reducción de resistencia glótica y las lesiones de masa en los pliegues vocálicos y se correlaciona, además, con la presencia de ruido en la emisión y/o soplosidad (Teixeira et al., 2013).

Debido a que son indicadores de la estabilidad de la señal acústica de un período al siguiente, se miden empleando vocales sostenidas (Farías, 2007). Dejonckere et al., (2001) proponen como medida acústica básica el percent jitter y el percent shimmer. Con relación al jitter, la mayoría de los investigadores consideran como la variación de valor típica entre 0,5 y 1,0 % para la vocal sostenida en adultos jóvenes (Teixeira et al., 2013). Respecto del shimmer, se considera voz patológica en valores bajo el 3% en adultos (Teixeira et al., 2013)

En relación con su uso clínico, se ha visto que el shimmer permite identificar la presencia o ausencia de ronquera (Lopes et al., 2014). El jitter y el shimmer permiten observar avances en el tratamiento de la voz (Chhetri & Gautam, 2017). Una de las limitaciones con relación al uso de las medidas de perturbación es que se vuelven poco fiables si la señal vocal contiene intermitencia, subarmónicos fuertes o modulaciones (Dejonckere et al., 2001)

### 1.3.5 Parámetros de ruido

Los parámetros de ruido, que analizan la relación ruido-sonido presente en la señal, corresponden al HNR (harmonic to noise ratio), el NNE (normalized noise energy) y el NHR (Noise to Harmonics Ratio). El HNR es una medida que cuantifica la cantidad de ruido presente en la señal de la voz (Ferrand, 2002). Este indicador numérico se obtiene mediante la medición de la relación entre la energía acústica de los armónicos y el ruido generado por la presencia de turbulencias del flujo aéreo y se expresa en dB (Casado et al., 2001). Para este parámetro, Cobeta y Núñez (2013) refieren un valor promedio de 25,641 Hz. Al igual que el jitter y el shimmer es un índice de estabilidad de la señal acústica de un período al siguiente (Farías, 2007). El *NNE* (normalized noise energy) transforma en una distribución normal los valores de intensidad de ruido encontrados en la muestra analizada (Cobeta y Núñez, 2013). Finalmente, el *NHR* (Noise to Harmonic Ratio) es la media del cociente de la energía inarmónica entre 1.500 y 4.500 Hz y la armónica entre 70 y 4.500 Hz. Se expresa en porcentaje y los valores obtenidos son de 0,126%, sin diferencias entre ambos sexos (Cobeta y Núñez, 2013).

### 1.4 Limitaciones del análisis acústico

Como ya se ha señalado, entre las bondades del análisis acústico de la voz, se encuentra el hecho de que se trata de un procedimiento no invasivo, de bajo costo, objetivo, que ayuda en el diagnóstico y que permite ver avances en la terapia vocal. Sin embargo, su uso no está exento de limitaciones y/o aspectos de carácter controversial.

La objetividad es una característica habitualmente atribuida al análisis acústico de la voz. Sin embargo, Titze y Verdolini (2012) señalan que las medidas instrumentales no están libres del sesgo humano y además puntualizan que “there is nothing about instrumented measures that makes them inherently more valid than perceptual measures, although they tend to be more reliable” [no hay nada acerca de las medidas instrumentales que las hagan inherentemente más válidas que las medidas perceptuales, si bien tienden a ser más confiables] (p.124)

Otro inconveniente es la falta de estándares de normalidad para cada una de las pruebas, con lo que los valores de referencia se obtienen muchas veces para cada uno de los equipos y para cada medio cultural (Cobeta y Núñez, 2013). Al respecto Muñoz et al. (2001) señalan:

Existen diversos programas de análisis que proporcionan parámetros acústicos de la señal vocal, aunque la mayoría de ellos (p. ej., Multi-Speech) no proporciona información de cuáles son los datos normativos de dichos parámetros, con lo cual, a la hora de estudiar una voz determinada debemos suponer, por ejemplo, que los valores de perturbación de frecuencia y de amplitud, ratio armónico ruido, etc., deben ser bajos para que se consideren normales, pero no sabemos su valor exacto y tampoco si hay diferencias entre sexos. (p. 139)

Otro problema práctico es que no todas las voces son idóneas para ser evaluadas mediante análisis acústico. Los sistemas que existen actualmente para este tipo de análisis no pueden, de manera confiable, analizar señales acústicas fuertemente aperiódicas (Dejonckere et al., 2001). Titze (1995) sostiene que existen distintos tipos de señales que denomina tipo 1, tipo 2 y tipo 3. Estas difieren entre sí en la periodicidad de la señal, siendo la primera la más periódica y la tercera, una señal sin estructura periódica aparente. La señal tipo uno es una voz con periodicidad suficiente como para ser analizada por medio de parámetros de perturbación tales como jitter, shimmer o harmonics to noise ratio (HNR) (Farías, 2016). Este aspecto tiene relevancia clínica pues es habitual ver en la consulta voces con niveles de ruido importante.

Uno de los usos clínicos del análisis acústico de la voz corresponde al monitoreo de progresos en la terapia (Chhetri y Gautman, 2017). Sin embargo, existe literatura que entrega hallazgos diferentes. Speyer et al. (2004) realizan un estudio cuyo objetivo es evaluar la eficacia de la terapia vocal tomando en cuenta tres variables: análisis acústico, valoración perceptual y hallazgos laringoestroboscópicos. El análisis acústico más común se realiza mediante tres parámetros: jitt%, shim% y HNR. La valoración perceptual, mediante una escala análogo visual. Los hallazgos laringoestroboscópicos se determinan mediante estos parámetros: el grado de cierre glótico, la amplitud de la vibración de los pliegues vocales (PPVV), la calidad de la onda mucosa, la regularidad del patrón vibratorio de los PPVV. En caso de presencia de lesión: el tamaño e impacto en la vibración de los PPVV. Entre los hallazgos, se encontraron diferencias significativas entre pre y post terapia en las tres áreas de manera general. Sin embargo, no todos los pacientes mostraron una diferencia significativa en los tres métodos, por lo cual los autores concluyen que se debe realizar una valoración

multidimensional de cara a identificar los avances en la terapia.

Finalmente, es importante mencionar que la mayoría de las medidas acústicas estándar, tales como las medidas de perturbación basadas en el tiempo (como jitter y shimmer) o las medidas que muestran la relación entre armonía y ruido (como por ejemplo la HNR) solo son válidas cuando se analiza una vocal sostenida (Núñez-Batalla et al., 2019; Titze, 1995). Esto tiene como inconveniente que no representa fielmente a la voz cotidiana del paciente (Delgado et al., 2017)

### **1.5 Variables que pueden afectar en el proceso de toma de muestra en el análisis acústico de la voz**

Diversos investigadores han identificado una serie de variables que inciden en el proceso de toma de muestra en el análisis acústico de la voz. A saber:

- a) Tipo de muestra a analizar: es de uso común la vocal sostenida /a/ para recoger las medidas puesto que las vocales sostenidas presentan estabilidad (Teixeira et al., 2008). Dejonckere et al. (2001) señala como ejemplo de protocolo estándar de grabación el uso de la vocal /a/ espontánea y otra ligeramente más sonora. Sin embargo, Stone y Rainey (1991), en un estudio de variabilidad, identifican como idónea a la /i/ para estudiar el jitter, más no a la /a/ ni a la /u/. Al respecto, autores como Brockman et al. (2011) establecen que las investigaciones que estudian la influencia de las vocales a emplear en los parámetros de perturbación jitter y shimmer no solo no son concluyentes, sino que también contradictorias.
- b) Intensidad vocal: representa una gran fuente de variabilidad en las medidas de jitter y shimmer (Brockman et al., 2011). Esto tiene relevancia clínica, pues en la práctica, se suele solicitar al paciente que emita un sonido en tono e intensidad cómodo y, naturalmente, la intensidad vocal cómoda para el paciente no está normada. Brockmann et al. (2011) sugieren el uso de la vocal /a/ y fonaciones a un mínimo de 80 dB de acuerdo a la evidencia con la que ellos cuentan a la fecha.
- c) Segmento de la señal a analizar: si bien es aceptado que se excluyan inicios y finales de la muestra, la metodología específica de la selección de muestra no suele ser detallada en los estudios. De ser objetivado este aspecto, podría tener efectos significativos en la estabilidad y confiabilidad de las medidas acústicas (Olszewski et al., 2011)

- d) Condiciones de la toma de muestra que inciden en la fiabilidad del análisis acústico como el tipo de micrófono y el ruido ambiental (Delgado et al., 2017)

### **1.6 Confiabilidad de los parámetros acústicos de la voz**

Stemple et al. (2000) establecen que para que una medida acústica sea válida debe ser capaz de: 1) discriminar una voz normal de una voz disfónica, 2) correlacionar positivamente con el juicio perceptivo auditivo del clínico respecto de la voz y 3) ser suficientemente estable a lo largo del tiempo. Sobre el punto tres, González et al. (2002) establecen que una propiedad de la que debe disponer todo instrumento de medida es el de una fiabilidad adecuada que permita confiar en la estabilidad de los valores obtenidos. Autores como Bough et al. (1996) concuerdan con esta idea al señalar que la utilidad del uso de medidas objetivas de la voz depende de la confiabilidad y de la validez de los instrumentos empleados para obtenerlas. Sin embargo, la emisión vocal del paciente puede no tener siempre las mismas características, y por ello es posible encontrar diferencias incluso entre dos exploraciones consecutivas (Cobeta y Núñez, 2013). Ante tal tipo de situaciones, autores como Leong et al. (2013) cuestionan la validez y confiabilidad de las llamadas medidas objetivas de la voz.

Se han realizado diversos esfuerzos orientados a medir estas propiedades de los parámetros acústicos de la voz en personas con voces no patológicas. Por ejemplo, González et al. (2002) investigan la fiabilidad mediante el estudio de la estabilidad de los parámetros acústicos que arroja el MDVP- Multi-Dimensional Voice Program en pruebas test retest en hombres y mujeres adultos. Entre los hallazgos más relevantes de los autores se encuentra la alta consistencia de los parámetros de frecuencia fundamental y que los parámetros de perturbación de la amplitud son más consistentes que los parámetros de perturbación de la frecuencia.

Por su parte, Diercks et al. (2013) estudian la confiabilidad mediante la medición del coeficiente de correlación intraclase (Intraclass Correlation Coefficients, ICC) de los parámetros F0, jitter, shimmer y NHR en niños mediante el MDVP en vocales sostenidas. Entre sus hallazgos informan sobre la excelente confiabilidad de la F0 versus la pobre confiabilidad de mean jitter, shimmer y NHR, entre las sesiones de grabación.

Carding et al. (2004) investigan la confiabilidad, el tamaño del efecto y la sensibilidad al cambio de tres medidas comúnmente usadas en la práctica clínica: jitter, shimmer y harmonics to noise ratio. El instrumento de medición es el MDVP y la tarea fonatoria es la emisión de

una /a/ confortable. Se estudian tres grupos, uno de los cuales corresponde a 50 personas con voz normal. Con relación a la confiabilidad, el coeficiente de correlación intra clase fue empleado como medida de la confiabilidad test retest. Sus resultados fueron 0,73 en promedio para el jitter, 0,55 en promedio para shimmer y 0,68 en promedio para noise to harmonics ratio. De acuerdo con estos resultados, la confiabilidad de estos parámetros se describe como moderada. De forma interesante señalan que “There are many sources of potential variability within the process of acoustic analysis” [existen muchas fuentes de variabilidad potencial en el proceso de análisis acústico] (p.543). Con relación a las voces patológicas, sin ser ellas motivo de este resumen, solo mencionan que su confiabilidad es pobre. Entre las conclusiones finales de la investigación se encuentra que

In conclusion, the acoustic analysis measures used in this study did not demonstrate adequate reliability, effect size or sensitivity to change to recommend their routine use to measure outcome in clinical trials of interventions aimed at improving voice quality [las medidas de análisis acústico usadas en este estudio no demuestran adecuada confiabilidad, tamaño del efecto o sensibilidad al cambio como para recomendar su uso en la rutina para medir avances en ensayos clínicos de intervenciones destinadas a mejorar la calidad vocal]. (p.543)

Leong et al. (2013) investigan la confiabilidad de los parámetros intensidad, F0, jitter, shimmer y NHR en la vocal /a/ sostenida medida con el MDVP. Entre sus hallazgos más relevantes se encuentra que la F0 en mujeres es la única medida con altos valores de ICC. En el caso de los hombres, jitter obtuvo alta confiabilidad, mientras que la F0 y su desviación estándar junto con jitter RAP alcanzó una confiabilidad moderada. El NHR obtuvo el más bajo ICC (0,23 en mujeres y 0,045 en hombres)

### **1.7 Variabilidad en los parámetros acústicos**

Como se ha visto hasta ahora, tanto en la clínica como en el ámbito de la investigación, la cantidad de parámetros acústicos y sus instrumentos de medición son variados. También son variadas las tareas fonatorias que pueden emplearse para obtenerlos. Tomando en cuenta lo mencionado, es útil considerar cómo la calidad vocal cambia a lo largo de cortos periodos de tiempo y de qué manera las medidas acústicas reflejan estos cambios (Pierce, 2017).

En la actualidad los parámetros acústicos son empleados en los procesos de evaluación y también como formas de documentar el progreso de una terapia (Speyer et al., 2004). Aquí se vuelve relevante su variabilidad y estabilidad. ¿Son acaso los parámetros acústicos lo suficientemente estables como para ser empleados como línea de base en un proceso de terapia, por ejemplo? O, por el contrario ¿son tan variables que su uso resulta poco práctico en la clínica? ¿Puede un parámetro acústico variar de manera espontánea o siempre obedece a un proceso terapéutico? ¿Existe la forma de identificar una variación espontánea respecto de una que sea producto de una acción terapéutica?

Distintas investigaciones se han realizado a propósito de identificar la variabilidad de los parámetros acústicos en voces sanas. La mayoría de ellas son de larga data. Probablemente esta situación se deba a que las investigaciones más recientes se han enfocado a estudiar parámetros o medidas que puedan emplearse para analizar disfonías severas en habla continua como el Cepstral Peak Prominence, CPP (Núñez- Batalla et al., 2018). Al respecto, autores como Heman-Ackah et al. (2003) señalan que la CPP para el habla continua es un buen predictor y una medida más confiable de disfonía que las medidas acústicas de jitter, shimmer y HNR.

Volviendo a las investigaciones sobre variabilidad en los parámetros acústicos, entre ellas es posible observar una alta heterogeneidad en su metodología ya sea en el proceso de toma de muestra, la tarea fonatoria empleada, los parámetros acústicos analizados, el tipo de población estudiada, etc. Tal situación obstaculiza la obtención de conclusiones generales al respecto.

A continuación, se describen de manera breve algunos de los trabajos realizados para medir la variabilidad en voces sanas.

Garret y Healey (1987) realizan un estudio cuyo objetivo es identificar la variación intrasujeto de los parámetros frecuencia fundamental del habla (SFF) junto con su desviación estándar y amplitud vocal. El procedimiento empleado es la medición del habla continua de diez hombres y diez mujeres en tres momentos del día: mañana, mediodía y tarde. La tarea solicitada es la lectura. El análisis de varianza con medidas repetidas revela que solo los hombres obtuvieron cambios estadísticamente significativos en su SFF. El grupo de mujeres no mostró diferencias significativas en este parámetro a lo largo del día. Con relación a la amplitud, medida en decibeles SPL, hombres y mujeres no difieren de manera significativa en

este parámetro a lo largo del día. Finalmente, los valores de la desviación estándar de la SFF fueron mucho mayores en mujeres respecto de hombres a lo largo del día. Se determina que la variabilidad en la SFF fue más alta en mujeres respecto de hombres. En un análisis detallado los autores concluyen que en el análisis acústico se observa una gran cantidad de variación individual del hablante. Además, sugieren que la práctica de designar un valor único al hablante de su frecuencia o intensidad tanto para poblaciones normales como clínicas debiese ser cuestionado.

Higgins y Saxman (1989) se proponen examinar la variabilidad intrasujeto de la perturbación de la frecuencia en intervalos de dos días durante un período de 33 días en diez mujeres y cinco hombres adultos con voces sanas. Además, comparan la relación entre tres medidas de la perturbación de la frecuencia. Los parámetros evaluados son: jitter factor (JF), pitch perturbation quotient (PPQ) y directional perturbation quotient (DPQ). Se emplea como tarea fonatoria la emisión de la /i/ y la /u/ por alrededor de cinco segundos. De manera explícita se les pide a los sujetos mantener una intensidad y un pitch estable, las muestras no estables son descartadas. La variabilidad intrasujeto se calcula a partir de coeficientes de variación de los valores de perturbación promedio de cada sujeto. Los resultados fueron agrupados de acuerdo a los parámetros medidos separando hombres de mujeres y tareas fonatorias: /i/ versus /u/, resultando más estable la /i/. Respecto de los parámetros, JF y PPQ presentan más variabilidad que DPF en hombres y mujeres. Entre sus resultados se aprecia que los coeficientes de variación de los tres parámetros son notablemente más amplios en mujeres que en hombres. Los autores señalan que esto puede estar relacionado con diferencias entre géneros a nivel de alguna variable fisiológica que influye en el control de la laringe. Una de ellas puede corresponder a las variaciones hormonales en mujeres jóvenes que inciden en conductas laríngeas.

Stone y Rainey (1991) realizan una investigación cuyo objetivo es describir las propiedades de distribución de vocalizaciones intra e inter sujeto de 23 mujeres de alrededor de 26 años de edad con voces sanas evaluadas con Visi- Pitch. Los parámetros evaluados son: F0 promedio y su desviación estándar, dBA promedio y su desviación estándar y jitter. La tarea fonatoria empleada es la lectura del Rainbow Passage y las vocales sostenidas /i/, /a/ y /u/, llevada a cabo en tres ensayos diferentes. Dentro de los resultados, se destaca a la F0 en lectura y el jitter para /i/ como parámetros estadísticamente estables al ser medidos de manera

repetitiva. Además, exhiben una variabilidad menor al 30% lo cual se califica como deseable por los autores. Estos señalan que para utilidad clínica es deseable que un parámetro no exceda el 30% de variabilidad respecto del promedio.

Dwire y Mccauley (1995) estudian la variabilidad intrasujeto en adultos con voces no patológicas. Su muestra se compone de 24 mujeres y 25 hombres cuyo promedio de edad son 20 años. Se mide la F0 y el relative average perturbation (RAP) con el Visi-Pitch. La tarea fonatoria empleada es la emisión de vocales /a/, /i/ y /u/. Se realizan dos mediciones diferentes con un intervalo de 7 a 14 días. Entre los hallazgos se menciona valores significativamente más altos de jitter RAP en mujeres respecto de hombres en todas las vocales. En el caso de las mujeres es más alto para la /a/. En el caso de los hombres, el valor más alto es para la /u/. La estabilidad entre sesiones fue determinada mediante el cálculo del coeficiente de correlación para la sesión 1 versus la sesión 2. Estos valores fueron mayores en hombres (0,83 a 0,9) respecto de mujeres (0,3 a 0,58). Los autores señalan que para las mujeres existe una relación moderada entre sesiones para dos de las tres vocales estudiadas (/a/ y /u/). En cambio, para los hombres existe una relación marcada entre las sesiones para las tres vocales. La estabilidad intrasujeto e intra sesión se mide con el coeficiente de variación. Entre los hallazgos, se encuentra un valor mayor entre mujeres (26,87 a 35,6 %) respecto de los hombres (24,24 % a 32,6%). Con relación a las vocales, en mujeres la /a/ presenta un coeficiente de variación mayor (30 a 35 %). En hombres, la vocal que presenta mayor variación es la /i/ (entre 27% y 32 %). Finalmente, este estudio además compara los valores de jitter RAP con el punto de corte establecido por el Visi-Pitch estableciendo que los valores de las mujeres tienden a exceder ese punto aumentando la probabilidad de obtener falsos positivos.

Bough et al. (1996) estudian la variabilidad intrasujeto de medidas objetivas de la voz en ocho mujeres y seis hombres sanos en 15 sesiones. Se emplea el Visi-Pitch para el análisis acústico y el Fourcin Laryngograph/Kay Sonograph para el análisis electroglotográfico. Se mide la F0 y la perturbación de la frecuencia con el Visi-Pitch. Se mide jitter, shimmer y HNR con el Fourcin Laryngograph. La variabilidad es determinada mediante el coeficiente de correlación intraclase (ICC / Intraclass correlation coefficients). Se agrupan los resultados de acuerdo a si las mediciones fueron realizadas el mismo día o en diferentes días. Uno de los principales hallazgos se relaciona con la estabilidad y confiabilidad que presenta el parámetro F0, ya sea medido en diferentes días o en el mismo día. Esto se aplica tanto a su obtención

mediante análisis acústico como eletroglotográfico al comparar las ICC (todas sobre 0,9). Respecto al parámetro jitter, con base en los resultados de la ICC se establece que su medición mediante Visi-Pitch es más consistente y confiable que si se mide mediante EGG. Esto se aplica tanto a mediciones en el mismo día y entre días.

Artkoski et al. (2002) investigan los cambios de la voz en 11 mujeres y 10 hombres adultos con voces no patológicas. La tarea fonatoria es la lectura, la cual se realiza en dos momentos del día: mañana y tarde. Los parámetros acústicos estudiados son la F0 y el nivel de presión sonora analizados con un dispositivo denominado *Intelligent Speech Analyzer*. El día de la toma de muestra se solicita a los usuarios que de ser posible se mantengan en silencio para evitar carga vocal. Con respecto a los resultados, la F0 tiende a ser más alta por las tardes. Sin embargo, se trata de un cambio que no es estadísticamente significativo. Los cambios observados en el nivel de presión sonora tampoco resultan estadísticamente significativos.

A partir de los antecedentes expuestos, es razonable establecer que existe información poco concluyente que avale la consistencia de los parámetros acústicos. Esta situación es relevante respecto de su uso en la clínica. Tal como Leong et al. (2013, p.) señalan

If we are to use such measures for clinical and research purposes, we are obligated to assure that the measures are accurate and that they are reasonably consistent from trial to trial in the same subject under the same circumstances” [si vamos a usar tales medidas para propósitos clínicos y de investigación, estamos obligados a asegurar que las medidas son precisas y que son razonablemente consistentes de prueba a prueba en el mismo sujeto bajo las mismas circunstancias]. (p. 171)

Es evidente entonces que aquí existe un problema y que necesario entonces seguir recolectando evidencia que permita tener mayor claridad sobre este asunto. Es por ello que el propósito de la investigación que se presenta en esta tesis es estudiar el comportamiento de variabilidad intersujeto de una serie de parámetros acústicos medidos con el software Praat.

## CAPÍTULO 2. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1 Especificación de las variables

#### 2.1.1 Variables:

##### a) Pitch

Medida perceptual psicoacústica –medida en Hertz- de un sonido, cuyo correlato acústico primario es la frecuencia fundamental (Titze, 1995). En esta investigación serán considerados los siguientes parámetros que el programa Praat arroja.

- median pitch
- mean pitch
- minimum pitch
- maximum pitch

##### b) Jitter

Perturbación a corto plazo ciclo a ciclo de la frecuencia fundamental (Farías, 2016). En esta investigación se consideran los siguientes tipos de jitter que el programa Praat arroja.

- jitter (RAP, Relative Average Perturbation): Diferencia absoluta promedio entre un periodo y su promedio y sus dos vecinos, dividido por el periodo promedio (Fuente: Manual Praat)
- jitter ppq5 (Five Point Period Perturbation Quotient): medida definida como la diferencia promedio absoluta entre un intervalo (tiempo entre dos puntos consecutivos) y su promedio además de sus cuatro vecinos cercanos, dividido por el intervalo promedio (Fuente: Manual Praat)
- jitter DDP (Difference of Differences of Periods): medida definida como la diferencia promedio absoluta entre las diferencias consecutivas entre intervalos consecutivos dividido por el intervalo promedio (Fuente: Manual Praat)

##### c) Shimmer

Medida de perturbación a corto plazo ciclo a ciclo de la amplitud de la onda sonora (Farías, 2016). En esta investigación se consideran los siguientes tipos de shimmer que el programa Praat arroja.

- shimmer (APQ3, three-point Amplitude Perturbation Quotient): Diferencia absoluta promedio entre la amplitud de un periodo y el promedio de las amplitudes de sus vecinos, dividido por la amplitud promedio (Fuente Manual Praat)

- shimmer (APQ5, five-point Amplitude Perturbation Quotient): Diferencia absoluta promedio entre la amplitud de un periodo y el promedio de las amplitudes de ese periodo y sus cuatro vecinos más cercanos, dividido por la amplitud promedio (Fuente: Manual Praat)
- shimmer (APQ11, 11-point Amplitude Perturbation Quotient): Diferencia absoluta promedio entre la amplitud de un periodo y el promedio de las amplitudes de ese periodo y sus 10 vecinos más cercanos, dividido por la amplitud promedio (Fuente: Manual Praat)
- shimmer (DDP): Diferencia absoluta promedio entre las diferencias consecutivas entre las amplitudes de periodos consecutivos (Fuente: Manual Praat).

#### **d) Señal Armónico Ruido (harmonics to noise ratio)**

Se refiere a la presencia de armónicos en la señal en relación a la presencia de ruido (Fariás, 2016)

## **2. 2 Tipo de estudio, diseño y alcance**

El alcance del estudio es exploratorio por cuanto si bien existe literatura respecto del tema de la variabilidad de los parámetros acústicos, esta se encuentra poco sistematizada. Además, el programa *Praat* no suele ser el software de elección de esos estudios. El enfoque del estudio es cuantitativo por cuanto incluye datos numéricos y cuantificables. El diseño es no experimental ya que no cuenta con manipulación de variables, grupo control ni aleatoriedad en selección de sujetos. Además, es considerado de tipo longitudinal pues pretende observar cambios a lo largo de un determinado periodo de tiempo. En el caso de esta investigación se trata de un mes.

## **2.3. Sujetos, universo y muestra**

### **2.3.1 Población de estudio**

Estudiantes entre 20 y 30 años con un GIRBAS igual a cero o con uno de sus seis parámetros cuantificado como uno, de primer a cuarto año matriculados en las carreras pertenecientes a la sede de Viña del Mar de la Universidad Santo Tomás.

### **2.3.2 Muestra**

Estudiantes entre 20 y 30 años de primer a cuarto año matriculados en las carreras pertenecientes a la sede de Viña del Mar de la Universidad Santo Tomás. Los alumnos seleccionados debían poseer una escala GIRBAS en donde 1) todos sus parámetros estén en cero o 2) uno de los seis parámetros estén en valor 1 como máximo. Los sujetos accedieron voluntariamente (firmando un consentimiento informado) a participar de la investigación,

debiendo cumplir los criterios de inclusión. Se escogió ese tramo de edad con la idea de excluir etapas de la vida donde se generan los mayores cambios en la voz 1) adolescencia, donde aparecen quiebres en la voz, además de ronquera, especialmente en hombres (Hollien, 2012) y 2) senescencia, en la que se observa temblor y pérdida de intensidad en la voz (Fernández et al., 2006). Se espera así conseguir una muestra más estable cuyas variaciones no se expliquen por cambios propios de la edad de los sujetos.

### **3.3.3 Tamaño de muestra**

31 sujetos.

### **2.3.4 Tipo de muestra**

No probabilística (es decir, no todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser escogidos). Tipo de muestreo: participante voluntario.

## **2.4 Criterio de inclusión y exclusión**

### **2.4.1 Criterios de inclusión**

- Tener entre 20 y 30 años de edad sin importar sexo biológico (el sexo no se considera, porque es parte de los objetivos del estudio).
- Poseer un GIRBAS con 1) todos sus parámetros en cero o 2) uno de los seis parámetros en valor 1 como máximo.

### **2.4.2 Criterios de exclusión**

- Poseer antecedentes de patología laríngea diagnosticada por médico ORL (tales como DuscDusnódulos, pólipos, edema de Reinke, quiste, parálisis de pliegues vocales, u otra).
- Poseer antecedentes de disfonía de cualquier índole (diagnosticada por profesional médico o fonoaudiólogo)
- Poseer patología vocal o laríngea en la actualidad.
- Fumar.

## **2.5 Instrumentos de medición aplicados**

### **2.5.1 Proceso de grabación de muestra**

a) Praat: software desarrollado en la Universidad de Amsterdam por Paul Boersma y David Weenink en el año 1992. Es de libre distribución y permite realizar análisis acústico, síntesis articulatoria, procesamiento estadístico de los datos, edición y manipulación de las señales de audio (De Mier et al., 2013)

- b) Interfaz Saffire PRO 24 Focusrite
- c) Micrófono condensador cardioide. Audio- Technica AT2035: micrófono condensador con patrón polar cardioide. Respuesta a las frecuencias 20hz a 20kHz. Distancia boca micrófono de diez cms medido con regla.
- d) Soporte de micrófono Hércules Quick-N-EZ Series MS533B
- e) MacBook Air 13.3/1.6 ghZ/8GB/128GB
- f) Cámara silente laboratorio de audición de la Universidad Santo Tomás.
- g) Texto fonéticamente equilibrado en español (Anexo 1)

## 2.5.2 Proceso de selección de usuarios para muestra

### a) Escala GIRBAS

Creada por el Comité para Test de la Función Fonatoria de la Sociedad Japonesa de Logopedia y Foniatría en 1969, es una de las escalas de evaluación vocal perceptiva más difundida (Farías, 2007). Valora grado (G, *grade*), Aspereza (R, *Roughness*), Soplosidad (B, *Breathiness*), Astenia (A, *Asthenicity*) y Tensión (S, *Strain*) en una escala de 0-3 (Farías, 2007). Cada escala se mide con cuatro puntos: “0” normal, “1” leve, “2” moderado, y “3” severo (Farías 2007). Esta escala es modificada por Dejonckere et al. en 1996, pasando a denominarse GIRBAS al agregar el parámetro I de Inestabilidad (Farías, 2016). A continuación, se adjunta un resumen de la tabla elaborada por Farías (2016) para describir cada parámetro.

### Tabla 1

#### *Escala GIRBAS y sus parámetros*

| GIRBAS                     | 0= Normal; 1= Leve; 2=Moderado; 3= Severo   |
|----------------------------|---|
| Grade – Grado              | Es el grado general de disfonía o desvío de la voz normal. Es una valoración global.  |
| Roughness/ Aspereza        | Es el parámetro vinculado con lo “ruidosa” o irregular que se percibe la voz, por irregularidad de los pulsos glóticos.                   |
| Breathiness/<br>Soplosidad | Impresión psicoacústica de la cantidad de aire que se escapa a través de la glotis. Indica cuánto aire se percibe en la voz del paciente. |

| GIRBAS  | 0= Normal; 1= Leve; 2=Moderado; 3= Severo                  |
|---|--|
| Aesthenia/ Astenia  | Es el grado de debilidad o astenia de la voz.              |
| Strain/ Tensión   | Grado de hiperfunción o tensión de la voz                  |
| Inestabilidad<br>(parámetro no considerado originalmente) | Inestabilidad o fluctuación en la F0 y/o en calidad vocal. |

## b) Anamnesis breve

Aplicada a cada sujeto previo a la investigación con el objetivo de determinar si cumple con los criterios de inclusión (ver anexo 2).

### 2.5.3 Análisis estadístico

- a) Software de libre distribución Python en su versión 3.7 (Van Rossum y Drake, 2009)
- b) Librería SciPy (Virtanen et al., 2020)
- c) Librería Seaborn (Waskom et al, 2017) para el análisis gráfico.

## 2.6. Procedimientos

**Paso 1. Convocatoria y reclutamiento:** los sujetos voluntarios son reclutados mediante avisos en redes sociales de la Universidad Santo Tomás, Sede Viña del Mar. Los avisos contienen información muy general relativa al estudio y los datos de contacto con el investigador. En este proceso 70 personas manifiestan su voluntad de acceder al estudio.

**Paso 2. Firma de consentimiento informado:** entrega de consentimiento informado a los voluntarios para su lectura y posterior firma (ver anexo 3).

**Paso 3. Aplicación de anamnesis breve:** este paso tiene como objetivo determinar si los sujetos cumplen con los criterios de inclusión. En caso de cumplirlos, se realiza la toma de muestras.

**Paso 4. Primera fase toma de muestras:** los sujetos leen un texto fonéticamente balanceado en la cámara silente del laboratorio de audición de la Universidad Santo Tomás. Esta muestra es enviada a fonoaudiólogos dedicados al área de voz (mínimo 5 años de ejercicio) para aplicación de GIRBAS.

**Paso 5. Aplicación de escala GIRBAS:** las muestras son entregadas a 10 fonoaudiólogos

dedicados al área de voz (mínimo 5 años) para la aplicación de escala GIRBAS. El estudio continúa solo con aquellos que obtengan un GIRBAS de cero en cada uno de sus parámetros o como máximo un valor de uno en uno de los seis parámetros (Ejemplo: G0 I0 R1 B0 A0 S0). En caso de sospecha de alteraciones vocales, se sugiere al sujeto derivación al Laboratorio de Voz de la Sede de Fonoaudiología de la Universidad Valparaíso ubicada en Angamos 655. En este proceso 12 personas son excluidas del estudio debido a sus resultados en la escala GIRBAS.

**Paso 6. Segunda fase de toma de muestra:** se inicia una segunda fase de toma de muestra en todos los sujetos que cumplen con los requisitos del paso anterior. Esta tiene lugar en la cámara silente del laboratorio de audición de la Universidad Santo Tomás. Se le pide al sujeto que emita una /a/ que le resulte cómoda hasta que el investigador haga la señal de detenerse (señal universal con la mano). Se repite este procedimiento semanalmente: cada viernes entre las 15:00 pm y 18:00 pm de acuerdo a la disponibilidad del sujeto hasta completar un mes. Cada vez que el sujeto ingresa a la cámara debe emitir cuatro /a/ de entre 3 y 5 segundos hasta completar 16 muestras de grabación en un mes. En este proceso 27 personas abandonan la investigación quedando 31 sujetos.

Se escoge esta muestra (vocal /a/) puesto que las vocales sostenidas presentan una mayor estabilidad (Teixeira et al., 2008). Respecto de las condiciones de toma muestra, estas fueron tomadas en una cámara silente con el micrófono a diez cms. de distancia de la boca. La distancia fue medida con regla.

**Paso 7. Análisis de resultados:** se identifica la variabilidad de los parámetros acústicos mediante la prueba estadística de Levene. Posteriormente, se identifican diferencias estadísticamente significativas entre porcentajes de variabilidad. Se detalla este proceso a continuación.

## CAPÍTULO 3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Este procedimiento para estudiar el comportamiento de la variabilidad incluye tres etapas de análisis. En primera instancia se identifican los grados de variación por sujeto y parámetro. En segundo lugar, se identifica el porcentaje de parejas cuya variación es estadísticamente igual. Finalmente, se determina si las diferencias entre los porcentajes establecidos en el paso dos son estadísticamente significativas.

### 3.1 Grados de variación por sujeto

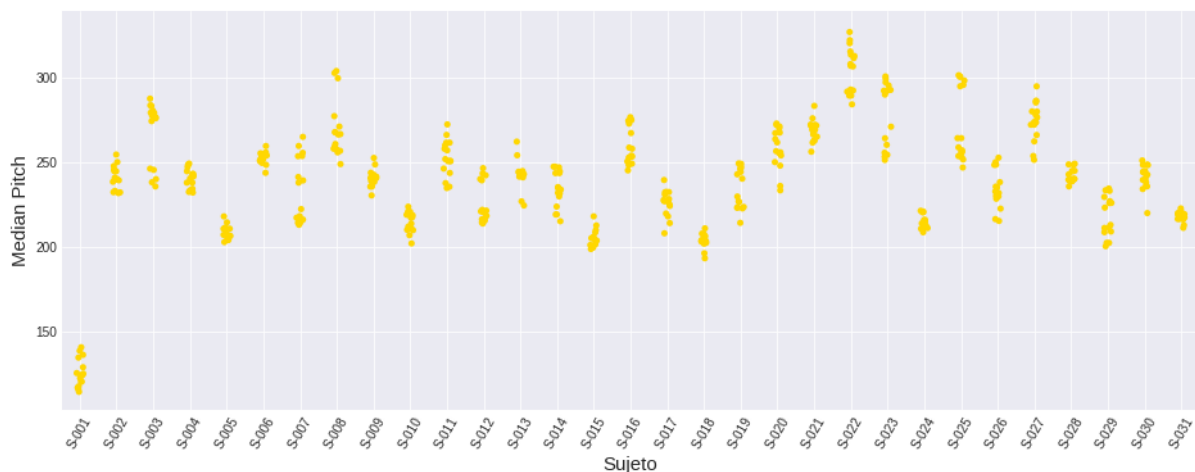
En primer lugar, se realiza un análisis de tipo observacional que consiste en un reporte y descripción gráfica con dispersogramas de las observaciones obtenidas por los 31 sujetos de prueba para los 14 parámetros acústicos medidos.

#### 3.1.2 Parámetro pitch

Los parámetros pertenecientes a la categoría pitch presentan distintos grados de variación entre los 31 sujetos, fenómeno que se logra observar en el dispersograma de la figura 1 (median pitch). En este parámetro, por ejemplo, no es posible observar una variación de rango constante entre los sujetos de estudio. Un ejemplo de esto es lo que se visualiza al comparar las mediciones obtenidas entre el sujeto 7 y el sujeto 31. En el primer caso el sujeto presenta un rango de variabilidad aproximado de 50 (hz), variación muy distinta a lo observado en el sujeto 31, quien muestra un rango aproximado de variabilidad de 10 (hz).

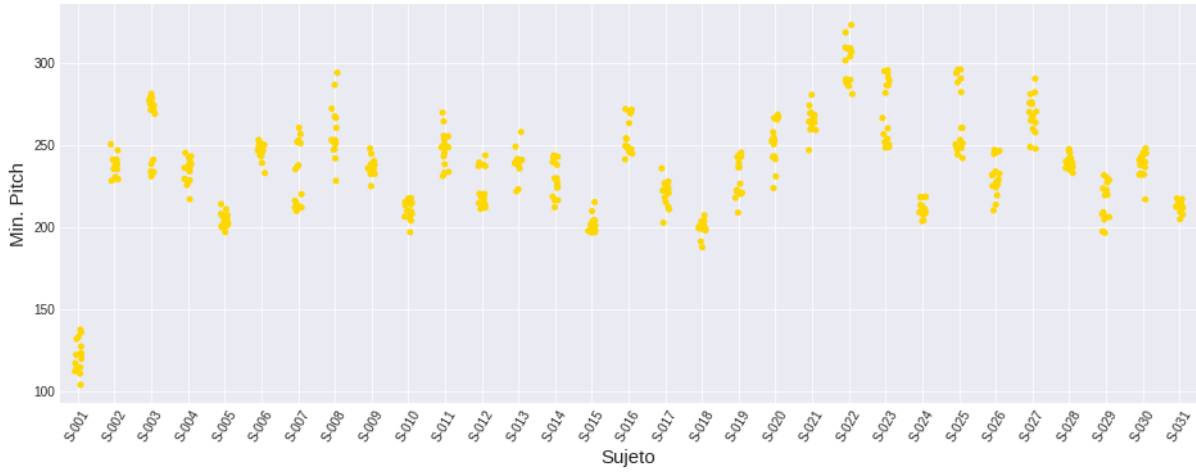
#### Figura 1

*Dispersograma de las mediciones del parámetro acústico median pitch por sujeto*

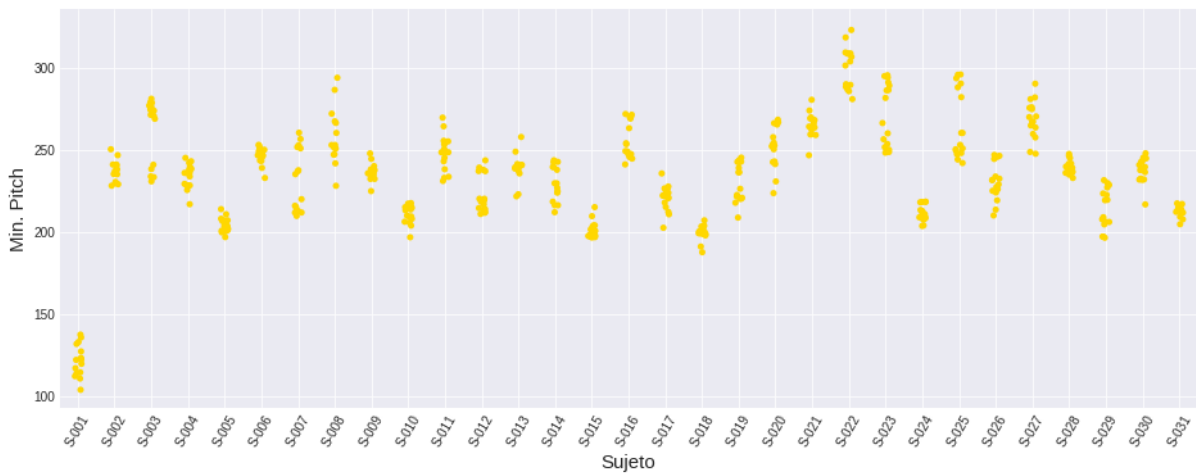


**Figura 2**

*Dispersograma de las mediciones del parámetro acústico mean pitch por sujeto*

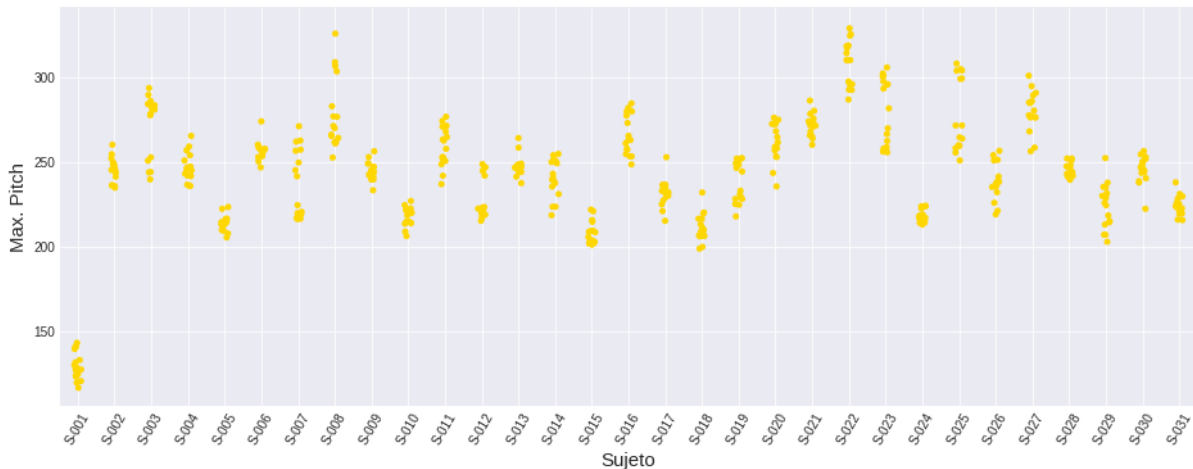
**Figura 3**

*Dispersograma de las mediciones del parámetro acústico minimum pitch por sujeto*



**Figura 4**

*Dispersograma de las mediciones del parámetro acústico maximum pitch por sujeto*

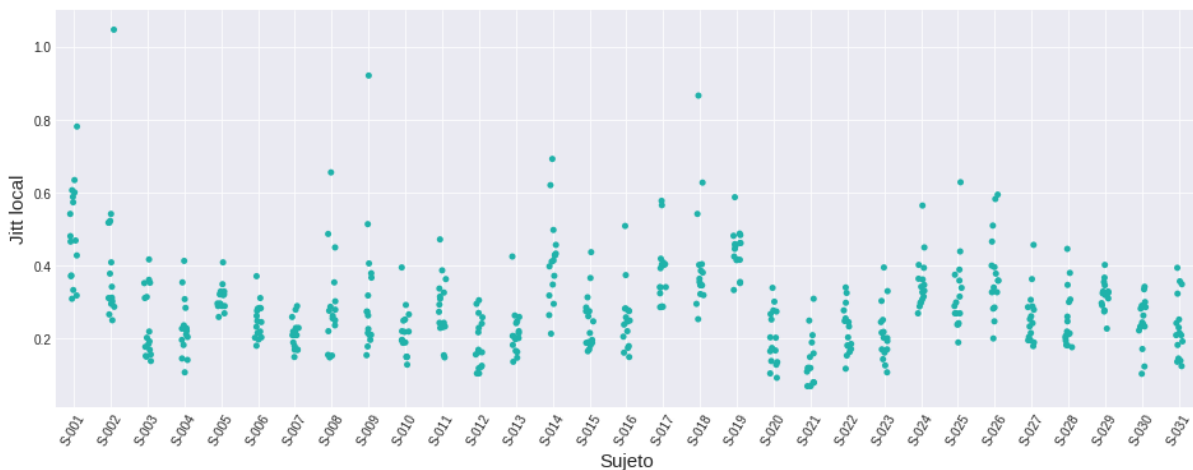


### 3.1.2 Parámetro jitter

Es posible apreciar que los cuatro parámetros dentro del parámetro jitter presentan grados de variación similar en los 31 sujetos. Tal es el caso del parámetro jitt local (Figura 5) que presenta mediciones con rangos de variabilidad uniforme de aproximadamente un 0,3% en gran cantidad de sujetos al realizar las comparaciones uno por uno, independiente del valor medio que se pueda obtener en los 31 sujetos.

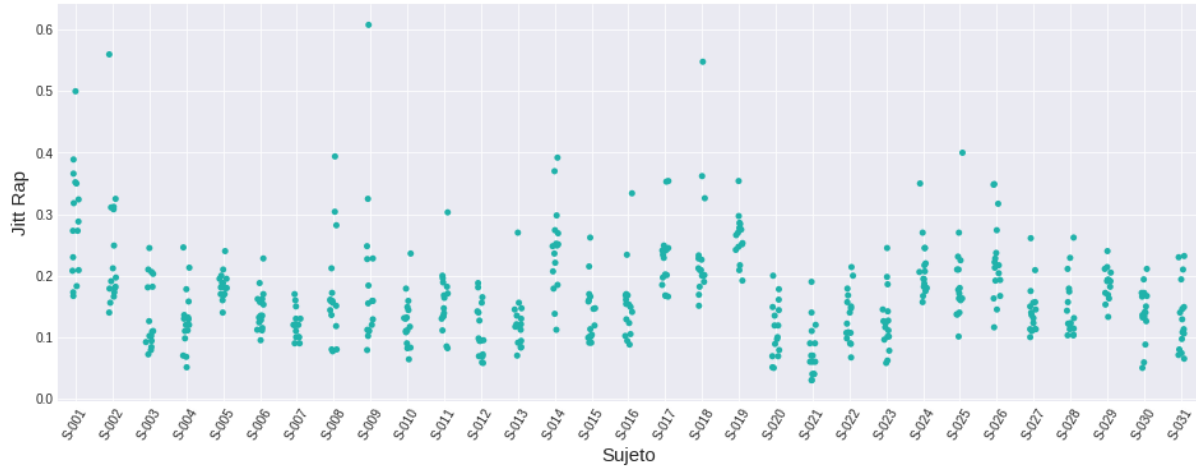
**Figura 5**

*Dispersograma de las mediciones del parámetro acústico jitt local por sujeto*

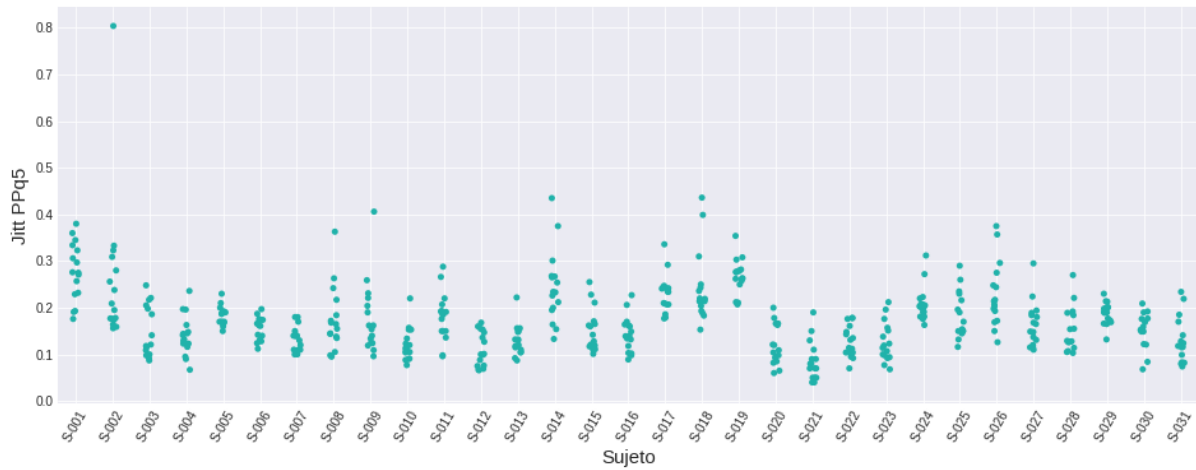


**Figura 6**

*Dispersograma de las mediciones del parámetro acústico jitt RAP por sujeto*

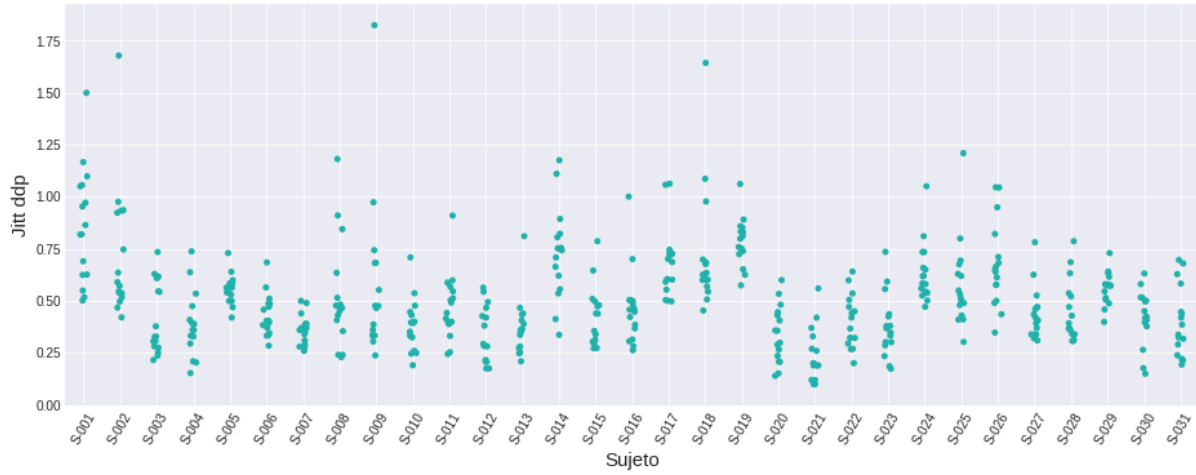
**Figura 7**

*Dispersograma de las mediciones del parámetro acústico jitt ppq5 por sujeto*



**Figura 8**

*Dispersograma de las mediciones del parámetro acústico jitt DDP por sujeto*

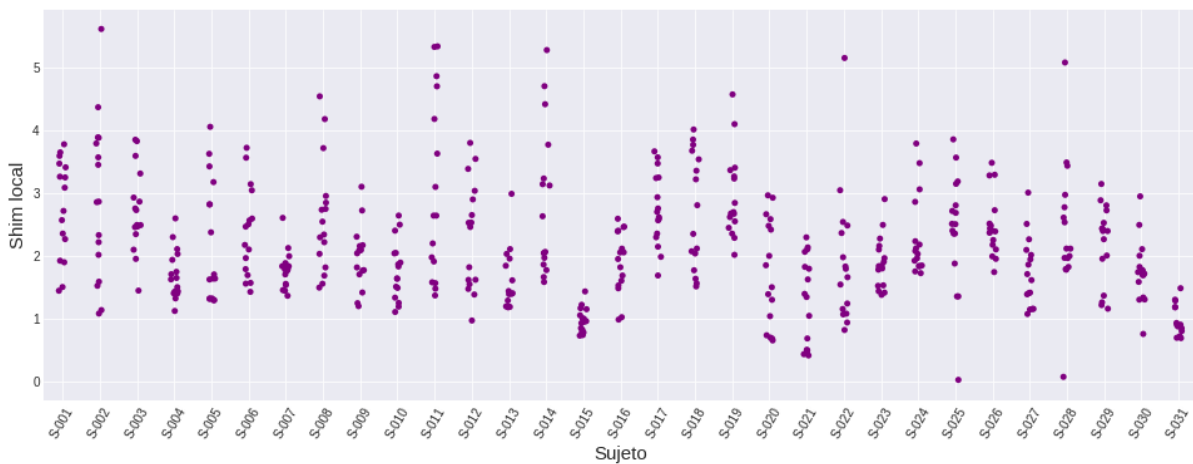


### 3.1.3 Parámetro shimmer

Es posible apreciar que los cinco parámetros dentro del parámetro shimmer presentan grados de variación diferente en los 31 sujetos. Esto puede apreciarse, por ejemplo, en la figura 9 (shimmer local) al observar la variación del sujeto 2 de alrededor de un 5% respecto de la variación del sujeto 31 de alrededor del 1%. Fenómeno similar puede observarse en la figura 10 (shimmer APQ3) al comparar la variación del sujeto 23 con el 11.

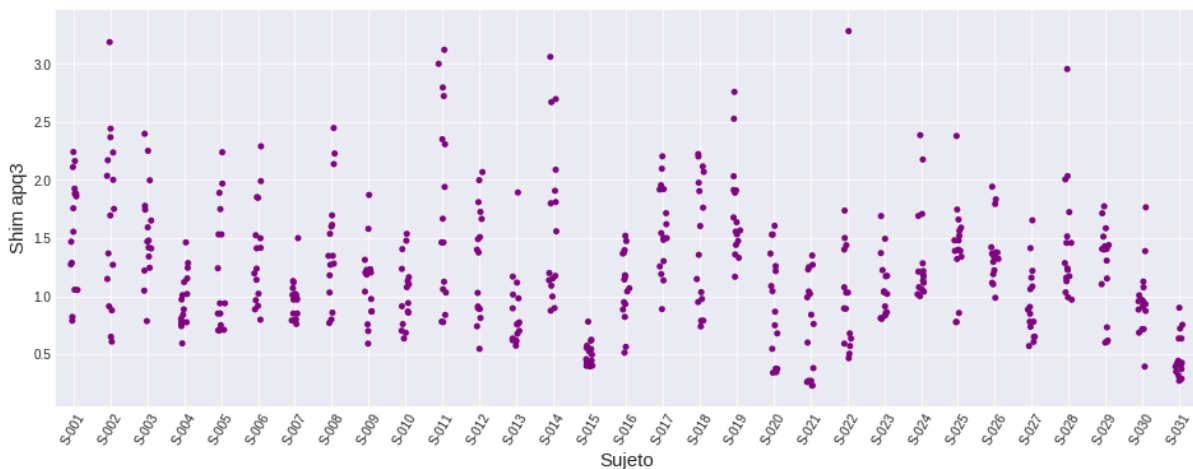
**Figura 9**

*Dispersograma de las mediciones del parámetro acústico shimmer local por sujeto.*



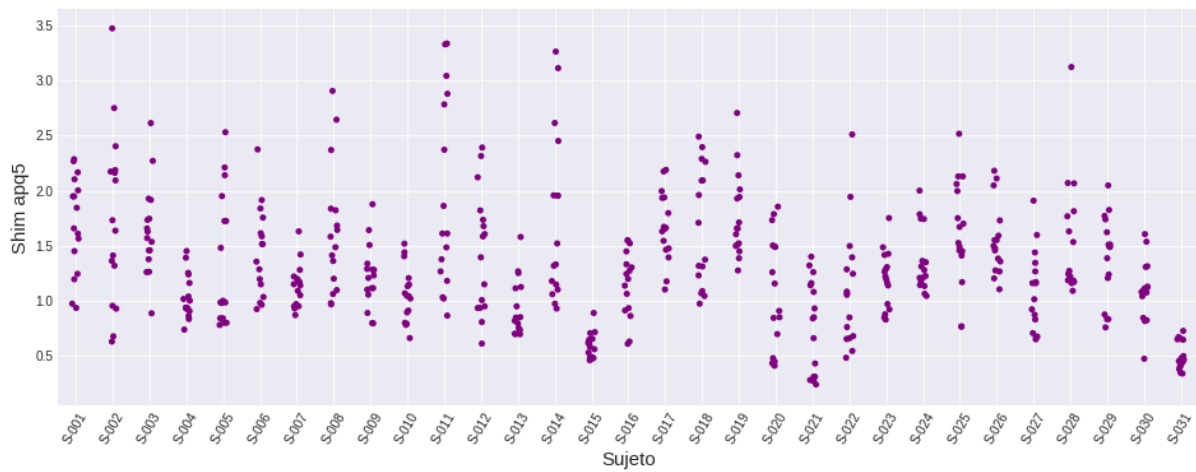
**Figura 10**

*Dispersograma de las mediciones del parámetro acústico shimmer APQ3 por sujeto.*

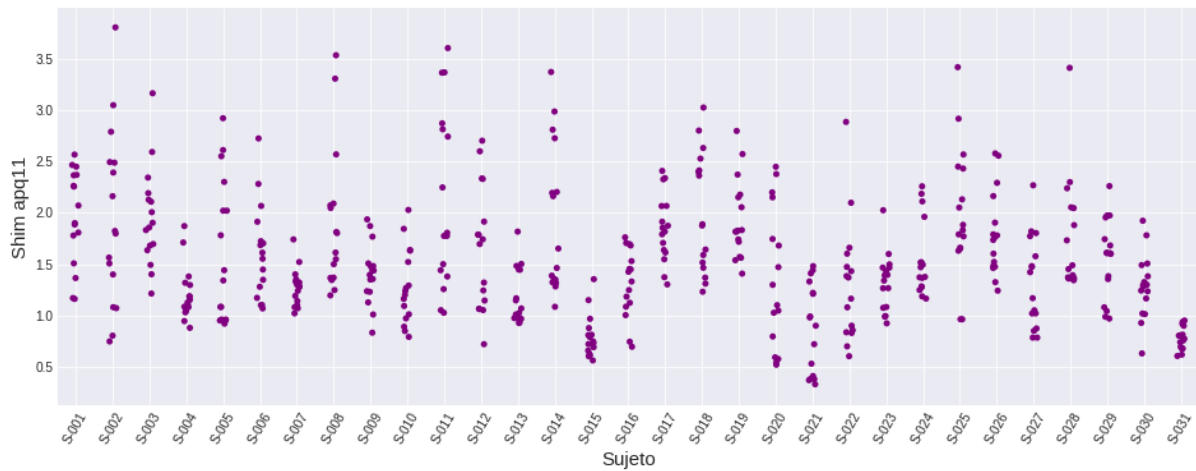


**Figura 11**

*Dispersograma de las mediciones del parámetro acústico shimmer APQ5 por sujeto.*

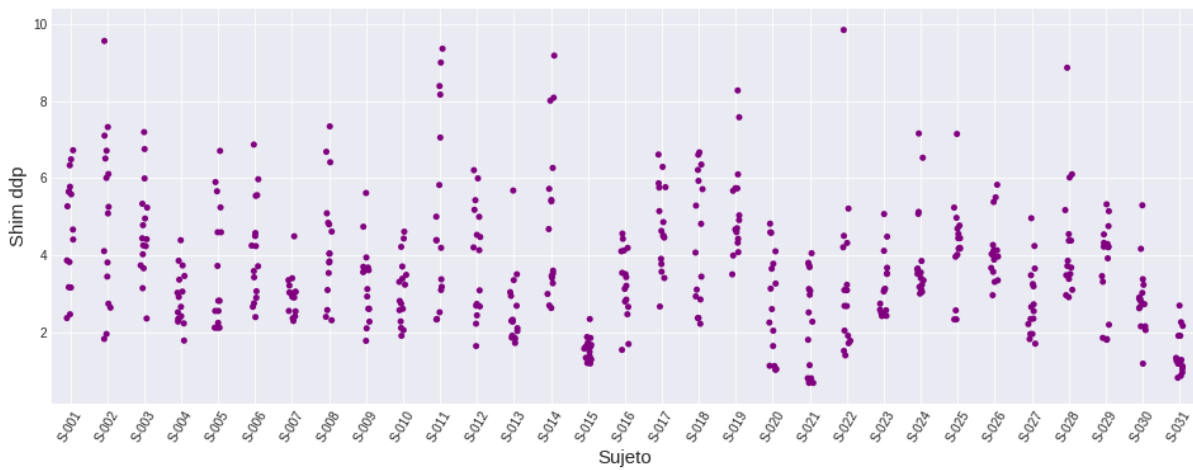
**Figura 12**

*Dispersograma de las mediciones del parámetro acústico shimmer APQ11 por sujeto.*



**Figura 13**

*Dispersograma de las mediciones del parámetro acústico shimmer DDP por sujeto.*

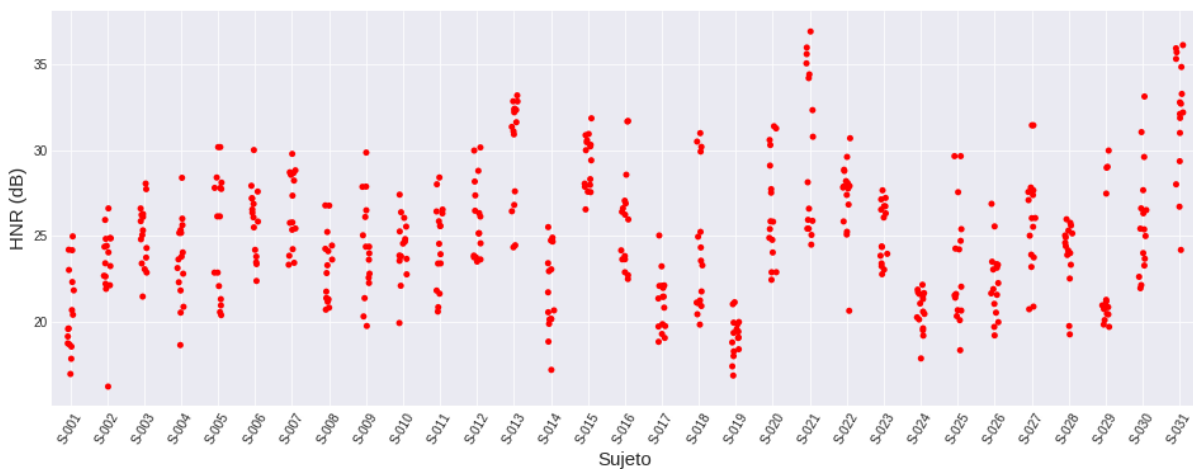


### 3.1.4 Parámetro harmonics-to-noise ratio

Es posible apreciar que para este parámetro existen grados de variación similar en los 31 sujetos, de alrededor de 8 db.

**Figura 14**

*Dispersograma de las mediciones del parámetro acústico HNR por sujeto.*



Es posible concluir que existen parámetros acústicos que tienden a presentar una variabilidad uniforme. Tal es el caso de los parámetros jitter: jitt local, jitt RAP, jitt Ppq5 y jitt DDP. De forma contraria, es posible apreciar que existen parámetros cuya tendencia es no

presentar una variabilidad uniforme. Tal es el caso de los parámetros median pitch y mean pitch. Por este motivo y en una segunda instancia de análisis se aplica la prueba de Levene que permite identificar si las varianzas son estadísticamente iguales esta vez a partir de parejas de sujetos.

### 3.2 Comparación de varianzas

En una segunda etapa de análisis, se comparan las varianzas de cada parámetro por parejas. Para efectos de esta investigación, los 31 sujetos originan 465 parejas posibles de comparación para cada parámetro acústico medido. Así, por ejemplo, para el parámetro median pitch existen 31 varianzas en 465 parejas posibles de comparación. Se aplica la prueba de Levene para identificar si en cada parámetro acústico medido las parejas presentan varianzas estadísticamente iguales. Posteriormente, se realiza un cálculo para identificar qué porcentaje de parejas en cada parámetro tiene una varianza estadísticamente igual. Esto puede observarse en la Tabla 1.

**Tabla 2**

*Comparación de parejas con igualdad de varianzas empleando la prueba de Levene*

| <b>Parámetro acústico</b> | <b>Cantidad de parejas con igual<br/>varianza</b> | <b>Porcentaje</b> |
|---------------------------|---|-------------------|
| median pitch              | 237   | 50.967            |
| mean pitch                | 235   | 50.537            |
| minimum pitch             | 247   | 53.118            |
| maximum pitch             | 259   | 55.698            |
| jitt local                | 408   | 87.741            |
| jitt RAP                  | 405   | 87.096            |
| jitt PPQ5                 | 421   | 90.537            |
| jitt DDP                  | 408   | 87.741            |
| shim local                | 297   | 63.871            |
| shim APQ3                 | 305   | 65.591            |
| shim APQ5                 | 287   | 61.720            |

| <b>Parámetro acústico</b> | <b>Cantidad de parejas con igual<br/>varianza</b> | <b>Porcentaje</b> |
|---------------------------|---|-------------------|
| shim APQ11                | 286   | 61.505            |
| shim DDP                  | 310   | 66.667            |
| HNR (db)                  | 372   | 80.000            |

*Nota.* En la tabla 1 se puede observar el porcentaje de parejas que obtienen una variabilidad estadísticamente igual para cada parámetro. En gris se pueden apreciar los valores más altos. Tal es el caso del parámetro jitt ppq5, en el cual un 90,5% de las parejas medidas presenta una variabilidad estadísticamente igual, es decir, 408 de 465 parejas.

El detalle de los datos presentados en la tabla 2 permite determinar que existen parámetros acústicos que difieren en el porcentaje de parejas cuya varianza es estadísticamente igual. De esta manera, es posible observar que existen parámetros cuyo porcentaje de parejas que presentan una varianza estadísticamente igual es alto. Tal es el caso de los parámetros jitt local, jitt RAP, jitt ppq5, jitt DDP y harmonics to noise ratio. Por otra parte, existen parámetros cuyo porcentaje de parejas que presentan varianza estadísticamente igual es más bajo. Tal es el caso de median pitch, minimum pitch, maximum pitch y mean pitch. Se puede concluir que aquellos parámetros con porcentajes más altos de parejas con varianza estadísticamente igual son más estables que aquellos que presentan porcentajes más bajos.

### **3.3 Identificación de diferencias estadísticamente significativas en porcentajes de pareja**

Se realiza una tercera etapa de análisis para identificar si las diferencias en estos porcentajes son estadísticamente significativas por parámetro. El estadístico empleado para este fin es el test de diferencia de proporciones. A continuación, se presenta el resumen de todas las comparaciones posibles por parámetro.

**Tabla 3**

*Resumen pruebas estadísticas para la diferencia de proporciones entre el parámetro acústico median pitch y los parámetros acústicos restantes.*

| <b>Parámetro acústico</b> | <b>Valor p</b> |
|---------------------------|----------------|
| mean pitch                | 0.862          |
| minimum pitch             | 0.336          |
| maximum pitch             | 0.080          |
| jitt local                | 0.000          |
| jitt RAP                  | 0.000          |
| jitt PPQ5                 | 0.000          |
| jitt DDP                  | 0.000          |
| shim local                | 0.000          |
| shim APQ3                 | 0.000          |
| shim APQ5                 | 0.000          |
| shim APQ11                | 0.000          |
| shim DDP                  | 0.000          |
| HNR (db)                  | 0.000          |

*Nota.* En la tabla 3 se aprecia una diferencia estadísticamente significativa entre los porcentajes de median pitch y aquellos que se encuentran dentro de la franja sombreada.

**Tabla 4**

*Resumen pruebas estadística para la diferencia de proporciones entre el parámetro acústico mean pitch y los parámetros acústicos restantes.*

| <b>Parámetro acústico</b> | <b>Valor p</b> |
|---------------------------|----------------|
| minimum pitch             | 0.275          |
| maximum pitch             | 0.060          |
| jitt local                | 0.000          |
| jitt RAP                  | 0.000          |
| jitt PPQ5                 | 0.000          |
| jitt DDP                  | 0.000          |
| shim local                | 0.000          |
| shim APQ3                 | 0.000          |
| shim APQ5                 | 0.000          |
| shim APQ11                | 0.000          |
| shim DDP                  | 0.000          |
| HNR (db)                  | 0.000          |

*Nota.* En la tabla 4, se puede apreciar que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los porcentajes de mean pitch y aquellos que se encuentran dentro de la franja sombreada.

**Tabla 5**

*Resumen pruebas estadísticas para la diferencia de proporciones entre el parámetro acústico minimum pitch y los parámetros acústicos restantes*

| <b>Parámetro acústico</b> | <b>Valor p</b> |
|---------------------------|----------------|
| maximum pitch             | 0.273          |
| jitt local                | 0.000          |
| jitt RAP                  | 0.000          |
| jitt PPQ5                 | 0.000          |
| jitt DDP                  | 0.000          |
| shim local                | 0.000          |
| shim APQ3                 | 0.000          |
| shim APQ5                 | 0.003          |
| shim APQ11                | 0.004          |
| shim DDP                  | 0.000          |
| HNR (db)                  | 0.000          |

*Nota.* En la tabla 5, los valores que se encuentran dentro de la franja sombreada presentan una diferencia estadísticamente significativa con los porcentajes de minimum pitch.

**Tabla 6**

*Resumen pruebas estadísticas para la diferencia de proporciones entre el parámetro acústico maximum pitch y los parámetros acústicos restantes*

| <b>Parámetro acústico</b> | <b>Valor p</b> |
|---------------------------|----------------|
| jitt local                | 0.000          |
| jitt RAP                  | 0.000          |
| jitt PPQ5                 | 0.000          |
| jitt DDP                  | 0.000          |
| shim local                | 0.004          |
| shim APQ3                 | 0.001          |
| shim APQ5                 | 0.030          |
| shim APQ11                | 0.035          |
| shim DDP                  | 0.000          |
| HNR (db)                  | 0.000          |

*Nota.* En la tabla 6, los valores que se encuentran dentro de la franja sombreada presentan una diferencia estadísticamente significativa con los porcentajes de maximum pitch.

**Tabla 7**

*Resumen pruebas estadística para la diferencia de proporciones entre el parámetro acústico jitt local y los parámetros acústicos restantes*

| <b>Parámetro acústico</b> | <b>Valor p</b> |
|---------------------------|----------------|
| jitt RAP                  | 0.870          |
| jitt PPQ5                 | 0.063          |
| jitt DDP                  | 0.642          |
| shim local                | 0.000          |
| shim APQ3                 | 0.000          |
| shim APQ5                 | 0.000          |
| shim APQ11                | 0.000          |
| shim DDP                  | 0.000          |
| HNR (db)                  | 0.005          |

*Nota.* En la tabla 7, los valores que se encuentran dentro de la franja sombreada presentan diferencias estadísticamente significativas con los porcentajes de jitt local.

**Tabla 8**

*Resumen pruebas estadística para la diferencia de proporciones entre el parámetro acústico jitt RAP y los parámetros acústicos restantes*

| <b>Parámetro acústico</b> | <b>Valor p</b> |
|---------------------------|----------------|
| jitt PPQ5                 | 0.032          |
| jitt DDP                  | 0.449          |
| shim local                | 0.000          |
| shim APQ3                 | 0.000          |
| shim APQ5                 | 0.000          |
| shim APQ11                | 0.000          |
| shim DDP                  | 0.000          |
| HNR (db)                  | 0.012          |

*Nota.* En la tabla 8, los valores que se encuentran dentro de la franja sombreada presentan diferencias estadísticamente significativas con los porcentajes de jitt RAP.

**Tabla 9**

*Resumen pruebas estadística para la diferencia de proporciones entre el parámetro acústico jitt PPQ5 y los parámetros acústicos restantes.*

| <b>Parámetro acústico</b> | <b>Valor p</b> |
|---------------------------|----------------|
| jitt DDP                  | 0.379          |
| shim local                | 0.000          |
| shim APQ3                 | 0.000          |
| shim APQ5                 | 0.000          |
| shim APQ11                | 0.000          |
| shim DDP                  | 0.000          |
| HNR (db)                  | 0.000          |

*Nota.* En la tabla 9, los valores que se encuentran dentro de la franja sombreada presentan una diferencia estadísticamente significativa con los porcentajes de jitt PPQ5.

**Tabla 10**

*Resumen pruebas estadística para la diferencia de proporciones entre el parámetro acústico jitt DDP y los parámetros acústicos restantes.*

| <b>Parámetro acústico</b> | <b>Valor p</b> |
|---------------------------|----------------|
| shim local                | 0.000          |
| shim APQ3                 | 0.000          |
| shim APQ5                 | 0.000          |
| shim APQ11                | 0.000          |
| shim DDP                  | 0.000          |
| HNR (db)                  | 0.005          |

*Nota.* En la tabla 10, los valores que se encuentran dentro de la franja sombreada presentan una diferencia estadísticamente significativa con los porcentajes de jitt DDP.

**Tabla 11**

*Resumen pruebas estadística para la diferencia de proporciones entre el parámetro acústico shim local y los parámetros acústicos restantes*

| <b>Parámetro acústico</b> | <b>Valor p</b> |
|---------------------------|----------------|
| shim APQ3                 | 0.385          |
| shim APQ5                 | 0.717          |
| shim APQ11                | 0.667          |
| shim DDP                  | 0.224          |
| HNR (db)                  | 0.000          |

*Nota.* En la tabla 11, los valores que se encuentran dentro de la franja sombreada presentan diferencias estadísticamente significativas con los porcentajes de shim local.

**Tabla 12**

*Resumen pruebas estadística para la diferencia de proporciones entre el parámetro acústico shim APQ3 y los parámetros acústicos restantes*

| <b>Parámetro acústico</b> | <b>Valor p</b> |
|---------------------------|----------------|
| shim APQ5                 | 0.363          |
| shim APQ11                | 0.328          |
| shim DDP                  | 0.504          |
| HNR (db)                  | 0.000          |

*Nota.* En la tabla 12, los valores que se encuentran dentro de la franja sombreada presentan diferencias estadísticamente significativas con los porcentajes de shim APQ3.

**Tabla 13**

*Resumen pruebas estadística para la diferencia de proporciones entre el parámetro acústico shimmer APQ5 y los parámetros acústicos restantes*

| <b>Parámetro acústico</b> | <b>Valor p</b> |
|---------------------------|----------------|
| shim APQ11                | 0.806          |
| shim DDP                  | 0.059          |
| HNR (db)                  | 0.000          |

*Nota.* En la tabla 13, el valor que se encuentra dentro de la franja sombreada presenta una diferencia estadísticamente significativa con los porcentajes de shimmer APQ5.

**Tabla 14**

*Resumen pruebas estadística para la diferencia de proporciones entre el parámetro acústico shimmer APQ11 y los parámetros acústicos restantes.*

| <b>Parámetro acústico</b> | <b>Valor p</b> |
|---------------------------|----------------|
| shim DDP                  | 0.050          |
| HNR (db)                  | 0.000          |

*Nota.* En la tabla 14, el valor que se encuentra dentro de la franja sombreada presenta una diferencia estadísticamente significativa con los porcentajes shimmer APQ11.

**Tabla 15**

*Resumen pruebas estadística para la diferencia de proporciones entre el parámetro acústico Shim DDP y los parámetros acústicos restantes*

| <b>Parámetro acústico</b> | <b>Valor p</b> |
|---------------------------|----------------|
| HNR (db)                  | 0.000          |

*Nota.* En la tabla 15, el valor que se encuentra dentro de la franja sombreada presenta una diferencia estadísticamente significativa con los porcentajes shimmer DDP.

## CAPÍTULO 4 DISCUSIÓN

Esta investigación se ha planteado como objetivo el estudio del comportamiento de la variabilidad de 14 de parámetros acústicos del comportamiento vocal que entrega el programa *Praat*.

En una primera instancia, se han identificado los grados de variación por sujeto y parámetro. Luego, se ha determinado el porcentaje de parejas cuya variación es estadísticamente igual. Finalmente, se ha establecido si las diferencias entre los porcentajes obtenidos en el paso dos son estadísticamente significativas.

Este procedimiento ha permitido determinar que existen diferentes grados de variabilidad entre los parámetros, los cuales pueden agruparse en cuatro niveles.

Dentro de los más estables se encuentran los parámetros jitt local, jitt RAP, jitt ppq5, jitt DDP, seguidos por el HNR. Luego se encuentran el shim local, el shim APQ3, el shim APQ 5, el shim APQ 11, el shim DDP, para finalizar con el median pitch, el mean pitch, el maximum pitch y el minimum pitch, que han demostrado ser los menos estables.

Los trabajos que han abordado directamente el tema de la variación o variabilidad de los parámetros acústicos son escasos y de antigua data. Probablemente esta situación se deba a que las investigaciones más recientes se han enfocado a estudiar parámetros o medidas que puedan emplearse para analizar disfonías severas en habla conectada como el Cepstral Peak Prominence o *CPP* (Núñez- Batalla et al., 2018). Además, es importante mencionar que existen numerosas diferencias entre aquellos estudios y el presente trabajo, en varios aspectos. Por ejemplo, ninguno de ellos emplea el programa *Praat*. Así también, varios de ellos, están principalmente centrados en la variabilidad intrasujeto. Algunos incluyen la lectura como tarea fonatoria. Para efectos de esta discusión, se analizan aquellos con los cuales existen aspectos en común que comparar. Se descartan de este análisis aquellos trabajos que, si bien se centran en la variabilidad, no guardan relación con esta tesis. Tal es el caso de Garret y Healey (1987), por ejemplo, cuya investigación estudia el parámetro Speaking Fundamental Frequency mediante habla conectada o el de Artkoski et al. (2002) que mide la F0 en lectura.

El trabajo de Higgins y Saxman (1989) pretende identificar la variabilidad de tres parámetros de perturbación de la frecuencia: jitter factor (JF), pitch perturbation quotient

(PPQ) y directional perturbation quotient (DPQ) en mujeres y hombres. Entre sus resultados se encuentran que los coeficientes de variación en los tres parámetros medidos son notablemente más amplios en mujeres respecto de hombres. Esto puede enlazarse con los resultados de la investigación de Dwire y Mc Cawley (1995) quienes estudian la estabilidad intrasujeto del jitter relative average perturbation (RAP) en personas adultas. Entre los hallazgos más relevantes se encuentra la mayor variabilidad de este parámetro en mujeres respecto de hombres. En la presente investigación, 30 de 31 sujetos corresponde a mujeres, lo cual puede explicar la variabilidad presentada. Aun cuando los parámetros jitter son los que exhiben una menor variabilidad respecto de los demás, esta corresponde a valores que fluctúan entre el 85% y 90% de parejas calculadas, ninguno sobre el 90%. Existe evidencia respecto de la variación de las voces en mujeres producto de la acción de hormonas sexuales. Sobre este punto Amir y Biron-Shental (2004) señalan que los cambios en la laringe relacionados con las hormonas se generan sistemáticamente durante los años reproductivos en el ciclo menstrual. Resulta relevante tomar en cuenta este punto de cara a las características de la muestra de esta investigación.

Stone y Rainey (1991) estudian la variabilidad de parámetros inter e intra sujeto. Los resultados con relación a su variabilidad intra sujeto muestran altos porcentajes de variación en el jitter de las vocales /a/, /i/ y /u/. Se destaca como mayor el de la /a/ con un 48% de variación, calificándola así como poco práctica para efectos de la práctica clínica. A la luz de sus hallazgos, señalan que estos parámetros pueden no ser útiles para determinar de qué manera los pacientes pueden estar desviados de la norma, si bien pueden prestar utilidad para testeo pre y post terapia intra sujetos. La presente investigación usó como tarea fonatoria la emisión de la vocal /a/ en los usuarios, lo cual puede explicar la variabilidad presentada en los parámetros jitter cuyas parejas con variación estadísticamente igual se encuentra en el rango del 85 a 90%, ninguno sobre 90%.

Bough et al., 1996 estudian la variabilidad intrasujeto de F0 y jitter medida con Visi-Pitch en la vocal /a/. Entre sus resultados encuentran altos valores del coeficiente de correlación intra clase para ambos parámetros, razón por la cual los investigadores los definen como parámetros confiables. El desempeño es mejor en las mediciones hechas dentro del día, respecto de aquellas realizadas entre días. Así, es posible postular que estos hallazgos se expliquen debido a que la medición fue realizada intrasujeto, a diferencia de la presente tesis

que fue entre sujetos.

El estudio sobre la variabilidad de estos parámetros es de gran importancia, debido a que se relaciona directamente con conceptos tan relevantes como la confiabilidad o estabilidad. Para efectos de la práctica clínica, es deseable que los parámetros empleados para evaluar sean lo suficientemente estables como para permitir una valoración pre y post terapia. Incluso una pre y post pruebas terapéuticas.

Las limitaciones de este trabajo pueden relacionarse principalmente con aspectos metodológicos por una parte y de tipo práctico por la otra. Con relación a los metodológicos puede mencionarse el tamaño de muestra reducido, la falta de aleatoriedad en la selección de sujetos y la escasa heterogeneidad de la misma. A fin de poder comparar el trabajo con la literatura disponible, habría sido de utilidad contar con una medición intrasujeto además de la intersujeto. Sin embargo, este tipo de diseños experimentales requiere de un escenario de prueba que sea prácticamente invariable que asegure que las condiciones en las que se toman los registros no afecten las pruebas. En el caso de esta investigación, la separación en la toma de muestra de una semana incide, ya que cualquier factor externo puede eventualmente afectar las muestras. De esta forma, se vuelve complejo asegurar que las muestras y sus variaciones solo dependen de los sujetos y no de otros factores. En conjunto con lo anterior, las medidas intrasujeto además requieren de una mayor cantidad de mediciones realizadas.

En su manual, los autores describen al programa Praat como “a computer program with which you can analyse, synthesize, and manipulate speech, and create high-quality pictures for your articles and thesis” [un programa con el cual tú puedes analizar, sintetizar, y manipular habla, y crear imágenes de alta calidad para tus artículos y tesis] (manual Praat, sección intro). No se hace alusión al uso clínico que pueda darse a este software. Sin embargo, existe evidencia del uso clínico que se le da a este instrumento (Maryn, 2017; Delgado et al., 2017; Núñez et al., 2014), situación que además es ampliamente conocida. El uso de un instrumento de medición o evaluación en la clínica debiese pasar por un proceso en el cual pudieran verificarse algunas propiedades psicométricas como validez y confiabilidad (Carvajal et al., 2011). Esto es relevante de cara a usar la medida en el ámbito clínico: ya sea para establecer líneas de base, como forma de valorar cambios pre y post terapia o pre y post prueba terapéutica. Se plantea de esta manera como proyección de esta tesis el identificar la confiabilidad de los parámetros acústicos con el Praat.

De manera más específica, se propone el uso de la /i/ como tarea fonatoria de medición en futuras investigaciones. Aun cuando la ESL (2001) señala como ejemplo de protocolo estándar de grabación el uso de la vocal /a/ espontánea y otra ligeramente más sonora, existe cierta evidencia respecto de lo poco apropiado de esta vocal. En el estudio de variabilidad Stone y Rainey (1991) identifican como más idónea la /i/ para estudiar el jitter por sobre la /a/ y la /u/ debido a su estabilidad. Esto puede conectarse con el estudio de Higgins y Saxman (1989) quienes en su estudio de variabilidad de una serie de parámetros acústicos identificaron como más estable la /i/ respecto de la /u/.

Dentro de las proyecciones se considera también el uso de una muestra más heterogénea en una futura investigación. Tomando en cuenta las variaciones que las mujeres experimentan en su voz producto de la acción de hormonas sexuales (Amir y Biron-Shental, 2004), cabe preguntarse en qué medida las variaciones encontradas en esta tesis no responde a este tipo de aspectos. Debido a los objetivos de la investigación, no fueron recabados aspectos como momento del ciclo mensual en el cual se encontraban las usuarias o si tomaban anticonceptivos orales. Aspectos que son relevantes de cara a la evidencia que existe sobre la relación entre estos y la voz (Gorham-Rowan, 2004).

## CONCLUSIÓN

Los resultados de la investigación permiten establecer que los parámetros acústicos medidos difieren en su variabilidad. La evaluación mediante parejas de comparación permite establecer que hay parámetros con diferentes porcentajes de parejas que tienen una varianza estadísticamente igual. Es así como, con respecto a su variabilidad, los parámetros pueden ser organizados en cuatro niveles. En el primero están aquellos parámetros con un alto porcentaje de parejas cuya varianza es estadísticamente igual. Ahí se encuentran jitt local, jitt RAP, jitt PPQ5 y jitt DDP. Estos son los parámetros más estables. En un segundo nivel, se encuentra el HNR con una estabilidad menor a la del grupo jitter. En un tercer nivel, se encuentran los parámetros pertenecientes al shimmer: shimmer local, shimmer APQ3, shimmer APQ11, shimmer DDP. Estos parámetros son menos estables que los que pertenecen a los dos niveles ya mencionados. Finalmente, en el último nivel, se encuentran aquellos parámetros cuyo porcentaje de parejas de varianza estadísticamente igual es solo alrededor del 50%. Tal es el caso de mean pitch, median pitch, minimum pitch y maximum pitch. Estos parámetros son los menos estables. El análisis estadístico de diferencia de proporciones permite determinar una diferencia estadísticamente significativa entre los porcentajes de parejas cuya varianza es estadísticamente igual para estos cuatro niveles: parámetros pitch, parámetros shimmer, HNR y jitter. Mención especial puede realizarse en el caso del parámetro HNR con respecto a su relación con jitt RAP, donde sus porcentajes (80% versus 87%) figuran como estadísticamente iguales al aplicar la prueba para diferencia de proporciones. Si bien la prueba estadística para la diferencia de porcentajes concluye que las cantidades correspondientes al parámetro HNR y jitt RAP son estadísticamente iguales, al analizar los valores empíricos (80% y 87% respectivamente) y el valor  $p$  (0.012) se determina que posiblemente sean distintos porcentajes, ya que el valor  $p$  se encuentra muy cercano al valor de significancia definido para este experimento (0.01).

El análisis acústico de la voz es una herramienta útil dentro del proceso terapéutico vocal. Sin embargo, no se debe olvidar que la voz es un fenómeno multidimensional en el cual se deben considerar una serie de variables tanto en la evaluación como en el tratamiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akbari, E., Seifpanahi, S., Ghorbani, A., Izadi, F., & Torabinezhad, F. (2018). The effects of size and type of vocal fold polyp on some acoustic voice parameters. *Iranian Journal of Medical Sciences*, 43(2), 158-163.
- Amir, O., & Biron-Shental, T. (2004). The impact of hormonal fluctuations on female vocal folds: *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*, 12(3), 180-184. <https://doi.org/10.1097/01.moo.0000120304.58882.94>
- Amir, O., Wolf, M., & Amir, N. (2009). A clinical comparison between two acoustic analysis softwares: MDVP and Praat. *Biomedical Signal Processing and Control*, 4(3), 202-205. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2008.11.002>
- Artkoski, M., Tommila, J., & Laukkanen, A.-M. (2002). Changes in voice during a day in normal voices without vocal loading. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 27(3), 118-123. <https://doi.org/10.1080/140154302760834840>
- Behlau, M., & Pontes, P. (1995). *Avaliação e tratamento das disfonias*. Editora Lovise.
- Behrman, A. (2005). Common practices of voice therapists in the evaluation of patients. *Journal of Voice: Official Journal of the Voice Foundation*, 19(3), 454-469. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2004.08.004>
- Boersma, P., & Weenink, D. (1992). *Praat* (6.0.56) [Computer software]. [https://www.fon.hum.uva.nl/praat/download\\_mac.html](https://www.fon.hum.uva.nl/praat/download_mac.html)
- Boone, D. R., McFarlane, S. C., von Berg, S. L., & Zraick, R. I. (2010). *The voice and voice therapy* (8.<sup>a</sup> ed.). Pearson.
- Bough, I. D., Heuer, R. J., Sataloff, R. T., Hills, J. R., & Cater, J. R. (1996). Intrasubject variability of objective voice measures. *Journal of Voice*, 10(2), 166-174.

[https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(96\)80044-0](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(96)80044-0)

- Brockmann, M., Drinnan, M. J., Storck, C., & Carding, P. N. (2011). Reliable jitter and shimmer measurements in voice clinics: The relevance of vowel, gender, vocal intensity, and fundamental frequency effects in a typical clinical task. *Journal of Voice*, 25(1), 44-53. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2009.07.002>
- Carding, P. N., Steen, I. N., Webb, A., MacKenzie, K., Deary, I. J., & Wilson, J. A. (2004). The reliability and sensitivity to change of acoustic measures of voice quality. *Clinical Otolaryngology and Allied Sciences*, 29(5), 538-544. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2273.2004.00846.x>
- Casado Morente, J. C., Adrián Torres, J. A., Conde Jiménez, M., Piédrola Maroto, D., Povedano Rodríguez, V., Muñoz Gomariz, E., Cantillo Baños, E., & Jurado Ramos, A. (2001). Estudio objetivo de la voz en población normal y en la disfonía por nódulos y pólipos vocales. *Acta Otorrinolaringológica Española*, 52(6), 476-482. [https://doi.org/10.1016/S0001-6519\(01\)78239-8](https://doi.org/10.1016/S0001-6519(01)78239-8)
- Chhetri, S. S., & Gautam, R. (2017). Acoustic analysis before and after voice therapy for laryngeal pathology. *Kathmandu University Medical Journal*, 13(4), 323-327. <https://doi.org/10.3126/kumj.v13i4.16831>
- Cobeta, I., & Núñez, F. (2013). Análisis de la señal acústica. En I. Cobeta, F. Núñez, & S. Fernández (Eds.), *Patología de la voz* (1ª). Marge Médica Books.
- Cobeta, I., Núñez, F., & Fernández, S. (2013). *Patología de la voz*. Marge Médica Books.
- De Mier, M., Martín, A., & Ávalos, E. (2013). Recursos para la exploración vocal en internet. En I. Cobeta, F. Núñez, & S. Fernández (Eds.), *Patología de la voz* (1ª). Marge Médica Books.
- Dejonckere, P. H., Bradley, P., Clemente, P., Cornut, G., Crevier-Buchman, L., Friedrich, G.,

- Van De Heyning, P., Remacle, M., Woisard, V., & Committee on Phoniatics of the European Laryngological Society (ELS). (2001). 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). *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology: Official Journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies (EUFOS): Affiliated with the German Society for Oto-Rhino-Laryngology - Head and Neck Surgery*, 258(2), 77-82.
- Dejonckere, Philippe H. (2010). Assessment of voice and respiratory function. En M. Remacle & H. E. Eckel (Eds.), *Surgery of Larynx and Trachea* (pp. 11-26). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-79136-2\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-540-79136-2_2)
- Delgado, J., León, N., Jiménez, A., & Izquierdo, L. (2017). Análisis acústico de la voz: Medidas temporales, espectrales y cepstrales en la voz normal con el Praat en una muestra de hablantes de español. *Revista de investigación en logopedia*, 7(2), 108-127.
- Diercks, G. R., Ojha, S., Infusino, S., Maurer, R., & Hartnick, C. J. (2013). Consistency of voice frequency and perturbation measures in children using cepstral analyses: A movement toward increased recording stability. *JAMA Otolaryngology–Head & Neck Surgery*, 139(8), 811. <https://doi.org/10.1001/jamaoto.2013.3926>
- Droguett, Y. G. (2017). Aplicaciones clínicas del análisis acústico de la voz. *Revista de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello*, 77(4), 474-483. <https://doi.org/10.4067/s0718-48162017000400474>
- Dwire, A., & McCauley, R. (1995). Repeated measures of vocal fundamental frequency perturbation obtained using the Visi-Pitch. *Journal of Voice*, 9(2), 156-162.

[https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(05\)80249-8](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(05)80249-8)

Farías. (2016). *Guía clínica para el especialista en laringe y voz*. Akadia.

Farías, P. (2007). *Ejercicios que restauran la función vocal: Observaciones clínicas*. Akadia.

Fernandez, Ruba, Marqués, & Sarraqueta. (2006). Voz del anciano. *Revista Médica Universidad de Navarra*, 50(3), 44-48.

Ferrand, C. T. (2002). Harmonics-to-noise ratio: An index of vocal aging. *Journal of Voice: Official Journal of the Voice Foundation*, 16(4), 480-487.

Garrett, K. L., & Healey, E. C. (1987). An acoustic analysis of fluctuations in the voices of normal adult speakers across three times of day. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 82(1), 58-62. <https://doi.org/10.1121/1.395437>

González, J., Cervera, T., & Miralles, J. L. (2002). Análisis acústico de la voz: Fiabilidad de un conjunto de parámetros multidimensionales. *Acta Otorrinolaringológica Española*, 53(4), 256-268. [https://doi.org/10.1016/S0001-6519\(02\)78309-X](https://doi.org/10.1016/S0001-6519(02)78309-X)

Gorham-Rowan, M. (2004). Acoustic measures of vocal stability during different speech tasks in young women using oral contraceptives: A retrospective study. *The European Journal of Contraception & Reproductive Health Care*, 9(3), 166-172. <https://doi.org/10.1080/03079450400007172>

Heman-Ackah, Y. D., Michael, D. D., Baroody, M. M., Ostrowski, R., Hillenbrand, J., Heuer, R. J., Horman, M., & Sataloff, R. T. (2003). Cepstral Peak Prominence: A more reliable measure of dysphonia. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, 112(4), 324-333. <https://doi.org/10.1177/000348940311200406>

Higgins, M. B., & Saxman, J. H. (1989). A comparison of intrasubject variation across sessions of three vocal frequency perturbation indices. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 86(3), 911-916. <https://doi.org/10.1121/1.398778>

- Hillenbrand, J. M. (2011). Acoustic analysis of voice: A tutorial. *Perspectives on Speech Science and Orofacial Disorders*, 21(2), 31-43. <https://doi.org/10.1044/ssod21.2.31>
- Hollien, H. (2012). On pubescent voice change in males. *Journal of Voice: Official Journal of the Voice Foundation*, 26(2), 29-40. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2011.01.007>
- Jackson-Menaldi, M. C. A. (1992). *La voz normal*. Médica Panamericana.
- Koishi, H. U., Tsuji, D. H., Imamura, R., & Sennes, L. U. (2003). Variação da intensidade vocal: Estudo da vibração das pregas vocais em seres humanos com videoquimografia. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, 69(4), 464-470. <https://doi.org/10.1590/S0034-72992003000400005>
- Leong, K., Hawkshaw, M. J., Dentchev, D., Gupta, R., Lurie, D., & Sataloff, R. T. (2013). Reliability of objective voice measures of normal speaking voices. *Journal of Voice: Official Journal of the Voice Foundation*, 27(2), 170-176. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2012.07.005>
- Lopes, L., Vieira, V., & Behlau, M. (2020). Performance of different acoustic measures to discriminate individuals with and without voice disorders. *Journal of Voice*. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2020.07.008>
- Lopes, L. W., Cavalcante, D. P., & Costa, P. O. da. (2014). Severity of voice disorders: Integration of perceptual and acoustic data in dysphonic patients. *CoDAS*, 26(5), 382-388. <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20142013033>
- Maryn, Y. (2017). Practical acoustics in clinical voice assessment: A Praat Primer. *Perspectives of the ASHA Special Interest Groups*, 2(3), 14-32. <https://doi.org/10.1044/persp2.SIG3.14>
- Muñoz, J., Mendoza, E., Carballo, G., Fresneda, M. D., & Cruz, A. (2001). Características acústicas de la voz normal en varones y mujeres mediante el MDVP (Multidimensional

- Voice Program). *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*, 21(03), 138-144.
- Núñez, F., González Márquez, R., Peláez González, M. B., González Laborda, I., Fernández Fernández, M., & Morato Galán, M. (2014). Análisis acústico de la voz mediante el programa Praat: Estudio comparativo con el programa Dr. Speech. *Acta Otorrinolaringológica Española*, 65(3), 170-176.  
<https://doi.org/10.1016/j.otorri.2013.12.004>
- Núñez, F., Santos, P. C., Nieto, C. S., González, B. S., & Sequeiros, G. (2004). Evaluación perceptual de la disfonía: Correlación con los parámetros acústicos y fiabilidad. *Acta otorrinolaringológica española: Organó oficial de la Sociedad española de otorrinolaringología y patología cérvico-facial*, 55(6), 282-287.
- Núñez-Batalla, F., Cartón-Corona, N., Vasile, G., García-Cabo, P., Fernández-Vañes, L., & Llorente-Pendás, J. L. (2019). Validation of the measures of Cepstral Peak Prominence as a measure of dysphonia severity in spanish-speaking subjects. *Acta Otorrinolaringologica (English Edition)*, 70(4), 222-228.  
<https://doi.org/10.1016/j.otoeng.2018.04.005>
- Oguz, H., Kilic, M., & Safak, M. (2011). Comparison of results in two acoustic analysis programs: Praat and MDVP. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 5(41), 835-841.  
<https://doi.org/10.3906/sag-0909-290>
- Olszewski, A. E., Shen, L., & Jiang, J. J. (2011). Objective methods of sample selection in acoustic analysis of voice. *The Annals of Otolaryngology, Rhinology, and Laryngology*, 120(3), 155-161.
- Ortega-García, J., González-Rodríguez, J., & Marrero-Aguiar, V. (2000). AHUMADA: A large speech corpus in Spanish for speaker characterization and identification. *Speech Communication*, 31(2-3), 255-264. [https://doi.org/10.1016/S0167-6393\(99\)00081-3](https://doi.org/10.1016/S0167-6393(99)00081-3)

- Petrizzo, D., & Popolo, P. S. (2020). Smartphone use in clinical voice recording and acoustic analysis: A literature review. *Journal of Voice*.  
<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2019.10.006>
- Pierce, J. L. (2017). Acoustic variability of the adult voice over time. *Perspectives of the ASHA Special Interest Groups*, 2(3), 104-112. <https://doi.org/10.1044/persp2.SIG3.104>
- Rossum, G. V., & Jr. Drake, F. L. (2009). *Python 3 Reference Manual*. Createspace.
- Speyer, R., Wieneke, G. H., & Dejonckere, P. H. (2004). Documentation of progress in voice therapy: Perceptual, acoustic, and laryngostroboscopic findings pretherapy and posttherapy. *Journal of Voice: Official Journal of the Voice Foundation*, 18(3), 325-340. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2003.12.007>
- Stemple, J. C., Glaze, L. E., & Klaben, B. G. (2000). *Clinical Voice Pathology: Theory and Management* (3.<sup>a</sup> ed.). Singular.
- Stone, R. E., & Rainey, C. L. (1991). Intra- and intersubject variability in acoustic measures of normal voice. *Journal of Voice*, 5(3), 189-196. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(05\)80186-9](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(05)80186-9)
- Teixeira, A., Nunes, A., Coimbra, R. L., Lima, R., & Moutinho, L. (2008). Voice quality of psychological origin. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 22(10-11), 906-916.  
<https://doi.org/10.1080/02699200802175974>
- Teixeira, J. P., Oliveira, C., & Lopes, C. (2013). Vocal acoustic analysis – jitter, shimmer and HNR parameters. *Procedia Technology*, 9, 1112-1122.  
<https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.124>
- Titze, I. R. (1995). *Workshop on Acoustic Voice Analysis: Summary Statement*. National Center for Voice and Speech.
- Titze, I. R., & Verdolini, K. (2012). *Vocology the science and practice of voice habilitation*.

National Center for Voice and Speech.

Werth, K., Voigt, D., Döllinger, M., Eysholdt, U., & Lohscheller, J. (2010). Clinical value of acoustic voice measures: A retrospective study. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology: Official Journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies (EUFOS): Affiliated with the German Society for Oto-Rhino-Laryngology - Head and Neck Surgery*, 267(8), 1261-1271.  
<https://doi.org/10.1007/s00405-010-1214-2>

## ANEXOS

### **Anexo 1: Texto fonéticamente equilibrado en español**

Hay algo ahí, en el aire, que cambia el sentido de las cosas. Ese viento suave vuela, te toca la cara, mientras cuentas las hojas de los árboles. El agua corre buscando los campos. Al abrir las puertas de mi casa pienso: este país, una mañana más. A mi edad, comienzan a faltarme las fuerzas, ya casi no soy joven, y la muerte de mi mujer en la guerra me pesa mucho. Cuando el cuerpo llega a esa hora, la ciencia de los doctores no logra detener el paso del tiempo. De niño, allá en mi tierra, solía pasarme los días revolviendo de un lado a otro. Poco a poco, los coches de la ciudad fueron llamando mi atención. Mi madre decía que tuviera cuidado, pero yo me creía muy mayor, así que no tenía ni interés ni tiempo para mi propio signo. Pero sigo, es cierto, cuántas cosas buenas encontré entre su gente. Si cuento los queridos veranos de entonces, no son siete, ni nueve, ni veinte. Debe ser que soy niño de nuevo en este cuerpo triste.

**Anexo 2: Anamnesis breve**

| Anamnesis breve  |  | Sujeto n° |
|--|--|-----------|
| Nombre   |  | F. Nac:   |
| Mail   |  | Teléfono: |
| ¿Tiene Ud. o ha tenido patologías en su laringe tales como pólipos o nódulos? (especificar al usuario) |  | Rpta:     |
| ¿En el último año, ha tenido Ud. disfonía diagnosticada por médico o fonoaudiólogo?                    |  | Rpta:     |
| ¿Fuma?   |  | Rpta:     |
| Resultado escala GIRBAS  |  |           |

### **Anexo 3: Consentimiento informado**

#### **Consentimiento Informado para Participantes**

El propósito del presente documento es invitarlo a participar en el estudio “Confiabilidad de los parámetros acústicos Jitter, Shimmer, NHR y Pitch. Comparación intra e inter sujeto”, cuya investigadora principal es la fonoaudióloga Liliana Andrea Henríquez Narváez. Para que usted pueda tomar una decisión informada, le explicaremos a continuación cuáles serán los procedimientos involucrados en la ejecución de la investigación, así como en qué consistiría su colaboración:

1. La investigación mencionada se realizará en la Universidad Santo Tomás, sede Limonares, Viña del Mar, durante el año 2017.
2. La relevancia de la investigación está dada por su aporte al estudio de la evaluación acústica de la voz permitiendo aumentar el conocimiento respecto de la estabilidad de parámetros que se usan de manera regular en la evaluación de la voz, aspecto que ha sido poco estudiado en nuestra realidad local.
3. El objetivo del trabajo es establecer la confiabilidad de los parámetros acústicos Jitter, Shimmer, NHR y Pitch, arrojados por el programa de análisis de la voz, Praat.
4. Su participación en el estudio es voluntaria sin riesgo de daño y sin mediar pago alguno. Esta consistirá en emitir un sonido (la vocal: “a”) en una cabina aislada del sonido en 16 ocasiones, a lo largo de un mes. En caso de sospecha de alteraciones vocales, será derivado al Laboratorio de la Voz de la Escuela de Fonoaudiología de la Universidad de Valparaíso.
5. Su participación es confidencial, con reserva de identidad (su registro de datos sólo será accesible para los investigadores, asignando un código a los participantes de la investigación para asegurar la confidencialidad).
6. Durante su participación Ud. cuenta con el derecho a manifestar sus dudas y a abandonar el estudio cuando lo desee, sin que eso suponga para Ud. perjuicio alguno.
7. Al término de la investigación los hallazgos pueden ser publicados en revistas científicas, siempre manteniendo en secreto la identidad de los participantes. El participante puede acceder a las muestras de la investigación (las grabaciones) y si desea, éstas pueden ser borradas tras la investigación.

8. Esta investigación ha sido evaluada y aprobada por el Comité de Bioética de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso. Si usted lo requiriera, puede contactar a alguno de sus integrantes con su secretaria administrativa, Sra. Ana María Carreño, en el teléfono 250 73 70.

### **Acta de Consentimiento Informado**

Yo,....., RUT .....,  
DECLARO que la investigadora principal Fonoaudióloga Liliana Andrea Henríquez Narváez de la Carrera de Fonoaudiología de la Universidad de Valparaíso, me ha informado en forma completa en qué consiste la investigación “Confiabilidad de parámetros acústicos Jitter, Shimmer, Señal armónico ruido (HNR) y Pitch. Comparación intra e inter sujeto” que se llevará a cabo en las dependencias de la Universidad de Valparaíso y cuáles son los procedimientos a los que seré sometido/a, y en qué consistirá mi participación. De acuerdo a lo explicado en el Consentimiento Informado, entiendo que:

1. El objetivo de la investigación es observar la confiabilidad de los parámetros acústicos que arroja el software Praat. Esto será beneficioso para entender en qué medida los parámetros acústicos que el Praat entrega varían a lo largo de un mes, lo cual ayudará a hacer más completo el proceso de evaluación.
2. Mi participación es voluntaria y consistirá en emitir una vocal /a/ frente a un micrófono en 16 ocasiones, durante un mes.
3. La investigación no ofrece riesgo alguno para mí. El procedimiento no es doloroso ni invasivo. En caso de sospecha de alteraciones vocales, seré derivado al Laboratorio de Voz de la Escuela de Fonoaudiología de la Universidad de Valparaíso.
4. Los datos obtenidos serán confidenciales, es decir, mi nombre no será dado a conocer, en su lugar, se utilizará un código alfanumérico (de números y letras) y sólo podrán ser usados en alguna otra investigación cuyo objetivo no se aleje de los propósitos de este estudio.
5. Los resultados podrán ser divulgados en publicaciones de tipo académico-científico, resguardando mi identidad. Además, entiendo que tendré acceso a los resultados, si yo lo requiriera.
6. No recibiré remuneración alguna por participar en este estudio
7. Podré retirar mi participación si lo considerara necesario en cualquier momento informándolo al investigador, sin que ello implique perjuicio alguno para mí.
8. Si me surgiera alguna duda, podré consultarla al investigador principal, en cualquier momento de la investigación, a quien podré contactar en el fono 9 66064897 / Email: tesisafa2017@gmail.com

9. El Comité de Bioética de la Facultad de Medicina ha evaluado esta investigación y podré contactar a alguno de sus integrantes a través de su secretaria administrativa, Sra. Ana María Carreño, en el teléfono 250 73 70.

De acuerdo a lo declarado por mí en este documento, firmo aceptando mi participación en esta investigación.

---

Nombre y Firma Director Establecimiento RUT:

---

Nombre y Firma Participante RUT:

---

Nombre y Firma Investigador RUT: Valparaíso,... de ..... de 2017