

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISION DE ESTUOS DE POSGRADO**

**HOSPITAL GENERAL DE MEXICO  
SERVICIO DE AUDIOLOGIA Y FONIATRIA**

**ESTANDARIZACION DE LOS PARÁMETROS VOCALES CON EL  
LABORATORIO COMPURARIZADO DE VOZ, EN LA POBLACIÓN  
MEXICANA**

TESIS QUE PARA OBTENER EL TITULO DE ESPECIALISTA EN MEDICINA  
(COMUNICACION AUDIOLOGIA Y FONIATRIA) PRESENTA:

**Dra. María de la Paz Hernández Pérez**

**Director de Tesis:  
Dr. Pedro Berruecos Villalobos  
Consultor Técnico  
Servicio de Audiología y Foniatría  
Hospital General de México.**

**Asesor de Tesis:  
Dr. Jesús Andrés Silva Rojas  
Médico Adscrito  
Servicio Audiología y Foniatría  
Hospital General de México.**

México D.F. enero 2014



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **INDICE GENERAL**

### **1.- INTRODUCCIÓN**

- 1.1 ANTECEDENTES HISTORICOS
- 1.2 ANATOMIA
  - 1.2.1 BASES ANATOMOFISIOLOGICAS
- 1.3 VALORACION DE LA VOZ
  - 1.3.1 VALORACION CLINICA DE LA VOZ
  - 1.3.2 VALORACION OBJETIVA DE LA VOZ
    - 1.3.2. 1 ANALISIS ACUSTICO
    - 1.3.2. 2 EXAMEN ESTROBOSCÓPICO

### **2.-ANÁLISIS MULTIDIMENSIONAL DIGITALIZADO DE LA VOZ.**

#### 2.1. VENTANAS DE ANÁLISIS

#### 2.2. TRASTORNOS DE LA FRECUENCIA

- 2.2.1- Fundamental Usual (FU-Fo)
- 2.2.2- JITA (Jitter absoluto)
- 2.2.3- JITT (Porcentaje de Jitter).
- 2.2.4- PPQ. (cociente de perturbación del periodo de frecuencia)
- 2.2.5- RAP. ( promedio relativo a la perturbación)
- 2.2.6- SPPQ. (Cociente de perturbación lineal del periodo de la Frecuencia)

#### 2.3. TRASTORNOS DE LA AMPLITUD

- 2.3.1- ShdB (Shimmer en dB)
- 2.3.2- Shimm (Porcentaje de Shimmer)
- 2.3.3- APQ (Cociente de perturbación de la amplitud %)
- 2.3.4- SAPQ (Cociente de perturbación lineal de la amplitud %)
- 2.3.5- VTI (Indice de turbulencia de la voz)
- 2.3.6- SPI ( Indice de fonación suave)
- 2.3.7- NHR (razón ruido armónicos.)
- 2.3.8- Componentes de modulación de Amplitud.

### **3.- JUSTIFICACIÓN**

### **4.- HIPOTESIS**

### **5.- OBJETIVOS**

### **6.- DEFINICIÓN DE LA POBLACIÓN OBJETIVO**

#### 6.1. POBLACION DE ESTUDIO

##### 6.1.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

##### 6.1.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

### **7.- DISEÑO DEL ESTUDIO**

### **8.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

### **9.- VARIABLES Y ESCALA DE MEDICION**

#### 9.1. DEFINICIONES OPERACIONALES

### **10.- PROCEDIMIENTO**

### **11.- METODOLOGIA**

### **12.- ETICA Y CONSENTIMIENTO INFORMADO**

### **13.- RESULTADOS**

### **14.- DISCUSIÓN**

### **15.- CONCLUSIONES**

### **16.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

## 1. - INTRODUCCION.

### 1. 1. ANTECEDENTES HISTORICOS

El lenguaje es esencial para la evolución de la especie humana y ocasiona severos problemas si no existe, si se retrasa o si se interrumpe. Hace 2,400 años Aristóteles (384-322 a.C.) escribió: “*cuando la capacidad de oír oye y lo que puede sonar, suena, el oír real y el sonar real forman una unidad; hablamos de audición y fonación en vez de hablar solamente de oído y sonido*”.

Agregó además que “*oír es menester de natura, si por causa de alguna enfermedad (los niños) vienen a perder el oír antes que comiencen a hablar, van a ser sordos y mudos*”. Desde entonces quedó plasmada la estrecha relación que existe entre lo que se oye y lo que con voz y lenguaje se produce.

Las relaciones anatómico-funcionales de los aparatos auditivos y fonoarticulador, fueron descritas por Hipócrates en el siglo IV a.C.

En el renacimiento, Fernández de Navarrete, “el mudo”, sordo a los tres años de edad y educado por monjes, fue pintor oficial de la corte de Felipe II, quien le otorgo el privilegio de firmar documentos y hacer testamento. Empezó entonces la pedagogía especial: en España Fray Pedro Ponce de León (1508-1584) y Juan Pablo Bonet (1573-1633), con lenguaje de señas, y en Alemania Samuel Heinicke (1729-1790), al crear la primera escuela oral para sordos en 1775. Más tarde se fundaron dos instituciones oralistas: la Clarke School for the Deaf (1867), por Gardiner Hubbard, padre de Mabel, la esposa sorda de Alexander G. Bell, y el Central Institute for the Deaf por Max A. Goldstein.

Manuel García, profesor de canto, publicó su *Traité complet du chant* (1847) y en los *Proceedings* de la Royal Society (1855), planteó sus “*Observations in the human voice*”, en las que, sin ser médico, mostró las primeras laringoscopias indirectas hechas con el espejo laríngeo de su invención.

La foniatría surgió a mediados del siglo XIX, al fusionarse los intereses médicos con los ligados a la Ópera. La palabra foniatría se atribuye a Seeman en 1919, aunque las primeras estroboscopias de Plateau y Toepler se habían hecho desde 1863 y 1866. Jean Tarneaud (1888-1972), laringólogo del Conservatorio Nacional de Música de París y titular de Foniatría en la Soborna, publicó la “*Semiologie Estroboscopique du Larynx*” y el “*Compendio de Therapeutica Vocal*”, traducido al español.

En América Latina destacaron Renato Segre en Argentina; Pedro Bloch y más recientemente Mara Belhau en Brasil. En México las primeras actividades foniatricas fueron de Berruecos T. cuando en 1953 invitó a Tarneaud quien trajo el primer estroboscopio laríngeo, con el que al practicarse el primer examen funcional de la laringe en México, se marcó el nacimiento de la foniatría en nuestro país. (Berruecos VP, 2012)

## 1. 2. ANATOMIA

La voz es el producto de la conversión de una corriente continua de aire que se transforma en sonido al pasar a través de los repliegues vocales. La fonación no posee un sistema organizado propio, sino que existen órganos del cuerpo asociados a la producción de la voz: los pulmones, la tráquea, la laringe, la faringe, las cavidades nasales y la cavidad oral. (Rash, 1987)

Hay dos elementos indispensables para la producción de los sonidos vocales: una fuente de energía y un elemento vibrante. La principal fuente de energía para la producción de la voz es el aire de los pulmones que moviliza el aparato respiratorio. Este, aporta la energía a la laringe bajo la forma de una corriente de aire continua, interrumpida o modulada. La conversión de esta corriente en sonido, puede producirse en cualquier punto del tracto vocal, en tanto toda estrechez de la parte superior del mismo produce turbulencias en la corriente de aire con las que puede formarse un sonido, tanto aisladamente como de manera asociada a la vibración de los repliegues vocales. Un sonido también puede ser producido bloqueando bruscamente la corriente de aire en alguno de los puntos del tracto vocal.

El aparato fonador se divide en tres partes:

- El aparato respiratorio
- La laringe y los repliegues vocales
- Las cavidades de resonancia

El aparato respiratorio, suministra la energía necesaria para la emisión sonora. La existencia de un flujo y una presión de aire suficiente son indispensables para la producción de sonidos, por lo que cualquier alteración a este nivel repercute en la intensidad de la voz. La laringe y los repliegues vocales, constituyen la fuente sonora vocal principal.

La laringe posee dos funciones básicas y vitales: una que es respiratoria y otra con la que, por medio de una válvula, se protege al árbol respiratorio contra la introducción de alimentos durante la deglución. De manera asociada, el cierre glótico permite la fonación, al aumentar la presión intra-abdominal, que es también necesaria para los esfuerzos que exige, por ejemplo el vómito, la defecación, el parto o la tos.

El órgano laríngeo presenta un esqueleto cartilaginoso, articulaciones, ligamentos y una musculatura que le permite la movilidad.

Los cartílagos laríngeos se dividen en constantes e inconstantes. Los primeros se dividen a la vez en pares e impares. Los cartílagos constantes pares son los aritenoides, los corniculados, los de Morgagni y los sesamoideos anteriores. Los cartílagos constantes e impares son la epiglotis, el cartílago tiroideo y el cartílago cricoides. Los cartílagos inconstantes son el interaritenoso (unilateral) y los sesamoideos posteriores.

Las articulaciones de la laringe son la cricotiroidea, que permite que el cartílago tiroideo realice un movimiento de atrás hacia delante y la articulación cricoaritenosa que realiza un movimiento rotatorio.

Los ligamentos de la laringe se dividen en intrínsecos y extrínsecos:

Los intrínsecos son el cricotiroideo, los corniculados, los tiroaritenos superior e inferior, los ligamentos aritenopiglóticos y el ligamento tiroepiglótico. Los ligamentos extrínsecos unen la laringe con órganos vecinos y se presentan como membranas cricotraqueal y tirohioidea, los glosopiglóticos, el cricotiroideo y la membrana hioepiglótica.

La musculatura laríngea, se divide en:

Músculos Intrínsecos:

- Músculo cricoaritenoso posterior
- Músculo cricoaritenoso lateral
- Músculo tiroaritenoso o músculo vocal
- Músculo cricoaritenoso
- Músculo aritenoso o interaritenoso

### Músculos Extrínsecos:

- Músculo esternotirohioideo
- Músculo tirohioideo
- Músculo estilofaríngeo
- Constrictor inferior de la faringe
- Músculo faringoestafilino
- Músculo estilohioideo
- Músculo constrictor medio de la faringe
- Músculo cricofaríngeo

La función de los músculos se puede subdividir en:

Abducción: músculo cricoaritenideo posterior.

Aducción del sector anterior de la glotis: cricoaritenideo lateral y haz externo del tiroaritenideo.

Aducción del sector glótico posterior: músculo interaritenideo.

Tensión cordal. Haz interno del músculo tiroaritenideo o vocal y músculo cricotiroideo.

La musculatura extrínseca fija y sostiene al órgano emisor de acuerdo a la ley de Sherrington (toda contracción muscular trae como consecuencia una relajación de su músculo antagonista, lo que posibilita una motilidad carente de espasticidad).

La regulación de la intensidad y de la altura del sonido laríngeo depende de un sinnúmero de factores pero para la intensidad normal de la voz se requiere de un contacto total de las cuerdas vocales así como de una buena presión subglótica.

La altura del sonido es proporcional a la tensión del músculo vocal e inversamente proporcional a la masa en movimiento. La frecuencia fundamental de la voz depende de la longitud natural de los repliegues vocales, por lo que depende de la edad, el sexo y las influencias hormonales. La frecuencia fundamental en la mujer es de alrededor de 260 Hz y en el hombre de 130Hz.

Las cavidades de resonancia de la cara y los elementos articuladores, por sus acoplamientos, crean las modulaciones exigidas para producir los sonidos de la palabra y el timbre de la voz.



El sonido o el conjunto de sonidos producidos por la laringe cuando los pliegues vocales entran en vibración se refuerza y modula por las cavidades de resonancia de la cara y se complementa por los elementos de la articulación, que modulan también el paso de la corriente de aire a través de las cavidades supralaríngeas, para formar los complejos sonidos del habla. <sup>(González A, 1981)</sup>

### 1.2.1. BASES ANATOMOFISIOLOGICAS

Los componentes anatómicos de los diversos sistemas empleados en la producción de la voz están relacionados entre sí. A pesar de que el fin biológico de muchos de estos sistemas es básicamente el de ayudar al sostenimiento de la vida, con la evolución filogenética se adaptaron para participar en el mecanismo de producción de la voz.

La anatomía comparada del desarrollo de las estructuras laríngeas sugiere que la función fundamental de los músculos laríngeos era proteger la respiración. La utilización del mecanismo laríngeo valvular para la fonación constituye por ello una función más evolucionada y más fina, que ha requerido el desarrollo de controles neurales muy complejos para permitir que el hombre pueda utilizar las cuerdas vocales para la fonación.

Para la producción de la voz se requiere la participación de tres sistemas: respiratorio, fonatorio y resonador; sin embargo, las conexiones del Sistema Nervioso Central necesarias para la coordinación de estas funciones son muy complicadas y han sido poco estudiadas. La participación de la laringe en el habla, requiere inhibición de reflejos que mantienen la vida y la respiración por lo que muchos procesos morbosos en diferentes niveles de organización neural, pueden estar vinculados con disfunción laríngea. Por esta razón, las disfunciones laríngeas son en muchas ocasiones la indicación de un trastorno neurológico que puede afectar la coordinación refleja motora fina. <sup>(Menaldi, 1992)</sup>

La laringe, como emisora de sonidos, debe producir condensaciones y rarefacciones de la columna aérea, necesarias para emitirlos; sin embargo, la intensidad del sonido que se produce es amplificada por los resonadores faringonasales que agregan volumen y carácter a la voz modificada por los efectores.

Se ha tratado de explicar la fonación con múltiples teorías. La más aceptada es la propuesta por Van Den Berg de 1958, <sup>(Menaldi, 1992)</sup> que trata de explicar la vibración de las cuerdas vocales, y que bajo el nombre de Teoría Mioelástica Aerodinámica, propone lo siguiente:

- 1) Las cuerdas vocales se juntan por aducción en la línea media.
- 2) La presión subglótica del aire que viene de los pulmones produce una resistencia en las cuerdas vocales que están en aducción y se abren momentáneamente dejando salir el aire.
- 3) La presión subglótica provocaría a la altura de las cuerdas vocales en aducción un movimiento de aspiración hacia la línea media.

Una explicación detallada de la teoría mioelástica-aerodinámica de la fonación está dada por Liberman (1968) <sup>(Menaldi, 1992)</sup>, quien afirma que dos fuerzas actúan en las cuerdas vocales.

1. Fuerzas aerodinámicas y aerostáticas que desplazan las cuerdas vocales a su posición de aducción, en su preparación para la fonación.

2. Fuerzas tisulares que actúan restituyendo las cuerdas vocales a su posición de abducción.

La vibración de las cuerdas vocales requiere primero de una aproximación de estas. En la fase prefonatoria las cuerdas vocales se hallan en abducción; cuando se da la orden neural para la aducción de las cuerdas vocales, la aproximación resulta extremadamente rápida: los aductores laríngeos, el cricoaritenoides lateral y el tiroaritenoides, tienen tiempos de contracción breves, de alrededor de 15 mseg. <sup>(Shiba, 2004 Part I; Shiba, 2004 Part. II; Bonne, 1983)</sup> Como las cuerdas casi se aproximan, la salida de aire espiratoria es obstruida a nivel de la glotis y la presión de aire subglótica aumenta. Esta presión toma la fuerza necesaria para desplazarlas y a esta fuerza de salida de aire se le opone la fuerza estática de la masa del músculo y del ligamento mismo, así como el efecto de Bernoulli. Este último constituye el desplazamiento medio de las cuerdas vocales, una dirigida hacia la otra debido al vacío producido en la abertura glótica por la corriente de aire. El promedio de salida del aire es constante hasta que dicha salida alcanza la glotis constrictora; entonces aumenta su velocidad e irrumpe por lo que queda de la abertura glótica. El vacío resultante atrae las cuerdas en forma conjunta y resulta así parcialmente responsable de que completen su ciclo vibratorio.

La otra fuerza que ayuda a las cuerdas vocales a retornar a su posición de aproximación neutral además del efecto de Bernoulli es la resistencia de los ligamentos vocales y de los músculos tiroaritenoides. Así, el ciclo vibratorio de las cuerdas vocales puede resumirse de la siguiente manera:

- Los aductores intrínsecos de la laringe acercan las cuerdas en su posición de aproximación neutral; ahí, la relación natural tamaño/masa y la elasticidad de las cuerdas, determina el promedio de vibración.

- El aire emitido sale por la apertura de aproximación, soplando aparte las cuerdas; la masa estática de éstas últimas tiende a retornarlas a su punto de neutralidad.

- El efecto de Bernoulli acerca aún más las cuerdas entre sí, repitiéndose así el ciclo vibratorio.

En la fonación normal la fase espiratoria de la respiración se inicia casi al mismo tiempo en que las cuerdas se aproximan en la totalidad de su dimensión anteroposterior. Las cuerdas vocales tienen su máxima longitud durante la respiración y se acortan durante la fonación. Los determinantes del tono de la voz son sin duda la masa y la tensión de las cuerdas vocales aunque participa de manera determinante la presión subglótica.

En resumen, al comenzar la fonación, las cuerdas vocales se juntan por la acción de la rotación de los cartílagos aritenoides que a su vez lo hacen por la acción de los músculos aritenoides, una vez juntos los aritenoides, la cuerda se pone tensa y entonces comienza a actuar el soplo espiratorio y se observan las vibraciones. El borde libre de la cuerda vocal comienza uniéndose en su parte inferior para luego terminar este contacto al separarse el labio superior.

### 1.3. VALORACION DE LA VOZ

La determinación de la normalidad o de las alteraciones de la voz, exige un protocolo sistemático que incluya la historia clínica, la evaluación clínica e instrumental del sistema fonatorio y en particular de la laringe, además del estudio de las características vocales. <sup>(Deem & Miller, 2000)</sup>

La evaluación de las características de la voz debe realizarse en primera instancia por medio del oído, mediante el buen entrenamiento de la percepción sonora, considerando que la apreciación clínica de la voz, que realiza el foniatra, es irremplazable <sup>(Shiba, 2004 Part I)</sup>. Por eso, el mejor instrumento para analizar las características de la voz es el sistema auditivo del ser humano, que exige un buen entrenamiento por ser fundamentalmente subjetivo y cualitativo para evitar que quien juzga una voz, caiga en errores.

Para disminuir los efectos de la variabilidad de las apreciaciones cualitativas, los foniatras pueden disponer en el momento actual de instrumentos con un alto grado de desarrollo tecnológico, que permiten la realización de mediciones objetivas, por medio de programas computarizados, para realizar, por ejemplo, el análisis multidimensional de la voz. (Tarneaud, 1956; Berruecos, 2001; Centerorl, 2001; Prater, 1986)

### 1.3.1. VALORACIÓN CLÍNICA DE LA VOZ

La voz es un fenómeno complejo que requiere múltiples mediciones para describir sus características. (Deem & Miller, 2000; Centerorl, 2001; Prater, 1986), por lo que la investigación clínica tiende a comprobar las múltiples incorrecciones de la fonación y a precisar sus causas a fin de dictar la terapéutica conveniente.

Jean Tarneaud (Tarneaud, 1956; Berruecos V., 2001) apoyó la semiología foniátrica con base en los siguientes cinco puntos clave:

Lo que el enfermo dice:	El interrogatorio
Lo que el enfermo oye:	La percepción sonora y la amusia
Lo que el enfermo siente:	Disestesias y afecciones generales
Lo que el laringólogo oye:	El rendimiento vocal
Lo que el laringólogo ve:	El mecanismo vocal

#### LO QUE EL ENFERMO DICE: El interrogatorio

Es toda la información que el clínico puede obtener durante el interrogatorio que contribuya al diagnóstico, haciendo una buena semiología y tomando en cuenta todos los antecedentes de importancia para el padecimiento. No deben omitirse las sensaciones e inquietudes del paciente, así como las influencias del medio.

#### LO QUE EL ENFERMO OYE: La percepción auditiva de su voz

Sabemos que es indispensable una buena percepción sonora para la adquisición de una voz normal y de un lenguaje bien construido. La influencia de los trastornos de la audición sobre la expresión hablada depende de su gravedad, su naturaleza y su época de aparición.

#### LO QUE EL ENFERMO SIENTE: Las disestesias laríngeas y vocales.

Las disestesias: La voz es un reflejo condicionado, cuya adquisición y conservación no se acompaña de ninguna sensación violenta en el organismo.

El enfermo puede describir hiperestésias como: La constricción faríngea, la constricción torácica, la constricción de los músculos del cuello, la neuralgia del nervio laríngeo superior, carraspeo y la sensación de secreciones a nivel de la laringe que puede corresponder a una verdadera infección de vías respiratorias superiores, a infecciones agudas o crónicas, a fatiga vocal o a irritación del nervio pneumogástrico a nivel del plexo faríngeo o de la laringe. Es importante interrogar al enfermo acerca de su estado general de salud, ya que son numerosas las causas que repercuten en una adecuada fonación, entre las que se pueden mencionar, por ejemplo, las de origen endocrino, neurológico o infeccioso.

#### LO QUE EL LARINGOLOGO OYE: El rendimiento vocal

Se debe valorar la modificación sonora con relación a lo normal. El examen de la voz de conversación debe completarse con el estudio de la voz profesional por lo que se pedirá al paciente que hable como lo hace cuando está trabajando.

La altura sonora: La altura habitual se juzga por la fundamental usual de la palabra, es decir la nota más comúnmente empleada en la voz de conversación. Muy a menudo la disfonía se caracteriza por el abatimiento de la nota fundamental usual de la palabra que puede tener diferente causa, por ejemplo un proceso inflamatorio.

La intensidad: La intensidad normal de la voz varía entre 20-60 decibeles (dB). La intensidad de la voz nos dice mucho de la personalidad y estabilidad psicológica del paciente.

El timbre: Difiere en cada individuo. La calidad y el número de armónicos que visten y constituyen al sonido, provienen de la anatomía del aparato vocal, de su adaptación fisiológica, de su comportamiento psicológico y del estado general.

Los elementos que determinan el timbre son: la cerradura glótica y la tonicidad de las cuerdas vocales y enseguida, la adaptación del tubo de embocadura supralaríngea o cavidad de resonancia en donde las paredes blandas refuerzan o no, por su movilización, al sonido de la laringe. El timbre de un individuo es susceptible de ser analizado, en su composición sonora, por el estudio espectrográfico además de la valoración clínica mediante un oído entrenado para ese fin.

La elocución: Existen reglas melódico-rítmicas indispensables para la emisión de la palabra.

La duración de las sílabas, los acentos de intensidad y las pausas, constituyen el ritmo mientras que las variaciones de la altura musical proporcionan la melodía, en estrecha liga con la expresión intencional y al lenguaje.

## LO QUE EL LARINGOLOGO VE: El funcionamiento vocal

El mecanismo vocal: Es necesario comprobar toda modificación postural o cinética del aparato vocal y sobre todo confrontar lo que se observa y lo que se oye, a fin de determinar la verdadera patología de la disfonía.

La adaptación fónica de la respiración: Hay que considerar la espiración como el motor de la voz y las cuerdas vocales como el regulador indispensable de la provisión del aire, lo que permite todas las variedades de emisión. El mecanismo respiratorio es automático; su coordinación con la voz muestra que se utiliza de manera particular. El foniatra debe corroborar si no existe insuficiencia respiratoria nasal, insuficiencia total o parcial del mecanismo respiratorio, rigidez del mecanismo respiratorio, elevación en masa de la caja torácica, espiración inversa, exageración de los movimientos respiratorios, debilidad de la pared abdominal o incoordinación pneumofónica en función del tiempo. (Koufman, 1991; Bless, 1991)

La adaptación fónica de la laringe: La laringe es un órgano móvil, la voz no puede realizarse sin la movilización de la laringe lo cual se da en sinergia con los movimientos de la tráquea, la faringe, la mandíbula, la lengua y el velo del paladar. Hay que considerar que no podemos gobernar el trabajo de la laringe ni de las cuerdas vocales.

Las particularidades de la laringe de orden anatómico, las variaciones de su desarrollo y de su aspecto presentan múltiples causas: la talla, la edad, el estado de salud, el sexo, la condición hormonal, etc. (Koufman, 1991; Bless, 1991)

El examen de las cuerdas vocales en fonación habitualmente practicado con el laringoscopio pero se detalla con el estudio estroboscópico, que permite apreciar de manera exacta, los caracteres de la vibración, así como la tonicidad y la contractilidad de las cuerdas vocales. Su longitud, en su parte muscular solamente en promedio es para el hombre de 18 mm y en la mujer es de 12 mm. También se debe observar el estado de las bandas ventriculares. No debemos olvidar que la emisión vocal perfecta requiere de un cierre glótico excelente y una tonicidad conveniente de las cuerdas vocales. (Bless, 1991; Le Huche, 1993). También deben tenerse en cuenta las alteraciones de las cavidades de resonancia.

### 1.3.2. VALORACION OBJETIVA DE LA VOZ

La valoración objetiva de la voz incluye los siguientes enfoques:

- Análisis acústico
- Examen estroboscópico

#### 1.3.2.1. ANALISIS ACUSTICO

Es el que establece la relación física entre los hechos vinculados con la producción y la percepción del sonido. Posibilita la medición indirecta de los patrones vibratorios de las cuerdas vocales, así como la morfología de la vía vocal y los cambios que sufre con el tiempo. Cada vez con mayor frecuencia, las mediciones acústicas incluyen el estudio por medio de oscilogramas o espectrogramas, que brindan una representación bidimensional de la amplitud en función del tiempo.

Un oscilograma normal es el que manifiesta una morfología de onda periódica compleja de amplitud relativamente grande. En hablantes normales estas repeticiones se observan como pulsos de energía espaciados con uniformidad. Estos trazos pueden medir frecuencia, intensidad y variaciones de frecuencia e intensidad entre un ciclo y otro, además de la relación señal / ruido.

Los trazos espectrográficos son representaciones tridimensionales de la frecuencia y la amplitud, en función del tiempo. Pueden aplicarse diferentes filtros para obtener un espectrograma de banda amplia o estrecha.

Los primeros producen una gráfica de periodicidad de la voz, así como las regiones de energía que corresponden a las frecuencias de resonancia de las vías vocales lo que se llama formato. Los cambios en el formato, reflejan cambios en las vías vocales. Los espectrogramas de banda amplia son útiles para clasificar diferentes tipos de disfonías, para delinear características específicas de la voz y para identificar maniobras compensatorias de las vías vocales. Los espectrogramas de banda estrecha son los mejores para establecer los patrones de entonación.

Para una descripción acústica óptima los protocolos de prueba deben incluir la medición de los niveles habituales y la extensión máxima de la frecuencia e intensidad generadas durante vocalización sostenida, así como muestras del habla durante la conversación. <sup>(Coster, 1999)</sup>

Frecuencia / tono.- Es el correlato físico del fenómeno perceptivo del tono o altura del sonido. Representa el número de veces que las cuerdas vocales se abren y cierran por segundo y se mide en Hertz (Hz).

Intensidad / volumen.- La intensidad se relaciona con el volumen de igual manera que la frecuencia se relaciona con el tono. La intensidad es producto de la amplitud de vibración de las cuerdas vocales y de la presión subglótica y se expresa en decibeles (dB).

La intensidad ser baja, cuando existe parálisis de las cuerdas vocales, con los incrementos de masa como en los nódulos vocales y por deformación de las cuerdas vocales debido a su sobreutilización. Esta elevada cuando se asocia con pérdida de audición o con patrones de voz hiperfuncional.

La incapacidad para cambiar la intensidad, puede ser indicativo de problemas neurológicos o de insuficiencia respiratoria y a menudo acompaña a la falta de variabilidad del tono. (Deem & Miller, 2000)

Conforme se incrementa la presión subglótica contra la glotis cerrada aumenta la amplitud de vibración y con ello también se incrementa la intensidad. De ésta forma la intensidad reducida puede observarse en pacientes con cierre glótico inadecuado. Los valores típicos para hablantes normales son, para el habla durante la conversación, entre 50-60 dB SPL.

Perfil de frecuencia / intensidad.- También llamado fonetograma, describe los límites vocales al hacer que el paciente emita las notas lo más fuerte y lo más bajo posible en cada una de las notas que comprende la totalidad de su extensión vocal o tesitura propia.

Movimiento.- Las interrupciones rítmicas de la columna de aire transforman la energía de corriente continua proporcionada por los pulmones en energía de corriente alterna denominada sonido.

Las oscilaciones o movimientos de las cuerdas vocales son el origen de las interrupciones rítmicas. Así, la medición de los movimientos brinda importantes parámetros clínicos del funcionamiento vocal porque en general el movimiento se registra a diferentes niveles de tono y volumen. Es posible valorar de manera indirecta el movimiento utilizando varias técnicas como el análisis de la morfología de onda acústica filtrada inversa y el análisis acústico de la periodicidad y de la forma de onda.



El movimiento y aspecto, pueden registrarse también por medio de fotografía de alta velocidad y vídeo estroboscopia.

Forma de onda acústica filtrada inversa.- Es una técnica no invasiva que se basa en el registro las vibraciones de las cuerdas vocales. En este procedimiento se hace pasar la señal microfónica de un sonido sostenido a través de un sistema de filtros acústicos diseñado para proporcionar la inversa acústica. El efecto inverso anula los componentes acústicos proporcionando así una representación de la fuente de la voz en forma de onda glótica. Este procedimiento puede utilizarse para detectar irregularidades en la vibración de las cuerdas vocales, el tipo de fonación utilizando el tiempo y la forma de los patrones de apertura y cierre.

### 1.3.2.2. EXAMEN ESTROBOSCÓPICO

la palabra estroboscopia deriva del griego *strobos*: giro y *skopos*: observar, ver o examinar. El estudio de la vibración de las cuerdas vocales por medio de un instrumento estroboscópico fue descubierto en 1822 por Stainfer de Viena y en 1829 por Plateau. (Prater, 1986)

En 1979 la estroboscopia fue acoplada a los endoscopios rígidos para evaluar la vibración de las cuerdas vocales. La luz del estroboscopio emite luces intermitentes que se sincronizan con los ciclos de vibración de las cuerdas vocales. Esto permite observar una imagen clara de las cuerdas vocales ya que el sistema de relampagueo, produce el efecto de foto fija o eventualmente, de cámara lenta. El movimiento de las cuerdas vocales puede retardarse en apariencia o detenerse completamente, por medio de la ilusión óptica que produce la luz estroboscópica. El examen estroboscópico y su grabación con video permite analizar las diferentes fases de apertura y cierre, así como la amplitud, frecuencia y modo de vibración de las cuerdas vocales.

La estroboscopia evolucionó desde los prototipos de Stein, Loebell y Stern y pasando por el endoestroboscopio de Plateau, hasta la lámpara de mercurio, con luz más intensa, de Hegener. Más adelante, Kallen incorporó circuitos electromagnéticos y Tarneaud afinó la semiología estroboscópica con el stroborama y el stroboret. (Tarneaud, 1937)

En 1983 se introdujo la laringoestroboscopia con fibroscopios flexibles; sin embargo, esta técnica se ha utilizado poco para documentar la patología y la función de la laringe (Menaldi, 1992)

Los elementos que pueden evaluarse con la laringoestroboscopia son la frecuencia fundamental, la simetría de los movimientos de las cuerdas vocales, el cierre glótico, la amplitud, la onda de la mucosa y las partes sin vibración. El registro de los movimientos laríngeos en fotografía o videocinta utilizando luz estroboscópica permite detener la acción y revisar de manera repetida variaciones de movimiento y la posición de las estructuras laríngeas.

Anteriormente los clínicos opinaban que los únicos instrumentos que se requerían para valorar la voz eran el oído y los espejos laríngeos, además de la atención del clínico con experiencia para poder describir las modificaciones de la voz al escuchar con cuidado su emisión. Sin embargo, los tiempos cambian y las necesidades también, por lo que podemos considerar que ya no basta con sólo escuchar la voz del paciente para decir que ya se oye mejor después de un tratamiento foniatrico. En la actualidad, con conceptos de responsabilidad médica y ante la realidad de los avances tecnológicos y de los problemas legales, se requiere documentar de manera objetiva las alteraciones, la evolución de las mismas y los resultados del tratamiento.

Desde la introducción en 1993 de los programas para el análisis multidimensional de la voz (MDVP modelo 5105) con el equipo CLS-4300 y en particular el modelo 4305 preparado para usarse con el sistema MS DOS, se dispone de un instrumento muy útil para la valoración de los trastornos de la voz, en tanto permiten hacer mediciones objetivas y perfectamente cuantificables. Este sistema está disponible como parte del equipo de diagnóstico clínico y de investigación del Servicio de Audiología y Foniatría del Hospital General de México y forma parte de los programas del Laboratorio computarizado de voz y lenguaje (CSL) que contiene, precisamente, el programa de análisis multidimensional de la voz (MDVP). (Centerorl, 2001; Kay Elemetrics (a), 1999; Kay Elemetrics (b), 1999)

## 2.- ANÁLISIS MULTIDIMENSIONAL DIGITALIZADO DE LA VOZ.

El programa de análisis multidimensional de la voz (MDVP) es usado actualmente como el estándar de oro en muchos países del mundo y que cada vez se cita más comúnmente en la literatura. El registro de la calidad de la voz mediante el MDVP permite el análisis de la misma a través de diversas ventanas que se generan de manera automática y que permiten, con una sola vocalización, el cálculo de un mínimo de 22 parámetros que aparecen en una gráfica radial al completarse el análisis digital de la voz registrada. <sup>(Kay Elemetrics (b), 1999)</sup>

El MDVP revela patrones que son variables, incluso en sujetos normales, por lo que existe la necesidad de estandarizar los valores de los mismos y sus rangos de normalidad mediante estudios de validación, <sup>(Kay Elemetrics (a), 1999)</sup> que puedan ser aceptados a nivel local o a nivel internacional.

### 2.1 VENTANAS DE ANÁLISIS:

#### 2.1.1 VENTANA A

Captura de la señal que será almacenada en la memoria para ser analizada.

#### 2.1.2. VENTANA B

Frecuencia fundamental ( $F_0$ ) y amplitud pico a pico.

El análisis realizado en esta ventana, se extrae del periodo glotal ciclo a ciclo para cada vibración vocal. Una vez que son extraídos los impulsos glotales de la señal acústica, la frecuencia fundamental se traza en una línea roja y la amplitud cresta a cresta se traza en azul. La escala para la frecuencia fundamental es de 0-600 Hz; por lo tanto, pequeñas variaciones pueden no ser visibles. Esta ventana muestra el análisis en forma vertical marcando los impulsos glotales.

#### 2.1.3. VENTANA C

Es parte del análisis algorítmico del ruido dentro del MDVP. Usa un método de análisis para extraer las características espectrales de la voz y ofrecen tres parámetros: VTI, NHR, SPI. La ventana C, muestra el trazo del espectro de frecuencia de la señal: en esta ventana el eje de las "X" va de 0-700 Hz y el eje de las "Y" es la amplitud de los componentes del espectro con escala de 0-2930 en escala lineal no logarítmica.

#### 2.1.4. VENTANA D

Es parte del análisis algorítmico del “tremor” o temblor con el MDVP y se usa para determinar componentes de modulación periódica de la frecuencia fundamental de la voz y la amplitud. Las modulaciones periódicas son cambios regulares repetibles en la frecuencia fundamental y en la amplitud, que frecuentemente se asocian con inhabilidad de mantener la tensión muscular constante.

#### 2.1.5. VENTANAS E y F

Histograma de la Fo: el histograma muestra el trazo de dispersión de la Fo y los valores de amplitud. Las voces normales presentan valores muy pequeños de dispersión, cualquier variación de la Fo y de la amplitud y cualquier cambio de ciclo a ciclo por leves que estos sean y que provocan la dispersión del histograma.

#### 2.1.6. VENTANA G

Diagrama radial multidimensional de voz: muestra los resultados numéricos del análisis MDVP sobre la gráfica, en la que cada parámetro es trazado sobre una línea empezando dentro del círculo con aumento de los valores hacia afuera del mismo.

Cada línea corresponde a un parámetro y es comparada con valores que se consideran de normalidad, comprendidos en los límites de un círculo verde. Los parámetros del paciente son trazados dentro del área verde si son normales pero si sobrepasan los valores considerados por el sistema como normales, se marcan como picos de color rojo fuera del círculo normativo. La gráfica radial puede también usarse para trazar los valores de los pacientes contra un promedio normal, agregando por ejemplo, además, una d.s. por arriba del valor normal.

### 2.2. TRASTORNOS DE LA FRECUENCIA

Las medidas de la frecuencia fundamental proveen información sobre la manera como las personas usan su voz. La perturbación de la frecuencia o del periodo se conoce como Jitter.

### 2.2.1. Fundamental Usual (F.U. o Fo)

Las modulaciones periódicas son cambios regulares repetibles de la frecuencia y la amplitud, que frecuentemente se asocian con problemas cuando hay inhabilidad para mantener una tensión muscular constante. Las cuerdas vocales producen sonido por modulación del flujo de aire pulmonar a través de la glotis (pulsos glotales). Sin embargo, esta vibración cuasi periódica puede también ser modulada, por lo que los pulsos glotales pueden variar en velocidad y en amplitud. Tal modulación origina una onda compleja periódica. Su espectro es discreto y está constituido por líneas separadas de la frecuencia fundamental (Fo) con intensidades que decaen a razón de 12 dB/octava. (Shiba, 2004) En esta ventana puede mostrarse la frecuencia y el temblor en rojo. Las modulaciones pueden caracterizarse por sí existen o no modulaciones de velocidad de la frecuencia fundamental o de energía de la voz de ciclo a ciclo. Sí la modulación es periódica este periodo de modulación puede ser mejor caracterizado por la velocidad y por la magnitud de la modulación. Los valores normales de la frecuencia fundamental, se encuentran para hombres, dentro de un rango de 83-153 Hz y para mujeres en el rango de 158-274 Hz. Este parámetro debe siempre expresarse en función del sexo y en Hz. (Morente, 2001) La frecuencia fundamental está determinada fisiológicamente por el número de ciclos glóticos de las cuerdas vocales en un segundo. Por eso, cualquier ajuste que reduzca esos ciclos, reducirá también la frecuencia fundamental. Cuanto más rápidos sean los ciclos, más aguda será la frecuencia fundamental. (Behlau, 2001)

### 2.2.2. JITA (jitter absoluto)

Se refiere a la evaluación de la variabilidad de la frecuencia de un periodo a otro. El Jitter se refiere a la variación de la frecuencia fundamental en tiempos muy cortos, por lo que establece qué tanto difiere un periodo dado de su periodo consecutivo, en una medida de la variabilidad de la frecuencia que no tiene en cuenta los cambios voluntarios de la frecuencia fundamental. Si la función de las cuerdas vocales fuera tan absolutamente regular como la de una máquina, no habría variabilidad frecuencial por lo que el Jitter sería igual a cero. Por eso, se considera que los valores pequeños de Jitter son normales, mientras que los valores relativamente grandes son patológicos. Los valores normales según un estudio de España que más adelante correlacionamos con los datos obtenidos en nuestro estudio, se establecieron para hombres alrededor de 57 y de 48 para mujeres (González, 2002)

La perturbación de la frecuencia puede medirse con la lectura de un texto o con vocales sostenidas. Sin embargo, cuando se habla de cambios sistemáticos de la Fo debidos al acento o la entonación, es necesario que no se confundan con la variación que nos interesa medir, por lo que será preferible usar vocales sostenidas.

### 2.2.3. JITT (porcentaje de jitter).

Se refiere a la evaluación en % de la variabilidad de la frecuencia, de periodo a periodo, en tiempos muy cortos. El índice normal de Jitter es menor a 1%. Esta variabilidad en %, de corto plazo, no es voluntaria y puede indicar menor control sobre el sistema de funcionamiento de la laringe. El JITT es sensible a los cambios patológicos laríngeos y a la insuficiencia respiratoria grave (Deem & Miller, 2000)

### 2.2.4. PPQ.- (cociente de perturbación del periodo de frecuencia)

Es la evaluación relativa de la variabilidad de la frecuencia periodo a periodo dentro de la muestra de voz que se analiza en el curso de cinco periodos. Liberman en 1963 (Menaldi, 1992; Centerorl, 2001) concluyó que las perturbaciones de la Fo reflejan cambios en la periodicidad glotal, alteraciones en la forma de la onda glotal y variaciones en la configuración del tracto vocal que resultan en desplazamiento de fase de la onda acústica.

El cambio en la periodicidad glotal se calcula de ciclo en ciclo y se considera que su diferencia no debe ser mayor de 0.5 ms. El factor de perturbación es el porcentaje de todas las perturbaciones iguales o mayores a medio milisegundo.

### 2.2.5. RAP. (Promedio relativo a la perturbación)

Mide los cambios relativamente lentos de la frecuencia, también se le llama cociente de perturbación de la frecuencia. El valor normal es, según el estudio español referido anteriormente, de 0.39 para hombres y 0.57 para mujeres. El MDVP tiene considerado como umbral el nivel de 0.68 %. (www.fon.hum.uva.nl)

### 2.2.6. SPPQ. (Es el cociente de perturbación lineal del periodo de la frecuencia)

Evalúa ciclos alternados, lo cual significa que puede no detectar perturbaciones causadas por un ciclo corto, regularmente alterado, con uno largo como ocurre en el registro grave. El valor normal según el estudio español, es 0.68 para hombres y 0.75 para mujeres.

## 2.3. TRASTORNOS DE LA AMPLITUD

Las mediciones del Shimmer sirven para cuantificar pequeños lapsos de inestabilidad en la amplitud de la señal vocal. Este parámetro, cuyos valores de referencia en todas sus variables se anotan más adelante también con base en los trabajos del grupo español mencionado (González, 2002), es tan importante como el Jitter a pesar de que no se ha estudiado tan detalladamente. Las perturbaciones de amplitud son medidas con base en los picos de cada ciclo fonatorio. Para hacer un diagnóstico clínico del problema en cuanto al manejo de la intensidad, se puede analizar la perturbación de la amplitud (Shimmer)

El Shimmer es la medida de la perturbación de la amplitud y se puede considerar como análoga a las perturbaciones de la frecuencia fundamental (Jitter). Permite establecer correlaciones acústicas cuando la voz es ruidosa o entrecortada y sus cifras tienden a ser mayores en casos de patología vocal incluyendo lesiones de masa como sucede en el caso de los nódulos. (Deem & Miller, 2000)

Es importante mencionar que el Jitter y el Shimmer reflejan características micro prosódicas de la señal vocal. Estos parámetros siempre deben buscarse, sabiendo desde luego que la naturaleza de los fenómenos que los producen está determinada por la fisiología de la producción del habla, razón por la cual tienen un carácter universal, común a todos los idiomas. (Pospelov, 2000)

### 2.3.1. ShdB (Shimmer en dB)

Es la evaluación en decibeles, periodo a periodo, (en muy corto tiempo) de la variabilidad de amplitud de pico a pico dentro de la muestra de voz analizada. Esto permite una adecuada altura tonal y un adecuado cierre glótico. Su valor normal es 0.33 dB para hombres y 0.34 dB para mujeres, de acuerdo con el estudio español mencionado.

### 2.3.2. Shimm (Porcentaje de Shimmer %)

Es la evaluación relativa periodo a periodo (tiempos cortos) de la variabilidad de la amplitud de una muestra de voz, expresada en porcentaje. Se considera que una voz normal presenta valores pequeños en el shimmer dependiendo del sexo y de la vocal utilizada por lo que los valores normales serían en hombres de 3.82 y en mujeres de 3.89, según el estudio de referencia.

La aspereza de la voz, se relaciona con las perturbaciones de la periodicidad de los pulsos glotales y pueden dividirse en perturbaciones de frecuencia (Jitter) y de amplitud (Shimmer). Estas perturbaciones de amplitud y frecuencia, son provocadas por la vibración irregular de las cuerdas vocales, y rara vez aparecen de forma independiente una de otra. (Ferrer, 2001)

### 2.3.3. APQ. (Cociente de perturbación de la amplitud %)

Es la evaluación relativa de la variabilidad periodo a periodo de la amplitud pico a pico dentro del análisis de la muestra de voz, en la que se excluyen los períodos donde se interrumpe la voz. Los valores de referencia son de 3.06 para hombres y 2.87 para mujeres.

### 2.3.4. SAPQ. (Cociente de perturbación lineal de la amplitud %)

Es la evaluación relativa de corto o largo término de la variabilidad de la amplitud pico a pico dentro de la muestra de voz analizada, con un factor lineal definido por el especialista. El factor instalado en el equipo es de 55 periodos, pero el especialista lo puede modificar. Se consideran normales los valores de 4.87 para hombres y 5.13 para mujeres.

### 2.3.5. VTI.- (Índice de turbulencia de la voz)

Es el promedio del radio de la energía del espectro de altas frecuencias no armónicas. El valor normal es 0.05

### 2.3.6. SPI (Índice de fonación suave)

Es el promedio del radio de energía armónica de baja frecuencia en el rango de 1600 – 4500 Hz. Son valores de referencia 8.78 para hombres y 8.36 para mujeres.

### 2.3.7. NHR (relación ruido/armónicos)

Indica de manera objetiva la medida del ruido presente en una emisión, es decir, la relación que existe entre la energía acústica de los armónicos y la energía del ruido agregado que se produce en el tracto vocal durante una emisión. Este parámetro es muy importante porque tiene mucha aplicabilidad en la clínica, en tanto su alteración, está presente en la mayoría de las disfonías. Una NHR patológica, no indica de qué problema laríngeo o vocal se trata sino solamente el grado de afectación que sí puede variar entre diversos cuadros.



La alteración del NHR sugiere la existencia de problemas orgánicos, de irregularidades funcionales o de ruido por turbulencia y da una idea sobre la calidad sonora y la pérdida del aire. (Morente, 2001; Behlau, 2001; [www.fon.hum.uva.nl](http://www.fon.hum.uva.nl); Pospelov, 2000; Ferrer, 2001; Arauz, 1995) · Los primeros estudios sobre la presencia de este componente en el espectro vocal surgieron en la década de los 60s. (Behlau, 2001) Generalmente se establece la relación comparando la energía espectral promedio no armónica en el rango de 1500 - 4500 Hz, en el que se comprenden la mayoría de los ruidos que tienden a ser más agudos, con la energía espectral armónica de alta frecuencia en el rango de 70 – 4500 Hz, que corresponde a la producción vocal normal. Los valores sugeridos en porcentaje por el estudio antes referido, son de 0.14 para hombres y 0.13 para mujeres, aunque el sistema MDVP lo fija en 0.19%. Esto quiere decir que la voz debe ser 86, 87 u 81% mayor que los ruidos agregados. Si la intensidad de una vocal es de 50 dB en promedio, el ruido aceptable no puede ser mayor a 14, 13 o 19%, que equivale a 7, 6.5 y 9.5 dB, respectivamente. Existen otros reportes que indican que la intensidad de los ruidos agregados a una emisión vocal normal, deben ser menores a 13 dB.

#### 2.3.8. Componentes de modulación de la amplitud

Este análisis de rutina que es parte del algorítmico para analizar el temblor en el MDVP y se usa para determinar los componentes de modulación periódica de la frecuencia y la amplitud de la voz. La fuente glotal por si sola se utiliza para la producción de vocales. En el MDVP se puede observar, con la idea de que la voz debe ser más o menos uniforme, que las modulaciones son indeseables y pueden caracterizarse como temblor. En la ventana del programa se muestra la amplitud y el temblor en azul. Las modulaciones pueden caracterizarse cuando existen o no modulaciones de la frecuencia fundamental o de energía de la voz de ciclo a ciclo.

### **3.- JUSTIFICACION.**

Sabemos que ya no es suficiente basar únicamente la clínica foniatría en el entrenamiento auditivo del clínico. Las mediciones objetivas y cuantificables están ya al alcance para complementar sus habilidades y destrezas, con los elementos que la tecnología ha podido poner en sus manos. Los diferentes componentes de la voz, han sido poco estudiados a pesar de que el avance tecnológico relacionado con el campo foniatrico ha sido enorme. Por ello resulta de interés que exista la posibilidad de estudiar, mediante un análisis multidimensional computarizado de la voz (MDVP), los valores normales de sus distintos parámetros acústicos y de esta manera proporcionar al médico especialista puntos de referencia que permitan delimitar cuándo una voz es acústicamente normal y cuándo no lo es. De este modo podremos documentar de manera más objetiva la evolución de los cuadros patológicos, los resultados del tratamiento y los posibles cambios futuros, así como medir objetivamente los efectos de la rehabilitación foniatrica encaminada al restablecimiento de la voz normal en el paciente. (Prater, 1986; Bless, 1991; Rammage, 1996)

### **4.- HIPÓTESIS.**

Los parámetros acústicos de la voz en la población mexicana son similares a los encontrados en otros grupos poblacionales.

### **5.- OBJETIVOS.**

-Establecer con bases objetivas y cuantificables los rangos normales de los parámetros acústicos de la voz normal en la población mexicana adulta, por medio del análisis computarizado multidimensional de la voz (MDVP).

-Analizar similitudes y diferencias de los parámetros vocales de la población mexicana con los de otros grupos poblacionales.

### **6.- DEFINICIÓN DE LA POBLACIÓN.**

#### **6.1. POBLACIÓN DE ESTUDIO**

Se integró con adultos mexicanos sanos, sin antecedentes de problemas foniatricos ni de problemas actuales de voz. Se reclutaron familiares o acompañantes de los pacientes que acudieron al Servicio de Audiología y Foniatria del Hospital General de México, mayores de 20 años, hasta obtener una muestra de 240 sujetos en la forma que se define más adelante, en el punto 11 de este trabajo.

### 6.1.1. Criterios de Inclusión

Sujetos mexicanos fonológicamente sanos, de sexo masculino o femenino, mayores de 20 años.

### 6.1.2. Criterios de no inclusión

Sujetos con antecedentes de algún cuadro de disfonía o con disfonía actual, sin importar su etiología, o menores de 20 años.

## **7.- DISEÑO DEL ESTUDIO.**

Se realizó un estudio de tipo transversal y descriptivo.

## **8.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO.**

El análisis de los resultados para las variables categóricas se realizó mediante frecuencias, proporciones o porcentajes.

Para variables numéricas, se usó distribución de frecuencias en clases y medidas de tendencia central y de dispersión, media, mediana y la desviación estándar.

## **9.- VARIABLES Y ESCALA DE MEDICION:**

### 9.1- DEFINICIONES OPERACIONALES

Frecuencia fundamental (Fo).- Es una medida acústica que refleja directamente el número de vibraciones de los repliegues vocales por segundo expresados en Hertz (Hz). Es el rango óptimo dentro del cual una persona produce su voz en una frecuencia confortable sin la menor tensión laríngea y sin esfuerzo. La frecuencia fundamental de acuerdo con la literatura tiene como valores promedio para mujeres de 158-274 Hz y para hombres de 83-153 Hz.

Intensidad.- Se mide en dB con el equipo de análisis de la voz, con la emisión de una vocal sostenida a una distancia no mayor de 20 cm de un micrófono colocado en ángulo de 45°. La intensidad de acuerdo con la literatura tiene como valores promedio para la voz conversacional, entre 20 y 60 decibeles.

Jitter.- Es la variación de la frecuencia fundamental del período fundamental durante el habla. Se considera que es una medida de variabilidad de la frecuencia sin tomar en cuenta los cambios voluntarios de la frecuencia fundamental. El índice de Jitter normal se ha establecido como menor al 1 %.

Shimmer.- Se define como la perturbación de la amplitud. Las mediciones de éste índice sirven para cuantificar pequeños lapsos de inestabilidad de la señal vocal y se mide con base en los picos de amplitud en cada ciclo fonatorio, que se traduce en fluctuaciones de amplitud/segundo. Se considera que una voz normal presenta pequeñas unidades de Shimmer dependiendo de la vocal utilizada y del sexo, por lo que se acepta que el Shimmer normal para los hombres varía de 0.47 % a 0.33% y en las mujeres de 0.33 a 0.19%.

Temblor o Tremor.- Es la modulación periódica de los componentes de la voz en términos frecuencia y amplitud. Las modulaciones periódicas de la voz son cambios regulares repetibles en la frecuencia fundamental y la amplitud, que frecuentemente se asocian a la incapacidad de mantener una tensión muscular constante. Las cuerdas vocales producen sonidos por la modulación del aire a través de la glotis. Estas modulaciones cuasi periódicas pueden ser también producidas de manera voluntaria y variar en términos de frecuencia y amplitud, en cuyos casos determinan el denominado vibrato normal. En el análisis multidimensional de la voz (MDVP) las modulaciones normales de ese vibrato se consideran normales los valores de 2.71/seg. en hombres y de 2.98/seg. en mujeres y que el exceso de estas cifras puede indicar la presencia de tremor o temblores de la voz.

## **10.- PROCEDIMIENTO.**

En el Servicio de Audiología y Foniatría del Hospital General de México, se realizaron grabaciones en cada participante voluntario para pasar el Análisis Multidimensional de la voz, con el equipo CSL Speech-Lab 4300 de Kay Elemetrics y en particular con su programa 5105 Versión 2.0.

En la sala acústicamente aislada, donde se encuentra el laboratorio de voz, por medio de un micrófono Shure sm 48 dynamic 10 z, colocado a una distancia aproximada de 10-12 cm y a un ángulo de 45° de nuestro participante, se le pidió al voluntario que emitiera la vocal /a/ de manera sostenida y comfortable.

Esta producción debió realizarse sin esfuerzo durante un periodo de tres segundos, en dos o tres ocasiones. Se aceptó una muestra cuando pudo sobreponerse la imagen en dos ocasiones y de ella se procedió al análisis de los valores considerados para su estudio, organizando la información en una base de datos dentro de un programa Excel.

## **11.- METODOLOGIA.**

Se grabaron las producciones vocales de todos los sujetos que cumplieron los criterios de inclusión, en la forma anotada. Se estudiaron 20 sujetos de sexo femenino y 20 de sexo masculino, en un primer grupo con edades de 20 a 30 años. Igualmente, se estudiaron 20 sujetos de cada sexo, 40 en total, en los grupos de 31 a 40 años, de 41 a 50 años, de 51 a 60 años, de 61 a 70 años y un último grupo de mayores de 71 años. El total de sujetos estudiados fue de 240.

Las muestras vocales seleccionadas de los sujetos que participaron en el estudio, fueron analizadas con el programa MDVP del cual se estudiaron los siguientes trece parámetros:

1. Frecuencia: Fo, JITA, JITT, PPQ, RAP, SPPQ.
2. Amplitud: SHdB, SHIMM, APQ, SAPQ, VTI, SPI, NHR.

Los resultados se registraron en una base de datos estructurada en un programa Excel.

El análisis estadístico se realizó mediante el programa SPSS para cada variable, utilizando como medida de tendencia central la media y medidas de dispersión de la desviación estándar.

## **12.- ETICA Y CONSENTIMIENTO INFORMADO.**

Debido a que se utilizó el Programa de Análisis Multidimensional de la Voz, del Servicio de Audiología y Foniatría del Hospital General de México, que no es un procedimiento invasivo y que no representa ningún tipo de riesgo para los sujetos estudiados, solo fue necesaria la autorización verbal de los mismos.

### 13.- RESULTADOS.

Los resultados que se presentan a continuación muestran en la primera columna de cada tabla, los grupos por edad y género; en la segunda, el rango de valores mínimo y máximo obtenidos; en la tercera, la media de cada grupo de 20 personas y en la cuarta columna, que indica “*media ajustada*”, se anotan los valores promedio de 19 casos en grupos en los que se eliminó el valor más alto obtenido con objeto de homogeneizar los resultados. La eliminación de ese caso excepcional, no se consideró necesaria en todos los grupos, por lo que en esos casos, la media de 20 y la “*media ajustada*”, son iguales. Consideramos necesario realizar lo anterior, para evitar que en algunos grupos, la presencia de un solo caso con un valor extremada y excepcionalmente alto, alterara en forma importante el conjunto de los resultados y su correlación con los del estudio de González.

#### PERTURBACION DE LA FRECUENCIA:

##### JITA. (Jitter Absoluto: evaluación de la variabilidad de frecuencia)

El Jita mide el número de variaciones involuntarias de la frecuencia fundamental, que se producen de un ciclo a otro. Se considera que son normales pequeñas variaciones y que representan una medida de estabilidad de la fonación. Lo normal, <sup>(González, 2002)</sup> es 57 para hombres y 48 para mujeres (Cuadros y gráficos 1 y 2). Se considera

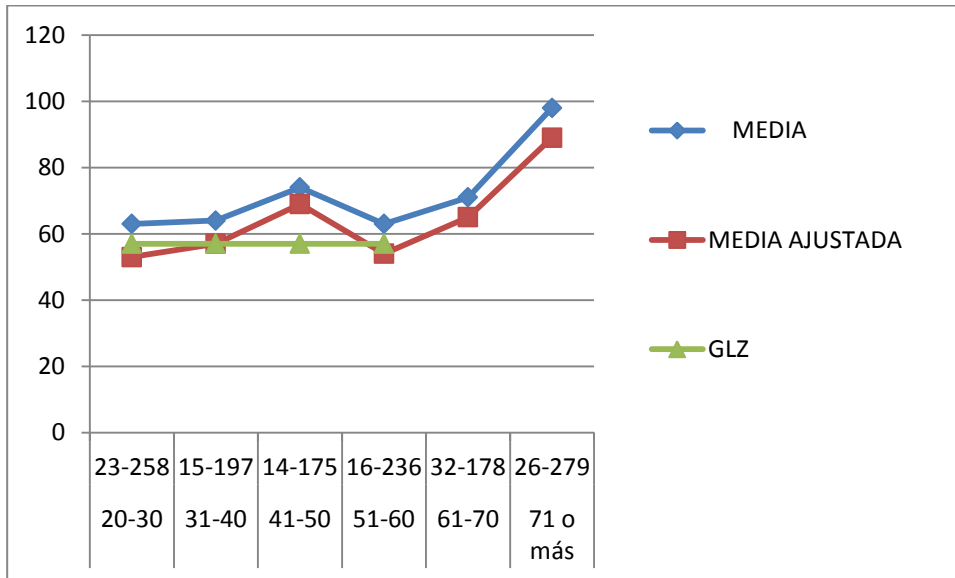
CUADRO 1 JITA: Registro masculino por grupo de edad.

EDAD	RANGO	MEDIA	MEDIA AJUSTADA
20-30	23-258	63	53
31-40	15-197	64	57
41-50	14-175	74	69
51-60	16-236	63	54
61-70	32-178	71	65
71 o más	26-279	98	89

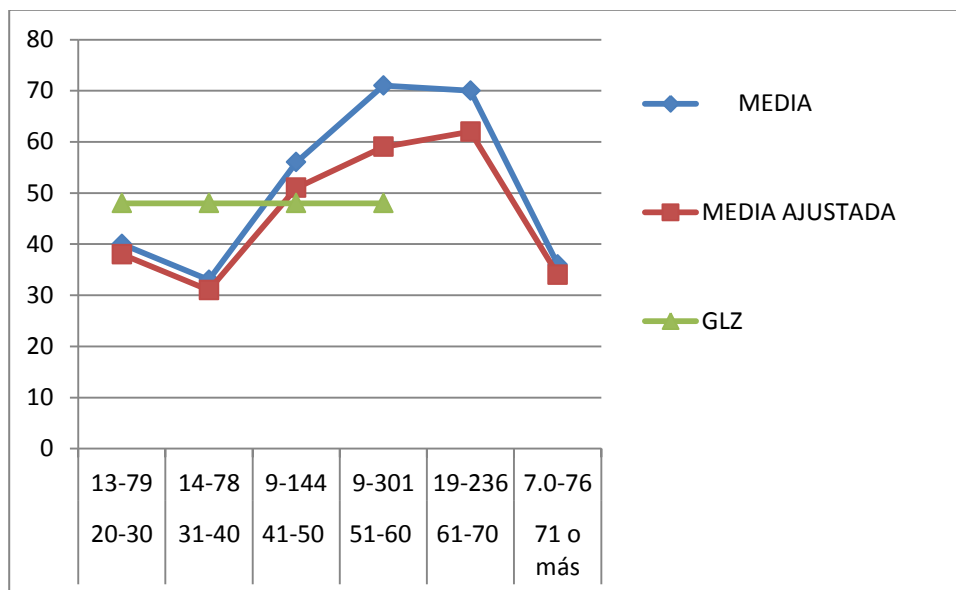
CUADRO 2 JITA: Registro femenino por grupo de edad.

EDAD	RANGO	MEDIA	MEDIA AJUSTADA
20-30	13-79	40	38
31-40	14-78	33	31
41-50	9-144	56	51
51-60	9-301	71	59
61-70	19-236	70	62
71 o más	7-76	36	34

**GRAFICO 1 JITA: Registro masculino por grupo de edad.**



**GRAFICO 2 JITA: Registro femenino por grupo de edad.**



### **JITT. (Porcentaje de Jitter )**

El Jitt mide la variabilidad involuntaria de la Fo de un ciclo a otro, pero expresada en porcentaje. Se considera que el índice de Jitt normal <sup>(González, 2002)</sup> debe ser menor a 1% y que son valores normales 0.68% para hombres y 0.94% para mujeres, (Cuadros y gráficos 3 y 4)

**CUADRO 3 JITT: Registro masculino por grupo de edad.**

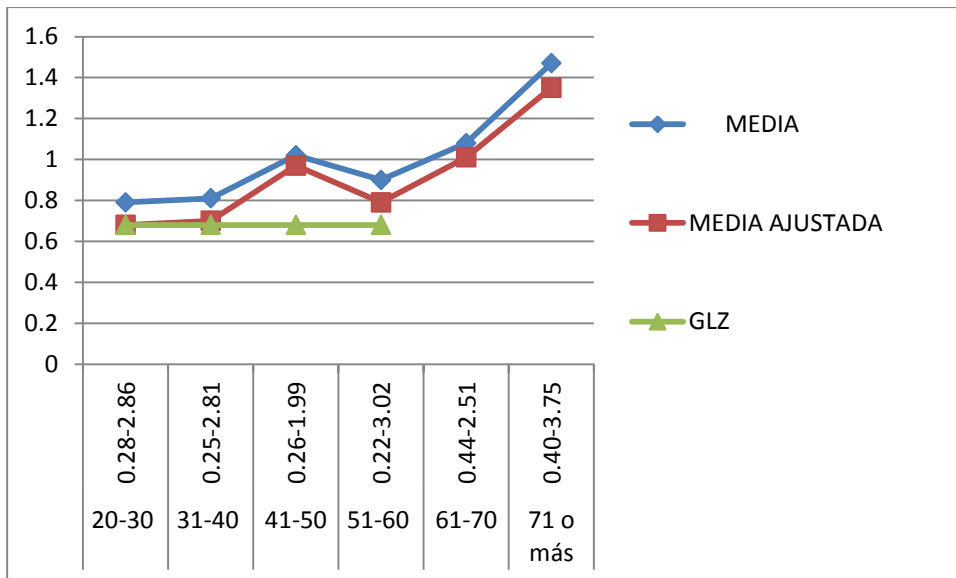
<b>EDAD</b>	<b>RANGO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MEDIA AJUSTADA</b>
<b>20-30</b>	<b>0.28-2.86</b>	<b>0.79</b>	<b>.68</b>
<b>31-40</b>	<b>0.25-2.81</b>	<b>0.81</b>	<b>.70</b>
<b>41-50</b>	<b>0.26-1.99</b>	<b>1.02</b>	<b>.97</b>
<b>51-60</b>	<b>0.22-3.02</b>	<b>0.9</b>	<b>0.79</b>
<b>61-70</b>	<b>0.44-2.51</b>	<b>1.08</b>	<b>1.01</b>
<b>71 o más</b>	<b>0.40-3.75</b>	<b>1.47</b>	<b>1.35</b>

**CUADRO 4 JITT: Registro femenino por grupo de edad.**

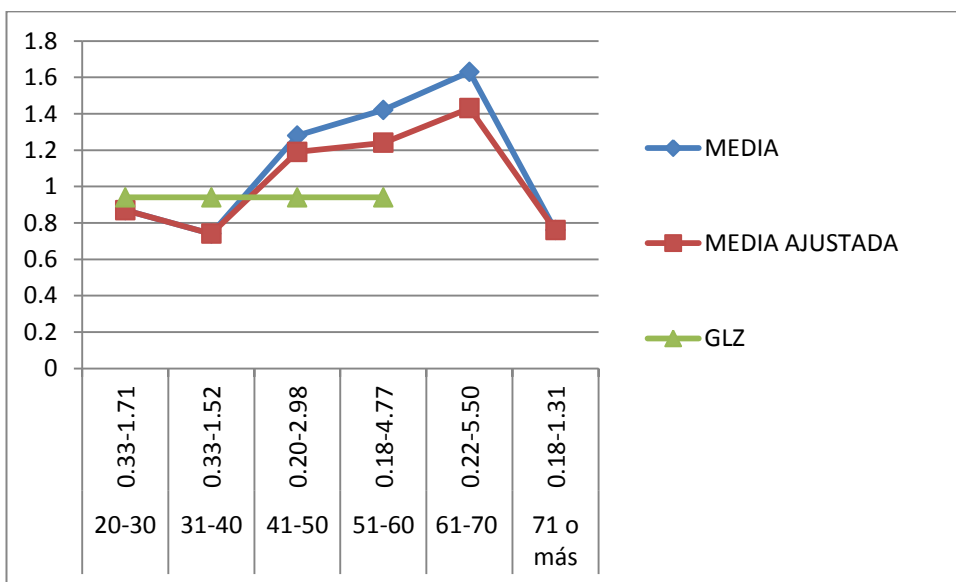
<b>EDAD</b>	<b>RANGO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MEDIA AJUSTADA</b>
<b>20-30</b>	<b>0.33-1.71</b>	<b>0.87</b>	<b>0.87</b>
<b>31-40</b>	<b>0.33-1.52</b>	<b>0.74</b>	<b>0.74</b>
<b>41-50</b>	<b>0.20-2.98</b>	<b>1.28</b>	<b>1.19</b>
<b>51-60</b>	<b>0.18-4.77</b>	<b>1.42</b>	<b>1.24</b>
<b>61-70</b>	<b>0.22-5.50</b>	<b>1.63</b>	<b>1.43</b>
<b>71 o más</b>	<b>0.18-1.31</b>	<b>0.76</b>	<b>0.76</b>



**GRAFICO 3 JITT: Registro masculino por grupo de edad.**



**GRAFICO 4 JITT: Registro femenino por grupo de edad.**



### **PPQ. (Cociente de perturbación de períodos de frecuencia)**

El PPQ es la evaluación relativa de la variabilidad de la frecuencia período a período en una muestra de voz que se analiza en el curso de 5 periodos y no de uno a uno, dos a dos o tres a tres, para apreciar mejor lo que sucede en fonaciones más prolongadas. El cambio de periodicidad glotal se calcula or ciclos y las diferencias <sup>(González, 2002)</sup> no deben ser mayores de 0.5 ms. Lo normal aceptado es de 0.40 para hombres y 0.55 para mujeres. (Cuadros y gráficos 5 y 6)

**CUADRO 5 PPQ: Registro masculino por grupo de edad.**

<b>EDAD</b>	<b>RANGO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MEDIA AJUSTADA</b>
<b>20-30</b>	<b>0.16-1.68</b>	<b>0.45</b>	<b>0.45</b>
<b>31-40</b>	<b>0.14-1.73</b>	<b>0.46</b>	<b>0.46</b>
<b>41-50</b>	<b>0.13-1.45</b>	<b>0.62</b>	<b>0.57</b>
<b>51-60</b>	<b>0.14-1.77</b>	<b>0.51</b>	<b>0.44</b>
<b>61-70</b>	<b>0.25-1.45</b>	<b>0.60</b>	<b>0.56</b>
<b>71 o más</b>	<b>0.21-1.94</b>	<b>0.70</b>	<b>0.63</b>

**CUADRO 6 PPQ: Registro femenino por grupo de edad.**

<b>EDAD</b>	<b>RANGO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MEDIA AJUSTADA</b>
<b>20-30</b>	<b>0.20-0.99</b>	<b>0.51</b>	<b>0.51</b>
<b>31-40</b>	<b>0.25-0.89</b>	<b>0.50</b>	<b>0.50</b>
<b>41-50</b>	<b>0.11-1.71</b>	<b>0.72</b>	<b>0.67</b>
<b>51-60</b>	<b>0.10-2.68</b>	<b>0.81</b>	<b>0.71</b>
<b>61-70</b>	<b>0.18-2.79</b>	<b>0.87</b>	<b>0.77</b>
<b>71 o más</b>	<b>0.10-0.65</b>	<b>0.39</b>	<b>0.39</b>

GRAFICO 5 PPQ: Registro masculino por grupo de edad.

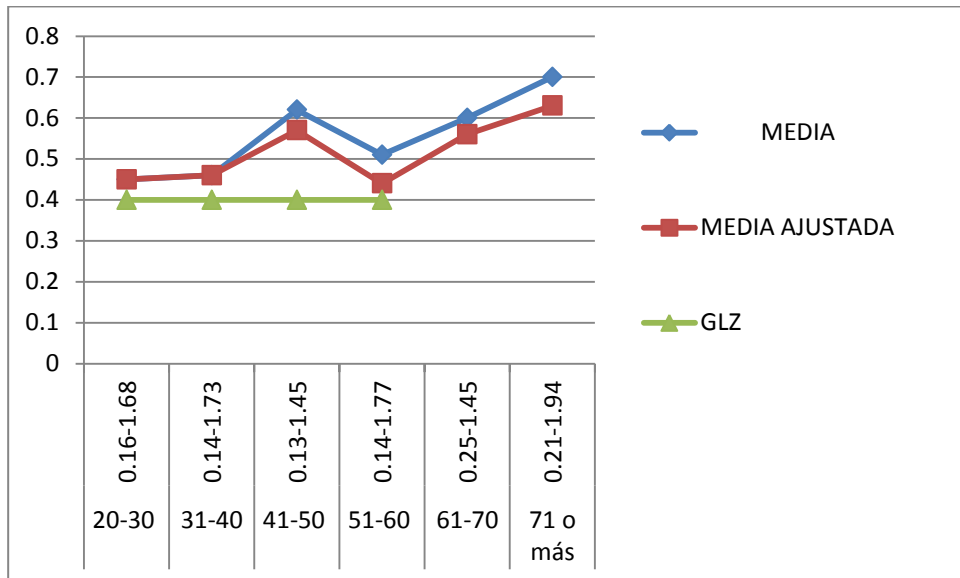
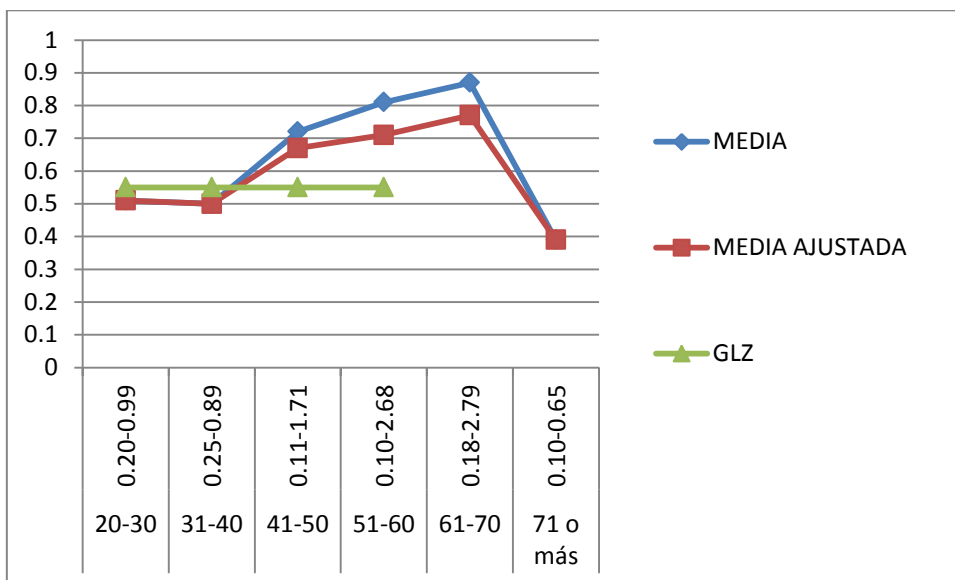


GRAFICO 6 PPQ: Registro femenino por grupo de edad.



## **RAP. (Promedio relativo a la perturbación)**

En el RAP no solo se compara u ciclo con el precedente sino la diferencia de tres en tres ciclos, por lo que el registro es más estable en fonaciones prolongadas. El valor normal aceptado <sup>(González, 2002)</sup> es de 0.39 para hombres y 0.57 para mujeres. (Cuadros y gráficos 7 y 8), aunque Suarez (2008), menciona el valor de 0.59, sin definir diferencias ni de género ni de edad.

**CUADRO 7 RAP: Registro masculino por grupo de edad.**

<b>EDAD</b>	<b>RANGO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MEDIA AJUSTADA</b>
<b>20-30</b>	<b>0.14-1.68</b>	<b>0.45</b>	<b>0.45</b>
<b>31-40</b>	<b>0.15-1.68</b>	<b>0.47</b>	<b>0.47</b>
<b>41-50</b>	<b>0.13-1.16</b>	<b>0.60</b>	<b>0.57</b>
<b>51-60</b>	<b>0.11-1.86</b>	<b>0.61</b>	<b>0.55</b>
<b>61-70</b>	<b>0.25-1.50</b>	<b>0.64</b>	<b>0.59</b>
<b>71 o más</b>	<b>0.19-2.44</b>	<b>0.88</b>	<b>0.79</b>

**CUADRO 8 RAP: Registro femenino por grupo de edad.**

<b>EDAD</b>	<b>RANGO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MEDIA AJUSTADA</b>
<b>20-30</b>	<b>0.19-1.04</b>	<b>0.52</b>	<b>0.52</b>
<b>31-40</b>	<b>0.24-0.91</b>	<b>0.44</b>	<b>0.44</b>
<b>41-50</b>	<b>0.12-1.80</b>	<b>0.77</b>	<b>0.72</b>
<b>51-60</b>	<b>0.09-2.91</b>	<b>0.85</b>	<b>0.75</b>
<b>61-70</b>	<b>0.19-3.50</b>	<b>1.03</b>	<b>0.90</b>
<b>71 o más</b>	<b>0.10-0.77</b>	<b>0.42</b>	<b>0.42</b>



## **SPPQ. (Cociente de perturbación lineal del periodo de la frecuencia)**

El SPPQ evalúa la variabilidad de períodos tonales de corto o larga duración, analizando períodos tonales de la muestra de manera alternada, lo cual significa que puede detectar perturbaciones causadas por ciclos cortos alterados al compararlos con ciclos largos, como puede ocurrir en un registro grave. El valor normal (González, 2002) es 0.68 para hombres y 0.75 para mujeres. (Cuadros y gráficos 9 y 10) Se mantuvo el factor de nivelación que el MDVP trae por defecto y que es de 55 ciclos.

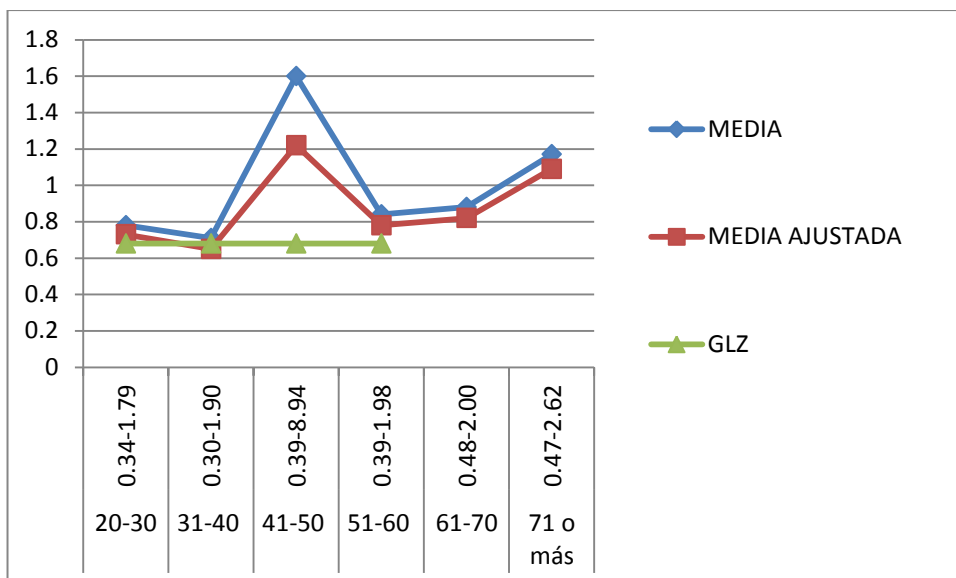
**CUADRO 9 SPPQ. Registro masculino por grupo de edad.**

<b>EDAD</b>	<b>RANGO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MEDIA AJUSTADA</b>
<b>20-30</b>	<b>0.34-1.79</b>	<b>.78</b>	<b>0.73</b>
<b>31-40</b>	<b>0.30-1.90</b>	<b>.71</b>	<b>0.65</b>
<b>41-50</b>	<b>0.39-8.94</b>	<b>1.60</b>	<b>1.22</b>
<b>51-60</b>	<b>0.39-1.98</b>	<b>.84</b>	<b>0.78</b>
<b>61-70</b>	<b>0.48-2.00</b>	<b>.88</b>	<b>0.82</b>
<b>71 o más</b>	<b>0.47-2.62</b>	<b>1.17</b>	<b>1.09</b>

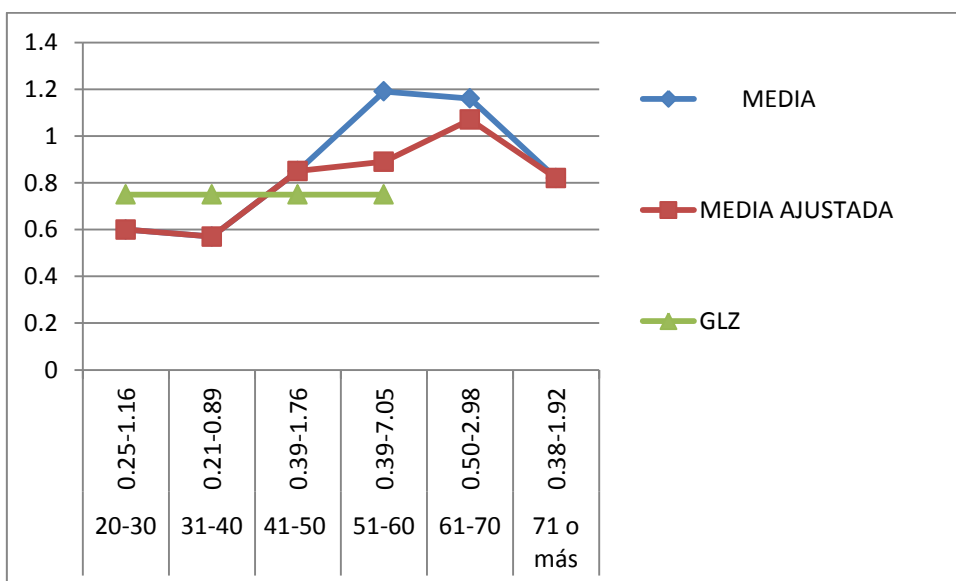
**CUADRO 10 SPPQ. Registro femenino por grupo de edad.**

<b>EDAD</b>	<b>RANGO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MEDIA AJUSTADA</b>
<b>20-30</b>	<b>0.25-1.16</b>	<b>0.60</b>	<b>0.60</b>
<b>31-40</b>	<b>0.21-0.89</b>	<b>0.57</b>	<b>0.57</b>
<b>41-50</b>	<b>0.39-1.76</b>	<b>0.85</b>	<b>0.85</b>
<b>51-60</b>	<b>0.39-7.05</b>	<b>1.19</b>	<b>0.89</b>
<b>61-70</b>	<b>0.50-2.98</b>	<b>1.16</b>	<b>1.07</b>
<b>71 o más</b>	<b>0.38-1.92</b>	<b>0.82</b>	<b>0.82</b>

**GRAFICO 9 SPPQ. Registro masculino por grupo de edad.**



**GRAFICO 10 SPPQ. Registro femenino por grupo de edad.**



## **PERTURBACION DE LA AMPLITUD:**

### **SHdB. (Shimmer en dB)**

El shimmer puede medir la variabilidad de amplitud de los movimientos de las cuerdas vocales, en dB, y puede indicar problemas de intensidad de la voz. A mayor índice de variabilidad se hará evidente una incapacidad para mantener un adecuado cierre glótico, por lo que habrá disminución en la intensidad de la voz. Este parámetro, al medirse en dB tiene como valores normales <sup>(González, 2002)</sup> el de 0.33 para hombres y 0.34 para mujeres, sin que en nuestro estudio en hombres y mujeres mexicanos, se hayan encontrado mayores diferencias. (**Cuadros y gráficos 11 y 12**)

**CUADRO 11 SHdB: Registro masculino por grupo de edad.**

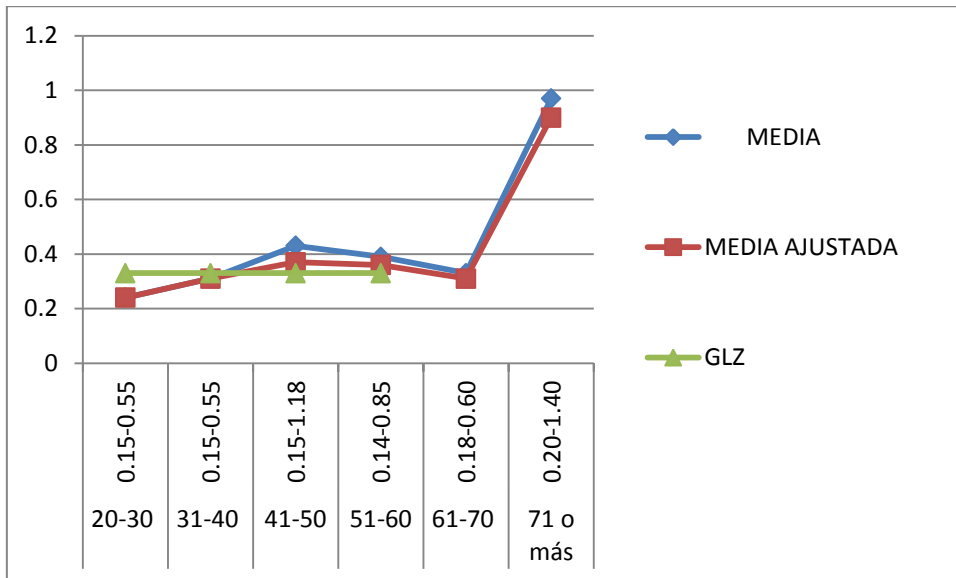
<b>EDAD</b>	<b>RANGO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MEDIA AJUSTADA</b>
<b>20-30</b>	<b>0.15-0.55</b>	<b>0.24</b>	<b>0.24</b>
<b>31-40</b>	<b>0.15-0.55</b>	<b>0.31</b>	<b>0.31</b>
<b>41-50</b>	<b>0.15-1.18</b>	<b>0.43</b>	<b>0.37</b>
<b>51-60</b>	<b>0.14-0.85</b>	<b>0.39</b>	<b>0.36</b>
<b>61-70</b>	<b>0.18-0.60</b>	<b>0.33</b>	<b>0.31</b>
<b>71 o más</b>	<b>0.20-1.40</b>	<b>0.97</b>	<b>0.90</b>

**CUADRO 12 SHdB: Registro femenino por grupo de edad.**

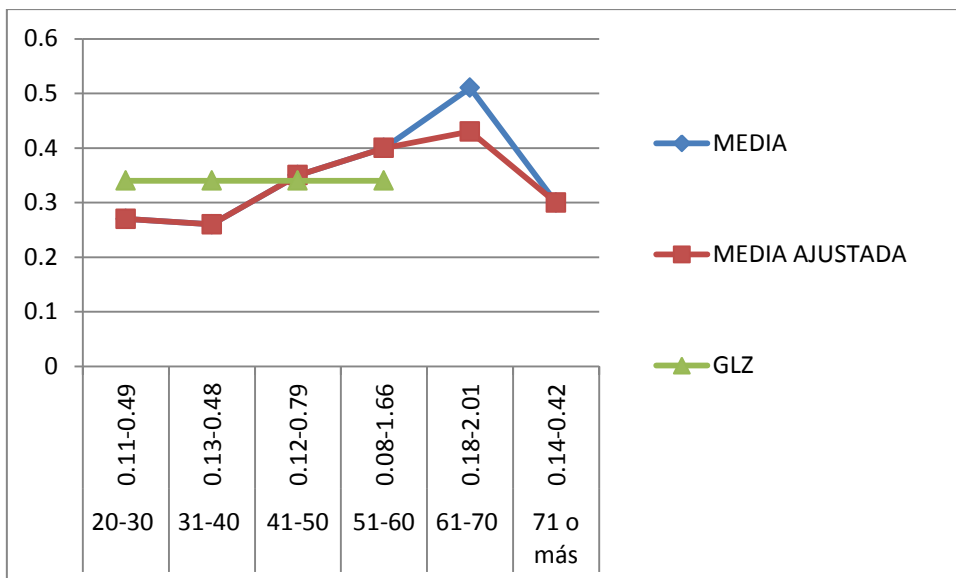
<b>EDAD</b>	<b>RANGO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MEDIA AJUSTADA</b>
<b>20-30</b>	<b>0.11-0.49</b>	<b>0.27</b>	<b>0.27</b>
<b>31-40</b>	<b>0.13-0.48</b>	<b>0.26</b>	<b>0.26</b>
<b>41-50</b>	<b>0.12-0.79</b>	<b>0.35</b>	<b>0.35</b>
<b>51-60</b>	<b>0.08-1.66</b>	<b>0.40</b>	<b>0.40</b>
<b>61-70</b>	<b>0.18-2.01</b>	<b>0.51</b>	<b>0.43</b>
<b>71 o más</b>	<b>0.14-0.42</b>	<b>0.30</b>	<b>0.30</b>



**GRAFICO 11 SHdB: Registro masculino por grupo de edad.**



**GRAFICO 12 SHdB: Registro femenino por grupo de edad.**



## **Shimm. (Porcentaje de shimmer)**

El Shimm mide pequeños lapsos de inestabilidad de la señal vocal con base en los picos de amplitud, ciclo a ciclo, para obtener las fluctuaciones de amplitud por segundo, en este caso, expresadas en porcentaje. Se considera que una voz normal presenta pequeñas variaciones en el shimmer, a pesar de que en general puede observarse un rango amplio de variabilidad. El shimmer normal (González, 2002) en hombres se considera en 3.82% y en mujeres, en 3.89% (Cuadros y gráficos 13 y 14)

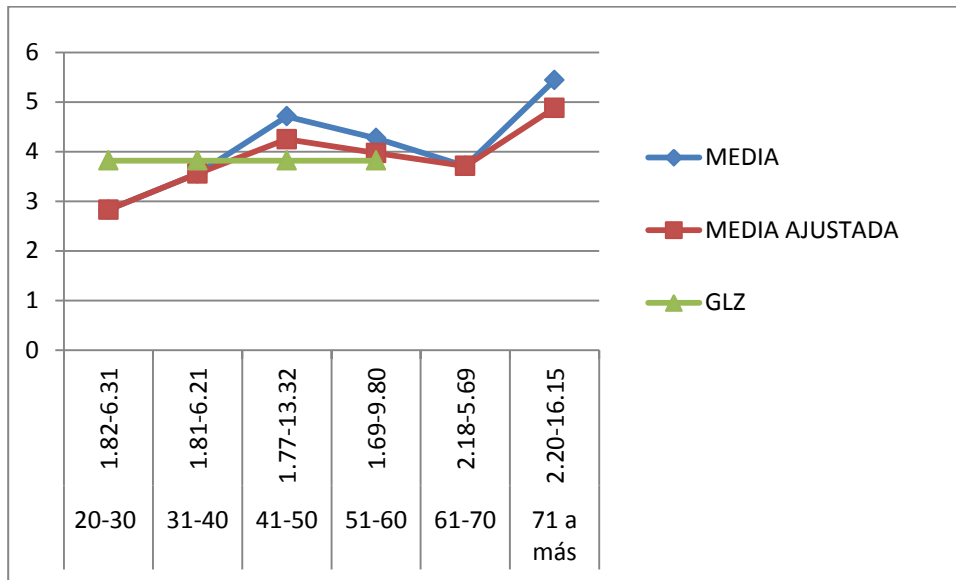
**CUADRO 13 Shimmer: Registro masculino por grupo de edad.**

<b>EDAD</b>	<b>RANGO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MEDIA AJUSTADA</b>
<b>20-30</b>	<b>1.82-6.31</b>	<b>2.83</b>	<b>2.83</b>
<b>31-40</b>	<b>1.81-6.21</b>	<b>3.56</b>	<b>3.56</b>
<b>41-50</b>	<b>1.77-13.32</b>	<b>4.71</b>	<b>4.25</b>
<b>51-60</b>	<b>1.69-9.80</b>	<b>4.27</b>	<b>3.97</b>
<b>61-70</b>	<b>2.18-5.69</b>	<b>3.71</b>	<b>3.71</b>
<b>71 a más</b>	<b>2.20-16.15</b>	<b>5.44</b>	<b>4.88</b>

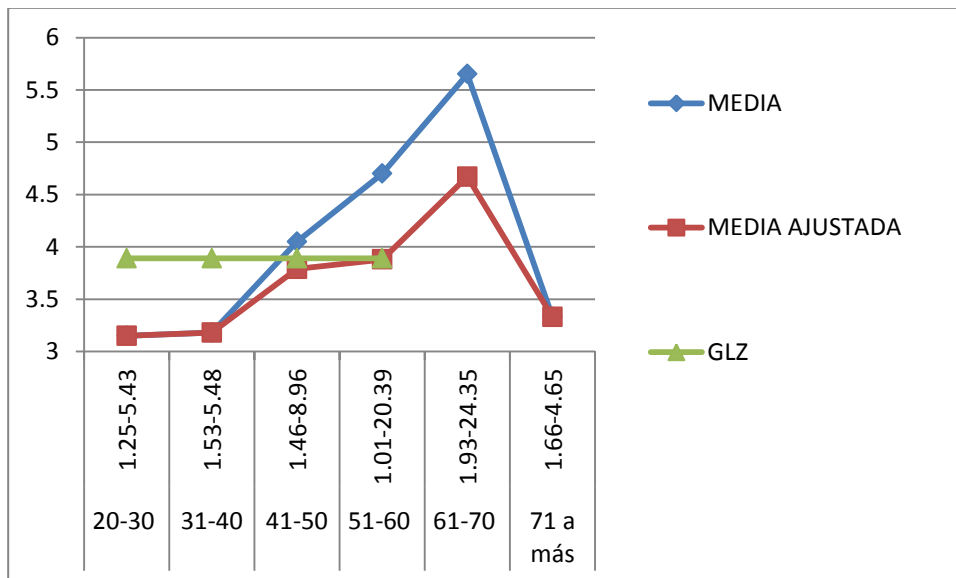
**CUADRO 14 Shimmer: Registro femenino por grupo de edad.**

<b>EDAD</b>	<b>RANGO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MEDIA AJUSTADA</b>
<b>20-30</b>	<b>1.25-5.43</b>	<b>3.15</b>	<b>3.15</b>
<b>31-40</b>	<b>1.53-5.48</b>	<b>3.18</b>	<b>3.18</b>
<b>41-50</b>	<b>1.46-8.96</b>	<b>4.05</b>	<b>3.79</b>
<b>51-60</b>	<b>1.01-20.39</b>	<b>4.70</b>	<b>3.88</b>
<b>61-70</b>	<b>1.93-24.35</b>	<b>5.65</b>	<b>4.67</b>
<b>71 a más</b>	<b>1.66-4.65</b>	<b>3.33</b>	<b>3.33</b>

**GRAFICO 13 Shimmer: Registro masculino por grupo de edad.**



**GRAFICO 14 Shimmer: Registro femenino por grupo de edad.**



## APQ. (Cociente de perturbación de la amplitud)

El APQ es la evaluación relativa de la variabilidad periodo a periodo de la amplitud pico a pico dentro del análisis de la muestra de voz, en la que se excluyen los períodos donde se interrumpe la voz. El valor normal <sup>(González, 2002)</sup> es 3.06 para hombres y 2.87 para mujeres. (Cuadros y gráficos 15 y 16)

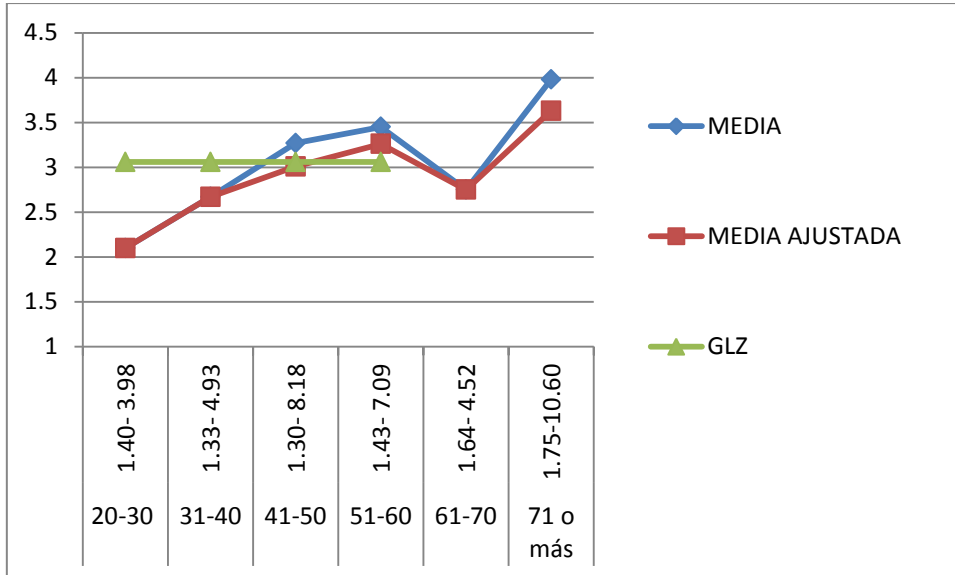
**CUADRO 15 APQ: Registro masculino por grupo de edad**

EDAD	RANGO	MEDIA	MEDIA AJUSTADA
20-30	1.40- 3.98	2.10	2.10
31-40	1.33- 4.93	2.67	2.67
41-50	1.30- 8.18	3.27	3.01
51-60	1.43- 7.09	3.45	3.26
61-70	1.64- 4.52	2.75	2.75
71 o más	1.75-10.60	3.98	3.63

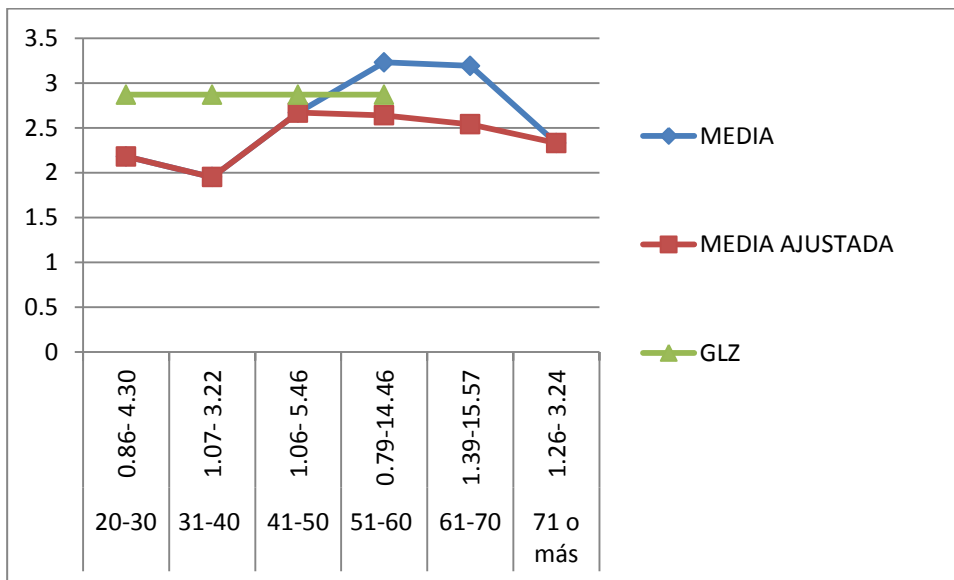
**CUADRO 16 APQ: Registro femenino por grupo de edad.**

EDAD	RANGO	MEDIA	MEDIA AJUSTADA
20-30	0.86- 4.30	2.18	2.18
31-40	1.07- 3.22	1.95	1.95
41-50	1.06- 5.46	2.67	2.67
51-60	0.79-14.46	3.23	2.64
61-70	1.39-15.57	3.19	2.54
71 o más	1.26- 3.24	2.33	2.33

**GRAFICO 15 APQ: Registro masculino por grupo de edad**



**GRAFICO 16 APQ: Registro femenino por grupo de edad.**



## **SAPQ. (Cociente de perturbación lineal de la amplitud)**

El SAPQ es la evaluación relativa de corto o largo término de la variabilidad de la amplitud pico a pico dentro de la muestra de voz analizada. El equipo tiene instalado un factor lineal de 55 periodos, pero el usuario puede modificarlo. El valor normal aceptado <sup>(González, 2002)</sup> es de 4.87 para hombres y de 5.13 para mujeres. (Cuadros y gráficos 17 y 18)

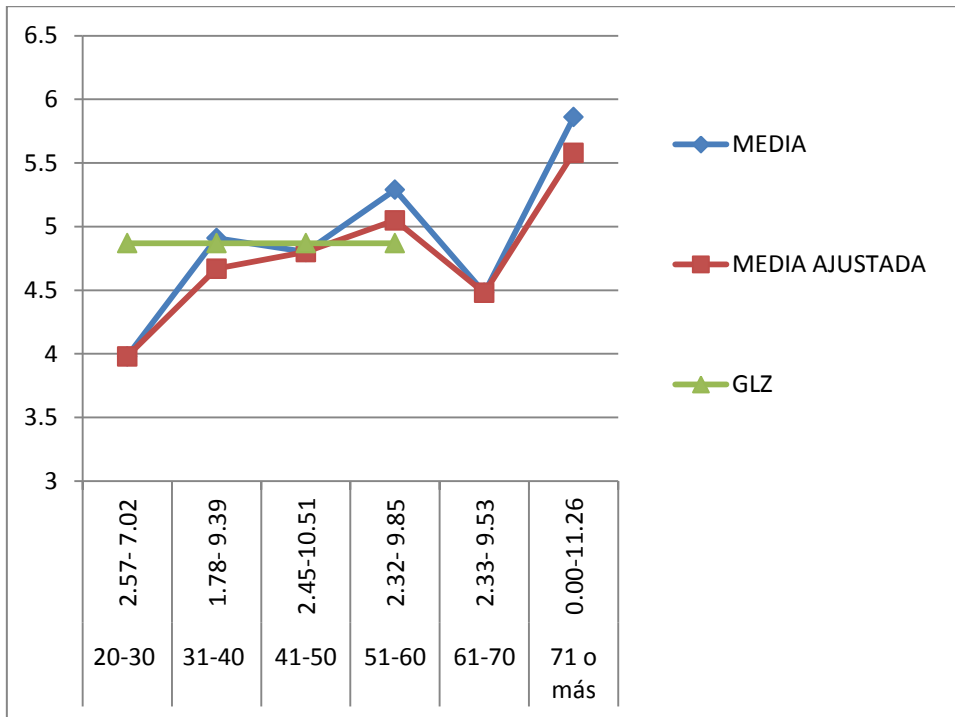
**CUADRO 17 SAPQ. Registro masculino por grupo de edad.**

<b>EDAD</b>	<b>RANGO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MEDIA AJUSTADA</b>
<b>20-30</b>	<b>2.57- 7.02</b>	<b>3.98</b>	<b>3.98</b>
<b>31-40</b>	<b>1.78- 9.39</b>	<b>4.91</b>	<b>4.67</b>
<b>41-50</b>	<b>2.45-10.51</b>	<b>4.80</b>	<b>4.80</b>
<b>51-60</b>	<b>2.32- 9.85</b>	<b>5.29</b>	<b>5.05</b>
<b>61-70</b>	<b>2.33- 9.53</b>	<b>4.48</b>	<b>4.48</b>
<b>71 o más</b>	<b>0.00-11.26</b>	<b>5.86</b>	<b>5.58</b>

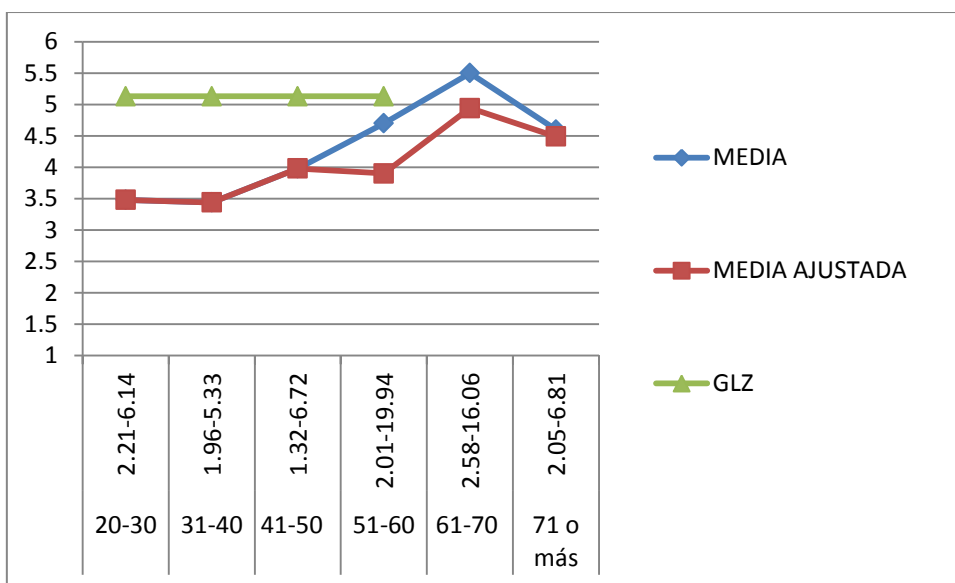
**CUADRO 18 SAPQ. Registro femenino por grupo de edad.**

<b>EDAD</b>	<b>RANGO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MEDIA AJUSTADA</b>
<b>20-30</b>	<b>2.21-6.14</b>	<b>3.48</b>	<b>3.48</b>
<b>31-40</b>	<b>1.96-5.33</b>	<b>3.44</b>	<b>3.44</b>
<b>41-50</b>	<b>1.32-6.72</b>	<b>3.98</b>	<b>3.98</b>
<b>51-60</b>	<b>2.01-19.94</b>	<b>4.70</b>	<b>3.90</b>
<b>61-70</b>	<b>2.58-16.06</b>	<b>5.50</b>	<b>4.94</b>
<b>71 o más</b>	<b>2.05-6.81</b>	<b>4.60</b>	<b>4.49</b>

**GRAFICO 17 SAPQ. Registro masculino por grupo de edad**



**GRAFICO 18 SAPQ. Registro femenino por grupo de edad.**



## **VTI. (Índice de turbulencia de la voz)**

El VTI es el promedio del radio de la energía del espectro de altas frecuencias no armónicas. El valor normal <sup>(González, 2002)</sup> es 0.05 en hombres y mujeres.  
(Cuadros y gráficos 19 y 20)

**CUADRO 19 VTI. Registro masculino por grupo de edad.**

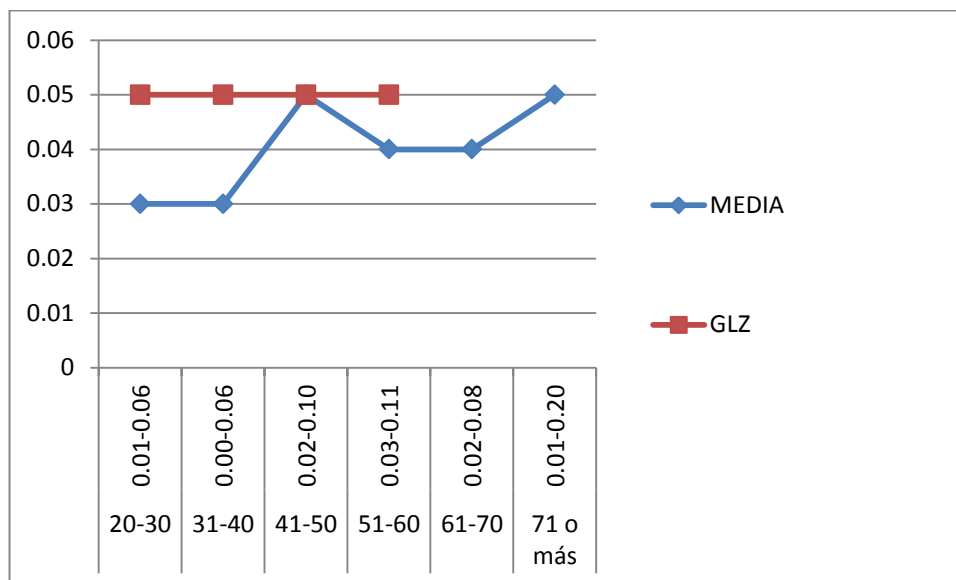
<b>EDAD</b>	<b>RANGO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MEDIA AJUSTADA</b>
<b>20-30</b>	<b>0.01-0.06</b>	<b>0.03</b>	<b>0.03</b>
<b>31-40</b>	<b>0.00-0.06</b>	<b>0.03</b>	<b>0.03</b>
<b>41-50</b>	<b>0.02-0.10</b>	<b>0.05</b>	<b>0.05</b>
<b>51-60</b>	<b>0.03-0.11</b>	<b>0.04</b>	<b>0.04</b>
<b>61-70</b>	<b>0.02-0.08</b>	<b>0.04</b>	<b>0.04</b>
<b>71 o más</b>	<b>0.01-0.20</b>	<b>0.05</b>	<b>0.05</b>

**CUADRO 20 VTI. Registro femenino por grupo de edad.**

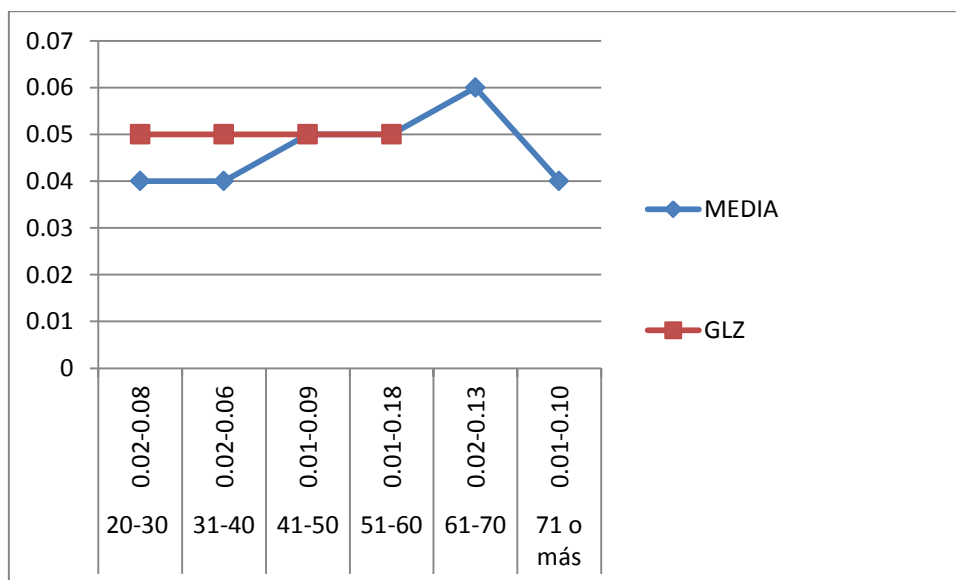
<b>EDAD</b>	<b>RANGO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MEDIA AJUSTADA</b>
<b>20-30</b>	<b>0.02-0.08</b>	<b>0.04</b>	<b>0.04</b>
<b>31-40</b>	<b>0.02-0.06</b>	<b>0.04</b>	<b>0.04</b>
<b>41-50</b>	<b>0.01-0.09</b>	<b>0.05</b>	<b>0.05</b>
<b>51-60</b>	<b>0.01-0.18</b>	<b>0.05</b>	<b>0.05</b>
<b>61-70</b>	<b>0.02-0.13</b>	<b>0.06</b>	<b>0.06</b>
<b>71 o más</b>	<b>0.01-0.10</b>	<b>0.04</b>	<b>0.04</b>



**GRAFICO 19 VTI. Registro masculino por grupo de edad.**



**GRAFICO 20 VTI. Registro femenino por grupo de edad.**



## **SPI. (Índice de fonación suave)**

El SPI es el promedio del radio de energía armónica de baja frecuencia en el rango de 1600 a 4500 Hz. Son valores normales aceptados <sup>(González, 2002)</sup> de 8.78 para hombres y de 8.36 para mujeres. (Cuadros y gráficos 21 y 22)

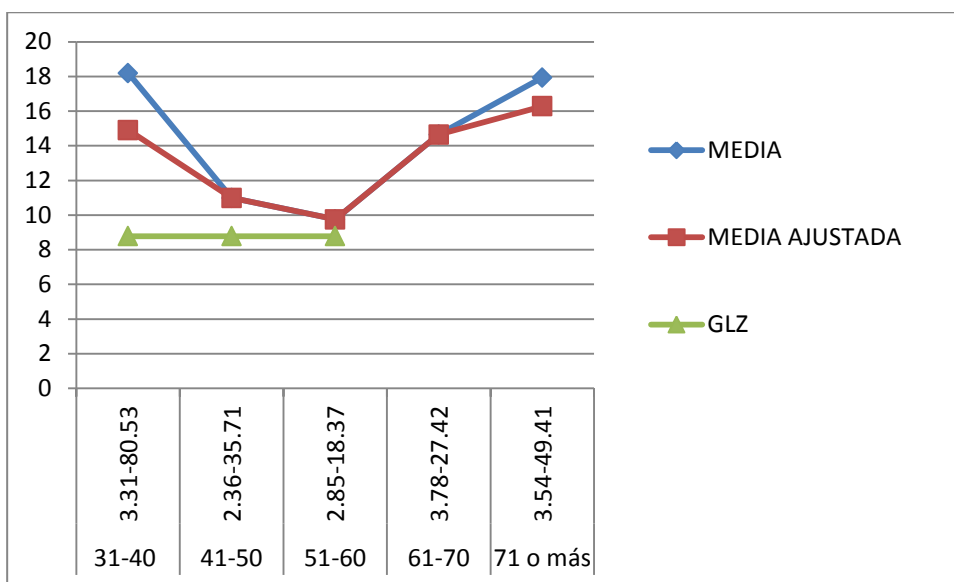
**CUADRO 21 SPI. Registro masculino por grupo de edad.**

<b>EDAD</b>	<b>RANGO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MEDIA AJUSTADA</b>
<b>20-30</b>	<b>4.04-56.80</b>	<b>11.04</b>	<b>8.63</b>
<b>31-40</b>	<b>3.31-80.53</b>	<b>18.19</b>	<b>14.91</b>
<b>41-50</b>	<b>2.36-35.71</b>	<b>10.99</b>	<b>10.99</b>
<b>51-60</b>	<b>2.85-18.37</b>	<b>9.75</b>	<b>9.75</b>
<b>61-70</b>	<b>3.78-27.42</b>	<b>14.65</b>	<b>14.65</b>
<b>71 o más</b>	<b>3.54-49.41</b>	<b>17.94</b>	<b>16.28</b>

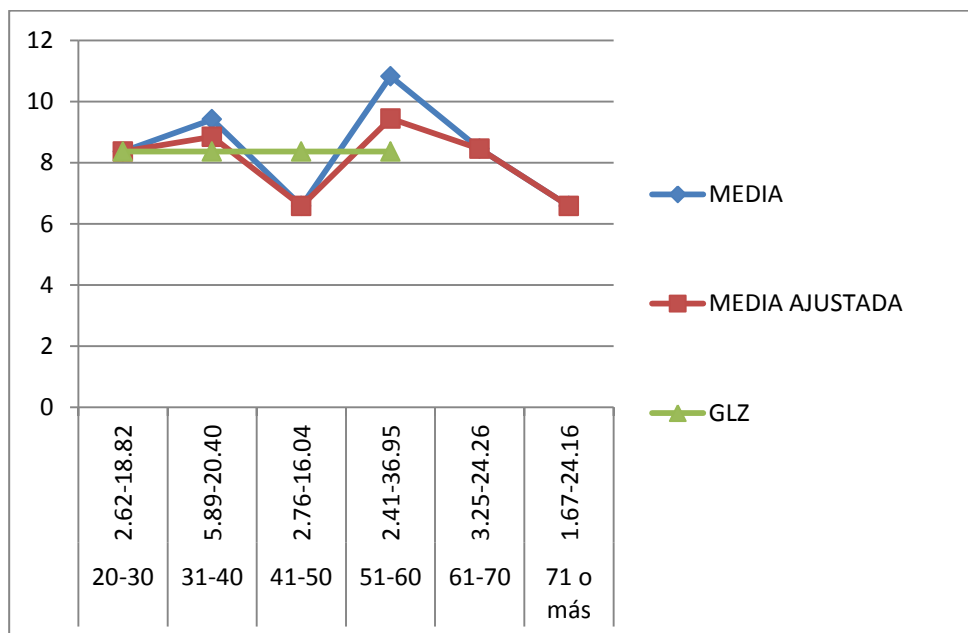
**CUADRO 22 SPI. Registro femenino por grupo de edad.**

<b>EDAD</b>	<b>RANGO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MEDIA AJUSTADA</b>
<b>20-30</b>	<b>2.62-18.82</b>	<b>8.36</b>	<b>8.36</b>
<b>31-40</b>	<b>5.89-20.40</b>	<b>9.41</b>	<b>8.84</b>
<b>41-50</b>	<b>2.76-16.04</b>	<b>6.58</b>	<b>6.58</b>
<b>51-60</b>	<b>2.41-36.95</b>	<b>10.82</b>	<b>9.44</b>
<b>61-70</b>	<b>3.25-24.26</b>	<b>8.45</b>	<b>8.45</b>
<b>71 o más</b>	<b>1.67-24.16</b>	<b>6.58</b>	<b>6.58</b>

**GRAFICO 21 SPI. Registro masculino por grupo de edad.**



**GRAFICO 22 SPI. Registro femenino por grupo de edad.**



## **NHR. (Relación ruido armónicos)**

Es la relación media de la energía espectral no armónica en el rango de 1500 - 4500 Hz con la energía espectral armónica de alta frecuencia en el rango de 70 - 4500 Hz. Esta medición permite la evaluación general del ruido que se presenta en el análisis de la señal. El valor normal <sup>(González, 2002)</sup> es para hombres 0.14% y 0.13% para mujeres. **(Cuadros y gráficos 23 y 24)**

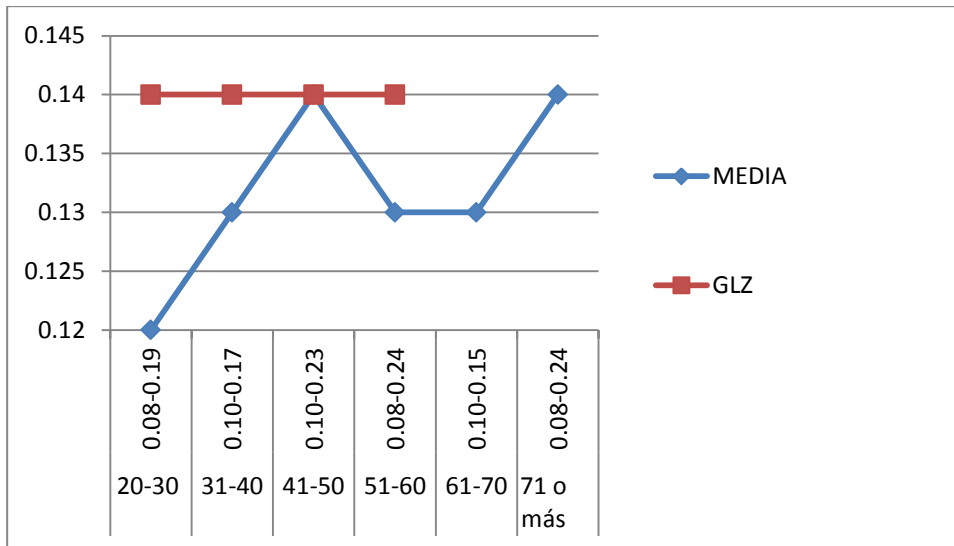
**CUADRO 23 NHR: registro masculino por grupo de edad.**

<b>EDAD</b>	<b>RANGO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MEDIA AJUSTADA</b>
<b>20-30</b>	<b>0.08-0.19</b>	<b>0.12</b>	<b>0.12</b>
<b>31-40</b>	<b>0.10-0.17</b>	<b>0.13</b>	<b>0.13</b>
<b>41-50</b>	<b>0.10-0.23</b>	<b>0.14</b>	<b>0.14</b>
<b>51-60</b>	<b>0.08-0.24</b>	<b>0.13</b>	<b>0.13</b>
<b>61-70</b>	<b>0.10-0.15</b>	<b>0.13</b>	<b>0.13</b>
<b>71 o más</b>	<b>0.08-0.24</b>	<b>0.14</b>	<b>0.14</b>

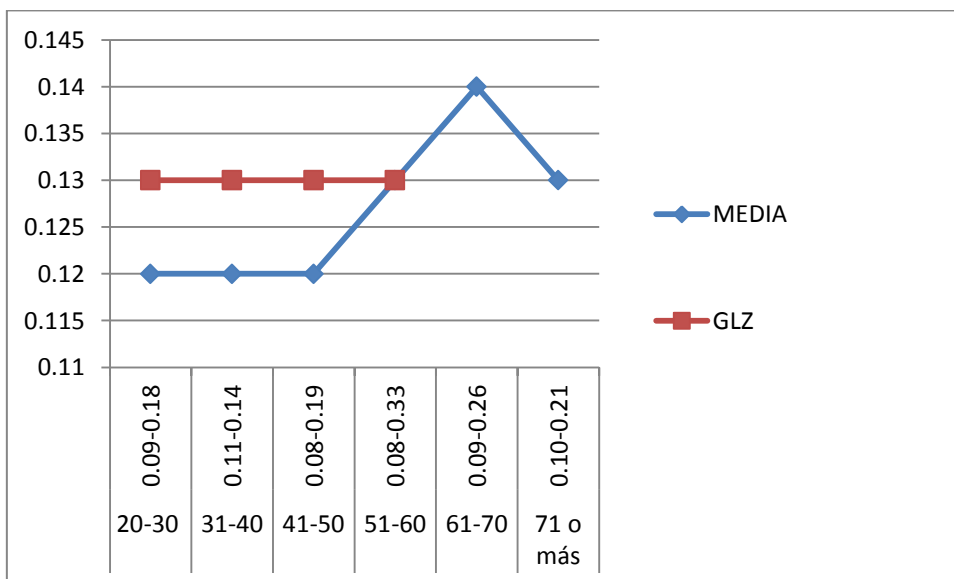
**CUADRO 24 NHR: Registro femenino por grupo de edad.**

<b>EDAD</b>	<b>RANGO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MEDIA AJUSTADA</b>
<b>20-30</b>	<b>0.09-0.18</b>	<b>0.12</b>	<b>0.12</b>
<b>31-40</b>	<b>0.11-0.14</b>	<b>0.12</b>	<b>0.12</b>
<b>41-50</b>	<b>0.08-0.19</b>	<b>0.12</b>	<b>0.12</b>
<b>51-60</b>	<b>0.08-0.33</b>	<b>0.13</b>	<b>0.13</b>
<b>61-70</b>	<b>0.09-0.26</b>	<b>0.14</b>	<b>0.14</b>
<b>71 o más</b>	<b>0.10-0.21</b>	<b>0.13</b>	<b>0.13</b>

**GRAFICO 23 NHR: registro masculino por grupo de edad.**



**GRAFICO 24 NHR: Registro femenino por grupo de edad.**



### **Fo. (Frecuencia fundamental)**

Representa el número de veces que las cuerdas vocales se abren y cierran por segundo y se mide en Hertz (Hz). En el MVDP el objetivo es que la voz permanezca en un solo tono.

La Fo en HZ de acuerdo con la literatura tiene como valores promedio para mujeres de los 158 - 274 HZ y para los hombres de 83 - 153Hz, y González<sup>(González, 2002)</sup> considera como la media, 120 en hombres y 200 en mujeres. (Cuadros y gráficos 25 y 26)

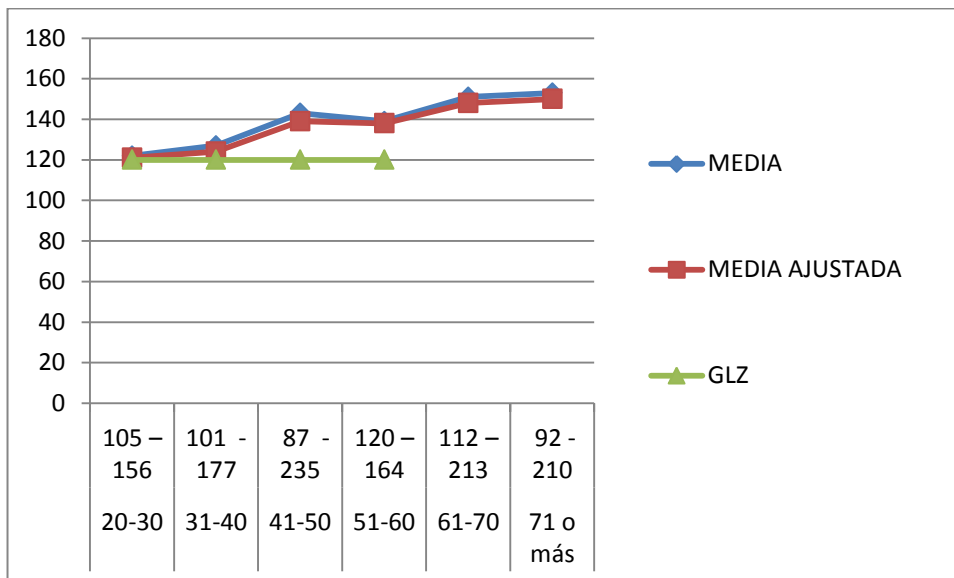
**CUADRO 25 Fo: Registro masculino por grupo de edad.**

<b>EDAD</b>	<b>RANGO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MEDIA AJUSTADA</b>
<b>20-30</b>	<b>105 – 156</b>	<b>122</b>	<b>121</b>
<b>31-40</b>	<b>101 - 177</b>	<b>127</b>	<b>124</b>
<b>41-50</b>	<b>87 - 235</b>	<b>143</b>	<b>139</b>
<b>51-60</b>	<b>120 – 164</b>	<b>139</b>	<b>138</b>
<b>61-70</b>	<b>112 – 213</b>	<b>151</b>	<b>148</b>
<b>71 o más</b>	<b>92 - 210</b>	<b>153</b>	<b>150</b>
<b>Media Global</b>		<b>139</b>	

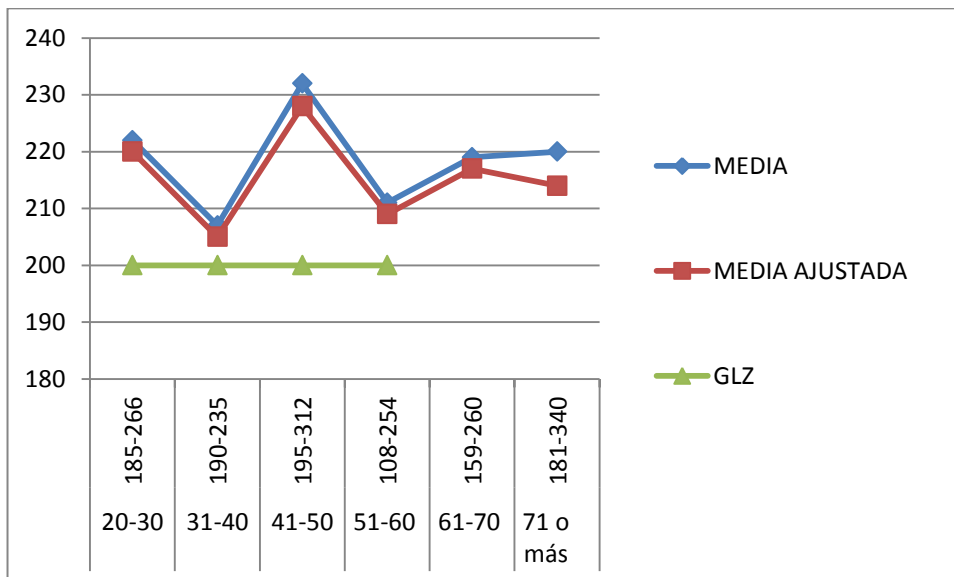
**CUADRO 26 Fo: Registro femenino por grupo de edad.**

<b>EDAD</b>	<b>RANGO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MEDIA AJUSTADA</b>
<b>20-30</b>	<b>185-266</b>	<b>222</b>	<b>220</b>
<b>31-40</b>	<b>190-235</b>	<b>207</b>	<b>205</b>
<b>41-50</b>	<b>195-312</b>	<b>232</b>	<b>228</b>
<b>51-60</b>	<b>108-254</b>	<b>211</b>	<b>209</b>
<b>61-70</b>	<b>159-260</b>	<b>219</b>	<b>217</b>
<b>71 o más</b>	<b>181-340</b>	<b>220</b>	<b>214</b>
<b>Media Global</b>		<b>218</b>	

**GRAFICO 25 Fo: Registro masculino por grupo de edad.**



**GRAFICO 26 Fo: Registro femenino por grupo de edad.**



## 14.- DISCUSIÓN.

Los valores para cada parámetro de la voz que establecemos en este trabajo, son los primeros que se reportan para la población mexicana. De los 19 parámetros que analiza el MDVP, decidimos estudiar solo 13 por considerar que son los que presentan mayores cambios y los que tienen mayor interés clínico. Los podemos comparar con los datos del manual de Kay Elemetrics (Kay Pentax, 2008), con el estudio hecho en España y con algunos otros que no son integrales, reportados en estudios de Turquía (Haldun, 2011), Italia y Brasil, (Nicastri, 2004; Belhau, 2011; Naufel de Felipe, 2006) (ver cuadros 27 y 28) pero no encontramos reportes de otros países de América Latina. En cuanto al número de parámetros estudiados, nuestros resultados parecen ser comparables con bastante aproximación a los del estudio español, (González, 2002). No obstante, cabe mencionar que la población de ese estudio se realizó en 148 adultos sanos, 62 hombres y 86 mujeres, con edades comprendidas solamente entre 20 y 43 años, mientras que en nuestro estudio se analizaron los resultados de 240 sujetos foniatricamente sanos, 120 hombres y 120 mujeres, mayores de 20 años de edad y que además fueron distribuidos homogéneamente, entre los 20 y más de 70 años, por grupos de edad.

A pesar de lo anterior, como puede observarse en algunas de las gráficas de este trabajo, se agregaron algunos trazos definidos como “*media ajustada*”. Esta media surgió por la eliminación de uno de los 20 sujetos en algunos de los grupos, cuyo valor estaba desproporcionadamente elevado y por ello fuera del rango “normal” de los restantes 19. Al eliminar esos casos excepcionales, se pudo considerar una media más adecuada. En total, a cada uno de los 240 sujetos del estudio, se le analizaron 13 parámetros por lo que el total de datos es de 3,120. Para la obtención de la “*media ajustada*” se eliminaron solamente 70 valores, lo que corresponde apenas al 2.24% del total.

En el manual de Kay Elemetrics (Kay Pentax, 2008) se reportan datos normativos y desviaciones estándar para hombres y mujeres, pero no las edades de los sujetos que fueron considerados en el estudio. Además, debido a la variabilidad de los parámetros estudiados, aparentemente decidieron establecer “*umbrales*” que en términos generales, parecen corresponder a la suma de las “*normas*” más una “*desviación estándar*”. Así, los umbrales que determinan los resultados de la gráfica del MDVP, establecen el 0.000 como punto de partida y las cifras determinadas como “*umbrales*”, como el límite después del cual, el parámetro



en estudio se puede considerar anormal.

Este sistema del MDVP elimina la posibilidad de que algún caso con un parámetro excepcionalmente alto, pudiera considerarse como anormal. A pesar de esto, que eleva automáticamente los umbrales, el sistema de Kay Elemetrics encuentra en muchos casos y en el conjunto de datos que de él se obtienen, muchos datos de “anormalidad” que podrían considerarse como falsos positivos.

Al analizar nuestros resultados globales y al compararlos con los de los tres países mencionados, observamos similitud en la mayoría de los parámetros. No obstante, se observan algunas diferencias del JITA y el SPI en hombres, al comparar los datos del estudio español con el nuestro, en tanto las cifras son más altas nuestra población. Cabe mencionar que en esos rubros no pueden hacerse comparaciones con los estudios de Italia o de Brasil, por no haber reporte de datos de esos parámetros en esos países. No es fácil explicar la causa de las diferencias mencionadas, pero consideramos que una de las razones se basa en que en nuestro estudio manejamos una muestra diferente y evidentemente mayor.

Un hecho que vale la pena subrayar, es que los valores de los parámetros estudiados tienden a cambiar en los diferentes grupos de edad. Esto lo podemos apreciar más claramente si tomamos como ejemplo los resultados obtenidos en JITTA y JITT (**cuadros 1 a 4**). Por eso, consideramos que existe la obligación de comparar los resultados en relación con los diferentes grupos de edad. De todos modos, en principio, si podemos afirmar que los resultados entre 20 a 40 años y en los grupos de 41 a 70 años son muy consistentes y parecidos, pero también que en muchas ocasiones, sí cambian los resultados después de los 70 años de edad. A pesar de lo anterior, algunos de los parámetros podrían considerarse homogéneos si se hace el promedio de todos los hombres estudiados (120) porque no en todos los casos se encuentran disparidades debidas a la edad.

Son bien conocidos los cambios vocales que pueden apreciarse en niños, sobre todo al llegar a la adolescencia, pero no fueron motivo de nuestro estudio. Debe considerarse que además de la evolución de la voz con la edad, existen problemas foniatrícos cuando hay patología agregada como disartria, hipoacusia o síndrome de Down <sup>(Bolfan, 1998)</sup>. Tampoco estudiamos en esta ocasión lo relacionado con los que pudieran considerarse rangos frecuenciales normales de las formantes con las diferentes vocales, básicamente por la variabilidad con la que se presentan, lo cual, con las grabaciones que tenemos, podrá ser objeto de un estudio adicional ulterior.

Otro aspecto que debe subrayarse es que los cambios de los resultados que se relacionan con la edad, no son iguales en los dos sexos. Por ejemplo, uno de los parámetros más importantes de la voz humana es la frecuencia fundamental, en la que se aprecia un incremento gradual conforme la edad aumenta (**cuadros 25 y 26**), pero solo en los individuos del sexo masculino. El resultado es obvio: la voz masculina se agudiza conforme se avanza en edad, mientras que la voz femenina se mantiene estable. La media global para los 120 varones estudiados fue de 139 y para las 120 mujeres estudiadas, de 218, pero no debe ser aplicada libremente, sino tomando en cuenta la edad y el género. En los hombres, la media de los dos primeros grupos (21-40 años) fue de 124 Hz y en los mayores de 70 años, fue de 153 Hz. En las mujeres, la variación en los seis grupos de edad por décadas, fue de 222 a 207, 232, 211, 219 y 220, por lo que resulta evidente su estabilidad a través de los años.

En otro trabajo, (Morente, 2001) también se confirma que la frecuencia fundamental de la voz sufre variaciones a lo largo de los años debido a los cambios tisulares, encontrando que en los varones entre los 20 y 50 años la media de la Fo disminuye ligeramente pero que a partir de la 5ª década, se incrementa progresivamente, por lo que se detecta entonces una frecuencia más aguda.

En Brasil tenemos dos trabajos importantes, (Behlau, 2001 y Carrara, 1991) pero ellos estudiaron poblaciones diferentes con equipos y procedimientos también diferentes a los nuestros por lo que no es posible que sus reportes de frecuencia fundamental, índices de perturbación y medidas de ruido, que para uso clínico, son los parámetros más importantes, se puedan comparar con los nuestros.

De Turquía se encontró un trabajo interesante en el que se compararon resultados con un laboratorio Praat y el programa MDVP. Se estudiaron 21 hombres y 26 mujeres pero no se separaron los resultados por género, razón por la cual se incluyen en los cuadros 27 y 28, pero omitiendo la Fo, que fue de 229, porque solamente correspondería al género femenino. (Haldun O, Mehmet A, Mustafa A, 2011)

En los mismos cuadros 27 y 28 hicimos el ejercicio de anotar las cifras que Kay Elemetrics determina como “umbrales” para el MDVP. Asimismo se anotan los datos de nuestra población en cuatro columnas, en las que constan los datos de los grupos de 20-40 años (40 casos), de 20-50 años (60 casos), de 20-60 años (80 casos) y el total de los 120 casos comprendidos en los grupos de 20 a 70 años, como conjunto global.

Puede apreciarse fácilmente que hay similitud de cifras y que los resultados globales de nuestro estudio, considerando los 120 casos por grupo de edad y sexo, son comparables con los demás pero que lo son, sobre todo, con los “umbrales” del manual de Kay Elemetrics <sup>(Kay Pentax, 2008)</sup> que como ya se anotó, se determinaron gruesamente al sumar la norma con una desviación estándar. Aun así, con base en nuestros resultados, estamos proponiendo en el **CUADRO 29**, valores globales de “umbrales” para hombres y mujeres de cualquier edad, con objeto de facilitar su aplicabilidad clínica, sin dejar de tomar en cuenta la realidad de su origen. En esta forma, si partimos de la base de que en condiciones de absoluta normalidad, cualquier parámetro debiera ser de 0.000, los datos con los que contamos y la propuesta que hacemos, puede ser el punto de partida para determinar en qué momento y cual parámetro vocal está afectado, al considerar que entre 0 y los valores que proponemos como “umbrales” el rango es normal y que más allá de esos límites, si existe alguna alteración.

**CUADRO 27 Comparación de parámetros del MDVP en hombres, por edad**

Parámetro		HOMBRES									
PAIS		Brasil	Brasil Belhau	Turquía	Italia	MDVP masc y fem	España	México	México	México	México
N° PACIENTES		20	30	26	11		62	40	60	80	120
EADAES		20-45 a			19-59 a		20-43 a	20-40 a	20-50 a	20-60a	20-≥71 a
Perturbación de Frecuencia	JITA			79.88		83.20	57.53	64.23	67	66	72.9
	JITT	0.49	4.1	1.61		1.04	0.68	0.8	0.873	0.88	1.01
	PPQ			.97		0.84	0.4	0.45	0.51	0.51	0.6
	RAP			.96		0.68	0.39	0.46	0.506	0.532	0.6
	SPPQ					1.02	0.68	0.74	1.03	0.98	0.99
Perturbación de amplitud	ShdB			.48	0.269	0.35	0.33	0.27	0.32	0.33	0.36
	Shimm	0.23	4.3	5.42	2.892	3.81	3.82	3.19	3.7	3.84	4.08
	APQ				2.611	3.07	3.06	2.38	2.68	2.87	3.03
	SAPQ			3.99	3.433	4.23	4.87	4.44	4.56	4.74	4.88
	VTI					0.06	0.05	0.03	0.03	0.05	0.04
	SPI					14.12	8.78	14.61	13.4	12.49	13.76
	NHR			.14		0.19	0.14	0.12	0.13	0.13	0.13
Frecuencia fundamental	Fo	120	113				120	125	131	133	139

**CUADRO 28 Comparación de parámetros del MDVP en mujeres, por edad.**

Parámetro		MUJERES									
PAIS		Brasil	Brasil Belhau	Turquía	Italia	MDVP	España	México	México	México	México
N° PACIENTES		20	30	21	24	Masc y Fem.	86	40	60	80	120
EADAES		20-45 a			19-59 a		20-43 a	20-40a	20-50 a	20-60a	20->71 a
Perturbación de Frecuencia	JITA			79.88		83.20	48.61	36.95	43	50	51
	JITT	0.62	1.5	1.61		1.04	0.94	0.8	0.963	1.07	1.11
	PPQ			.97		0.84	0.55	0.5	0.576	0.635	0.63
	RAP			.96		0.68	0.57	0.48	0.576	0.645	0.67
	SPPQ					1.02	0.75	0.58	0.673	0.802	0.86
Perturbación de amplitud	ShdB			.48	0.2	0.35	0.34	0.26	0.293	0.32	0.34
	Shimm	0.22	2.3	5.42	2.22	3.81	3.89	3.16	3.46	3.77	4.01
	APQ				1.75	3.07	2.87	2.06	2.266	2.5	2.59
	SAPQ			3.99	3.3	4.23	5.13	3.46	3.63	3.9	4.28
	VTI					0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04
	SPI					14.12	8.36	8.88	8.11	8.79	8.36
	NHR			.14		0.19	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12
Frecuencia fundamental	Fo	206	236	229			200	215	220	218	219

**CUADRO 29**

**Propuesta de “normas o de “umbrales” para establecer los rangos de normalidad de 13 parámetros de la voz, estudiados digitalmente con el MDVP, en hombres y mujeres mexicanos de 20 o más años de edad**

Parámetro		HOMBRES	MUJERES	MDVP
		<b>120 &gt; 20 años</b>	<b>120 &gt;20 Años</b>	<b>Valores Indistintos hombres y mujeres</b>
<b>Perturbación de Frecuencia</b>	JITA	86.00	85.00	83.20
	JITT	1.05	1.15	1.04
	PPQ	0.85	0.85	0.84
	RAP	0.70	0.70	0.68
	SPPQ	1.02	1.02	1.02
<b>Perturbación de amplitud</b>	ShdB	0.38	0.35	0.35
	Shimm	4.10	4.05	3.81
	APQ	3.10	3.00	3.07
	SAPQ	4.90	4.30	4.23
	VTI	0.06	0.06	0.06
	SPI	14.50	14.10	14.12
	NHR	0.20	0.19	0.19
<b>Frecuencia fundamental</b>	Fo	125	220	No valorable

## 15.- CONCLUSIONES.

Cada uno de los parámetros analizados corresponde a una característica vocal específica; sin embargo, puede decirse que cada uno de ellos, repercute en las características de intensidad, tono y frecuencia fundamental que pueden apreciarse clínicamente. Al usar un equipo computarizado para realizar el análisis digitalizado de la voz, pasamos de la evaluación clínica a la instrumental, con lo que podemos obtener valores objetivos, documentados, cuantificables y reproducibles. Con esto, además de facilitar la confirmación de diagnósticos es posible hacer el seguimiento y la necesaria comparación de los procesos de rehabilitación vocal, para definir si el paciente va mejorando o si por el contrario, permanece estable o si existe incluso regresión en sus condiciones vocales, tanto clínica y subjetivamente como objetiva e instrumentalmente.

La combinación de tratamiento médico farmacológico o quirúrgico con la terapia foniátrica, determinará la eficacia de los esquemas terapéuticos de manera aislada o complementaria y permitirá comparar diferentes métodos de tratamiento para determinar cuál o cuáles proporcionan los mejores resultados. La determinación de los rangos de valores normales de estos parámetros en la población mexicana contribuye así, de manera determinante, en la evaluación de las funciones vocales y comunicativas lingüísticas normales y de las que se afectan o estén en proceso de recuperación, en tanto son esenciales para el ser humano por ser parte importante para tener una mejor calidad de vida.

Los parámetros acústicos de la voz en la población mexicana que se establecen en este estudio, tomando en cuenta edades y sexos, pueden considerarse similares a los encontrados en estudios de otros países. No obstante, enfatizamos que nuestro estudio revela claramente que existen diferencias por sexo y por edad, aspecto este último que solamente se tomó en cuenta de manera marginal en alguno de esos estudios reportados. No consideramos que se aplique como norma de referencia a un adulto de más de 50, 60 o 70 años, los valores obtenidos en una población normal de sujetos de 20 a 30 o a 40 años de edad; tampoco obtener valores en poblaciones de adultos mayores para aplicarlos a adultos jóvenes. Sin embargo, tomando en cuenta que las tomas de muestras de voz dan o pueden dar origen a muchas variables, proponemos valores que puedan considerarse como “umbrales o rangos de normalidad” para cualquier persona mayor de 20 años, sea de sexo masculino o femenino. En casos particulares de patología, será siempre necesario revisar la tabla de valores por grupo de edad, para realizar las consideraciones y conclusiones clínicas que correspondan.

Nuestra propuesta de “umbrales” o de “rangos de normalidad”, toma en cuenta en el caso de algunos parámetros, los valores establecidos por el MDVP y los del estudio de España con los que existe una variación porcentual mínima, pero los ajusta para facilitar las conclusiones foniatricas en un buen número de casos, que en realidad no tienen una voz patológica. La propuesta permite que clínicamente y de manera global y general, se pueda considerar si una persona está o no dentro de los rangos que consideramos como normales.

De cualquier manera, siempre será posible, siguiendo una precisa línea de investigación, realizar estudios adicionales, no solamente para confirmar la estandarización que ahora pretendemos dejar sentada y que será cada vez más sólida al incrementar el número de sujetos estudiados, sino también para ampliarla, tomando en cuenta datos antropométricos y características específicas de diferentes regiones de nuestro país. Más adelante con mayor firmeza pero ya desde ahora con los valores obtenidos, se podrán estudiar los cambios vocales que se presentan en sujetos con diferentes cuadros de patología vocal.

Entre ellos, hay cambios particularmente importantes en nuestro campo de trabajo, que existen con base en la estrecha relación entre audición, voz y lenguaje. Es así como ya hemos constatado que en varones de la tercera edad, tiende a agudizarse la fundamental usual ( $F_0$ ) y no es difícil imaginar que eso puede deberse a los efectos de la edad en el aparato fonarticulador, pero también al efecto de la pérdidas auditivas que genera la presbiacusia. Además, y en relación con cambios auditivos que repercuten en las funciones vocales, ya se ha constatado que los pacientes sometidos a un proceso de implantación coclear, cambian y mejoran las características de sus parámetros vocales con el paso del tiempo después del implante, como consecuencia del mejor control de las emisiones vocales, al existir una nueva forma de aferentación auditiva. <sup>(Berruecos, 2006)</sup>

Finalmente, como conclusión general de este trabajo, pensamos que deba convertirse en un referente a nivel nacional e internacional, tomando en consideración el amplio número de sujetos estudiados y el cuidadoso seguimiento que se hizo en el registro y análisis de los resultados. Los rangos de normalidad de diversos parámetros vocales que dejamos anotados por grupos de edad y sexo, podrán servir globalmente como punto de partida para la realización de otros estudios de voz en los que se utilice el nuevo instrumental y particularmente el Laboratorio Computarizado de Voz y para integrar el necesario análisis digital al proceso de fundamentación y confirmación de lo que el análisis clínico haya previamente determinado.

## 16.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Arauz JC (1995): Laboratorio de voz. Otolaringológica; vol- 17 p 17
2. Berruecos VP (2001): Comunicación personal.
3. Berruecos VP (2006): Voice Changes in Cochlear Implant Users. Proc. XXVIII Int. Congress of Audiology, Innsbruck, Austria. [www.isa-audiology.org](http://www.isa-audiology.org), p 30.
4. Berruecos VP (2011): Audiología y Foniatría: Orígenes, relaciones, campos y limitaciones. Presentación PPT, Curso Propedéutico para Residentes de la UNAM en la Especialidad. México)
5. Berruecos VP (2012): Audiología, Otoneurología y Foniatría en México. En SSA, UNAM, ANM (Ed): Evolución de las especialidades Médicas en México. Pp; 33-43, México.
6. Bless D (1991): Medición de la función Vocal. Clínicas Otorrinolaringológicas de Norteamérica Vol. 5.
7. Bolfan N, PrizlT (1998): Jitter and Shimmer differences between pathological voices of school children. Proc. Annual Conference of the International Speech. Communication Association Zagreb, Croatia.
8. Bonne J (1983): La voz y el tratamiento de sus alteraciones Ed. Panamericana, Argentina.
9. Coster O, Marx B (1999): Cualitative and cuantitative analysis of voice J.Voice sep, 13 (3) p355-374. abstract.
10. Deem & Miller (2000): Manual of Voice Therapy (2nd Edition). Codi 504 Voice Disorders. Austin, TX: Pro-Ed. 2. Awan, S. [www.ucl.ac.uk/~uc01222/codi504/50](http://www.ucl.ac.uk/~uc01222/codi504/50)
11. Ferrer C, Hernández-Díaz ME (2001): La medición de perturbaciones de frecuencia como indicador de la aspereza de la voz. II Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica, La Habana Cuba.
12. González A(1981): Fonación y alteraciones de la laringe. Ed. Panamericana, Buenos Aires.
13. González J (2002): Fiabilidad de los parámetros de la voz. Acta Otorrinolaringol Esp;53:256-268
14. Haldun O, Mehmet A, Mustafa A(2011): Comparison of results in two acoustic analysis programs: Praat and MDVP. Turk J Med Sci 2011; 41(5): 835-841.
15. Kay Elemetrics corp (1999): Inter-System Reliability of MDVP for Windows 95/98 and Dos Apendix 13 p.p. 67.
16. Kay Elemetrics corp (1999): software instruction manual MultiDimensional Voice Program (MDVP) Model 5105 Versión 2.0 U.S.A
17. Kay Pentax (2008): Multi Dimensional Voice Program (MDVP), model 5105. Software instruction Manual, Appendix D: Extracted Parameters. Lincoln park, NJ, USA.
18. Koufman JA & Isaacson G (1991): Clínicas Otorrinolaringológicas de Norte América. Trastornos de la Voz. Vol. 5 p.1048-1050
19. La voz. Su clasificación: (2001): marzo [www.centereorl.net/temas/vozz/index.htm](http://www.centereorl.net/temas/vozz/index.htm)
20. Le Huche Francois (1993): La Voz: Anatomía, Fisiología, Patología y Terapéutica. Barcelona España. Ed. Masson
21. Behlau M (2001): Voz libro del Especialista. Volumen 1: 138-151, 172-176
22. Menaldi J, Benvenuto A, Jackson G y Tosi S (1992): La voz normal. Ed. Panamericana Buenos Aires.



23. Morente JC et al (2001): Estudio Objetivo de la Voz en población Normal y en la Disfonía por Nódulos y Pólipos Vocales. *Acta Otorrinolaringol Esp* 2001;52:476-482
24. Naufel de Felipe A, Marotti M (2006): Standardization of acoustic measures for normal voice patterns. *Rev Bras Otorrinolaringol*;72 (5):659-64
25. Nicastrì M, Chiarella G. (2004): Multidimensional Voice Program and amplitude variation parameters in euphonic adult subjects. Normative study. *Acta Otorhinolaryngol Ital* ;24,337-341
26. Pospelov BV, Dolotin KI (2000): <http://www.akin.ru/Docs/Rao/Ses> 10/Sp4-PDF.
27. Prater R J, Swift R. (1986): *Manual de Terapéutica de la voz*  
Ed. Masson-Little Brown, Barcelona
28. Rammage L, Morrison M. (1996): *Tratamiento de los Trastornos de la Voz*. Ed. Mason pag 17.
29. Rash PJ, Burke RK (1987): *Anatomía Humana*. Ed. El Ateneo, Argentina
30. Shiba K, Isono S, Sekita Y, Tanaka A (2004): Inspiratory Activation of the Vocal Cord Adductor, Part I: Human Study in Patients With Restricted Abduction of the Vocal Cords. *Laryngoscope*, 114:372-375.
31. Shiba K, Isono S, Sekita Y, Tanaka A (2004): Inspiratory Activation of the Vocal Cord Adductor, Part II: Animal Study in the Cat. *Laryngoscope*, 114:376-380.
32. Tarneaud J. (1937): *La stroboscopie du larynx: Semeiologie stroboscopique des maladies du larynx et de la voix*. Maloine, Paris.
31. Tarneaud J (1956): *Compendio de Terapéutica Vocal Edimal*. México, 21-52
32. [www.fon.hum.uva.nl/praat/manual/Voice\\_2/Jitter.html](http://www.fon.hum.uva.nl/praat/manual/Voice_2/Jitter.html)