

11258
15



SECRETARIA DE SALUD

INSTITUTO NACIONAL DE LA COMUNICACION HUMANA

"Dr Andrés Bustamante Gurría"

**"DETERMINACION DEL REGISTRO VOCAL DE
CANTANTES POR MEDIO DEL AUDIOMETRO
TONAL Y DE MULTIFRECUENCIA"**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MEDICO
E S P E C I A L I S T A E N :
COMUNICACION, AUDIOLOGIA,
OTONEUROLOGIA Y FONIATRIA

P R E S E N T A :
DR. VICTOR MANUEL VALADEZ JIMENEZ

ASESORES: DRA. XOCHIQUETZAL HERNANDEZ LOPEZ
MATEMATICO SABINO JIMENEZ DE LA SANCHA
MVZ. EMILIO ARCH TIRADOA

MEXICO, D. F.

INSTITUTO NACIONAL DE LA
COMUNICACION HUMANA

2001

"DR. ANDRES BUSTAMANTE GURRIA"
FIRMA DE ENCOMENDADO

23/11/01



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central

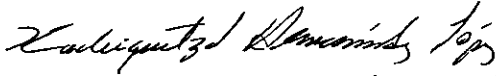


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

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).

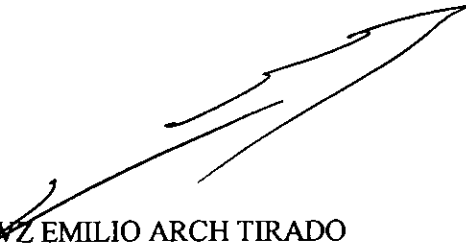
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición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



DRA. XOCHIQUETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ
ASESOR DE TESIS



MATEMÁTICO SABINO JIMÉNEZ DE LA SANCHA
ASESOR DE TESIS



MVZ EMILIO ARCH TIRADO
ASESOR DE TESIS



DRA. ARACELI GUTIÉRREZ DE VELASCO
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ENSEÑANZA



DRA. YOLANDA REBECA PEÑALOZA LÓPEZ
SUBDIRECTORA DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a mi Familia por estar siempre a mi lado.

**A mis Asesores de Tesis: Dra. Xochiquetzal Hernández López.
Mat. Sabino Jiménez de la Sancha.
MVZ Emilio Arch Tirado.**

**Al Dr. Felipe Palma Paulo por haberme sugerido la
elaboración de ésta tesis.**

**A mis profesores por transmitirme parte de sus
múltiples conocimientos.**

**A mis compañeros y amigos por su grata
presencia y valiosa ayuda.**

INDICE

| | |
|---------------------------------|----|
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| ANTECEDENTES..... | 2 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 11 |
| OBJETIVOS..... | 12 |
| HIPÓTESIS..... | 13 |
| CRITERIOS DE INCLUSIÓN..... | 14 |
| CRITERIOS DE EXCLUSIÓN..... | 14 |
| MATERIAL..... | 15 |
| MÉTODO..... | 15 |
| ANÁLISIS ESTADÍSTICO..... | 17 |
| RESULTADOS..... | 18 |
| DISCUSIÓN..... | 20 |
| CONCLUSIONES..... | 22 |
| ANEXO..... | 23 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 36 |

Introducción

El uso del campo libre en el audiómetro tonal y de multifrecuencias puede ser de utilidad para el médico en comunicación humana en la determinación del registro vocal, tanto en cantantes sanos como con alguna patología foniátrica, ya que ésta determinación del registro vocal hasta el momento sólo se puede realizar mediante el uso de las octavas de un piano, y debido a que es prácticamente imposible que todo médico en comunicación humana pueda tener un piano en el consultorio, es mucho más sencillo tener un audiómetro tonal y de multifrecuencias. Esto se puede realizar haciendo una extrapolación entre las distintas octavas que maneja el piano con su equivalente en Hertz en el audiómetro.

Para no manejar datos subjetivos y que no se analicen solamente con nuestra audición, proponemos analizar previamente las voces y su registro vocal mediante estudios que manejan números concretos, tal es el caso de la estroboscopia y el software Cool Edit quienes nos dan números exactos para, posteriormente, realizar la determinación del registro vocal mediante el audiómetro.

Cabe aclarar que en ningún momento pretendemos suplantar la función del profesor de música en la determinación del registro vocal, sólo queremos tratar de establecer un parámetro clínico para ver la evolución del cantante con patología vocal ante el tratamiento establecido por el médico en Comunicación Humana.

Antecedentes

La foniatría es considerada parte esencial de la Comunicación Humana. Estudia la voz, que es el medio a través del cual nos comunicamos en la vida diaria y mediante el cual nos presentamos a nosotros mismos, dando una impresión de nuestra personalidad. (1).

La emisión de la voz es un fenómeno de enorme variabilidad. Aparte de las considerables diferencias existentes entre una persona y otra, en un mismo individuo la voz adopta múltiples aspectos. Una manera de aclarar esta profusión es clasificar las manifestaciones vocales desde 4 puntos de vista, centrados sucesivamente en el instrumento vocal, en la expresividad de la voz, en las circunstancias de su utilización y,

Por último, en la intencionalidad de la persona y en el tipo de acción que de una manera más o menos consciente, emprende vocalmente (2).

SEGÚN EL INSTRUMENTO

Las formas de funcionamiento del instrumento vocal, así como sus características permiten diferenciar entre otras las siguientes categorías de emisiones vocales:

La voz hablada, voz cantada, voz gritada.

Voz alta (" en voz alta") y voz baja (o voz cuchicheada).

Voz de registro agudo y voz de registro grave.

Voz femenina, masculina, infantil.

Voz de soprano, de bajo, de tenor, de contralto.

Voz fuerte, voz débil, voz inspiratoria.

Voz clara, velada, sorda, bien timbrada., Ronca, etc.

Estas primeras categorías de "tipos de voz " corresponden al punto de vista fisiológico de la voz, quien intenta clasificar las manifestaciones vocales basándose en datos acústicos (que permiten diferenciar uno u otro tipo de voz), a su vez referidos a elementos mecánicos (a "qué función", de "qué tipo de órgano" corresponde una determinada emisión vocal.

SEGÚN LA EXPRESIVIDAD

El aspecto expresivo de la voz permite diferenciar otros tipos de voz (que se entremezclan con los precedentes) y que guardan relación con los distintos estados de ánimo susceptibles de adjudicar a la voz una tonalidad afectiva particular .

Voz suplicante, humilde, tímida, estrangulada, temblorosa.

Voz decidida, enérgica, tajante, seca.

Voz insinuante, sarcástica, melosa.

Voz enfática, falsa, convencional, afectada.

Voz cálida, seductora, conmovedora, embrujadora, sexy.

SEGUN LAS CIRCUNSTANCIAS EN QUE SE UTILIZA LA VOZ

Las circunstancias en las que se produce la voz y la función que desempeña el individuo permiten plantear una tercera categoría de ejecuciones vocales.

Voz de hablar en público y, por oposición, voz conversacional y voz confidencial.

Voz de habla espontánea, y por oposición, voz recitativa, voz modulada, voz de lectura en voz alta.

Voz al aire libre, voz en el micrófono, voz en la calle, voz en un salón.

Voz del profesor, voz del orador, voz del vendedor ambulante, del representante, voz del comediante,

Voz del cantante.

SEGÚN LA PRAGMATICA.

La intencionalidad del sujeto y el tipo de acción que ejecuta expresándose vocalmente permiten diferenciar (por el momento) 3 comportamientos vocales muy específicos, que corresponden respectivamente a la voz proyectada (o voz directiva), la voz no proyectada (o voz de expresión simple) y la voz de apremio (o voz de insistencia).

Evaluación de la voz

Los objetivos de la evaluación de la voz son fundamentalmente : a) identificar los diferentes elementos que e le pueden estudiar a la voz; como son las características físicas de tono, intensidad y timbre, b) determinar el nivel de gravedad del trastorno vocal para la comunicación del paciente y, c) establecer el pronóstico y el beneficio del tratamiento recomendado.

Para evaluar la voz se utilizan tanto métodos subjetivos como métodos objetivos.

Métodos subjetivos.

Evaluar en primer término, las características físicas de la voz identificándose su altura tonal en relación a la escala musical: Bajo o grave, alto o agudo o bien bitonal, reconociendo el tono normal de la voz de acuerdo a los estándares establecidos por un grupo social determinado, tomando en cuenta la edad y el sexo. Algunos investigadores han tratado de demostrar que el tono es específico para poder interpretar cierto tipo de música, por ejemplo la música country es específica para cierto rango de tono ya que los cantantes necesitan cubrir ciertas características en el tono de su voz (3).

En cuanto a la intensidad de la voz se puede clasificar subjetivamente como aumentada o disminuida. El timbre o calidad se clasifica de diferentes formas, de acuerdo a los autores consultados, denominándose en ocasiones el timbre de la voz con características semejantes a las sensaciones táctiles como una voz áspera, rasposa o cubierta, o bien relacionada a las sensaciones visuales como en el caso de la voz blanca que se escucha en la afonía voces denominadas opacas o veladas, y por último a las sensaciones auditivas como las voces apagadas, roncadas o áfonas

El timbre o calidad de la voz corresponde en la física del sonido a la frecuencia fundamental con un número de sonidos armónicos agregados que se producen en las cavidades de resonancia y que son exclusivas para cada persona, como es la huella digital. En el timbre se incluyen dos aspectos fundamentales en cuanto a las propiedades del mismo, la calidad vocal y en los cantantes la calidad de la voz personal. La calidad vocal esta determinada por la frecuencia de

ambas cuerdas vocales y constituye una forma de identificación personal. En cuanto a la calidad de la voz esta la observamos sólo en cantantes y permite la diferenciación entre cada tipo de voz cantada (4). El esfuerzo vocal es un dato importante que habrá que tomarse en cuenta en el establecimiento del perfil de la voz, el cual consiste en el aumento de la tensión muscular del cuello, visible y sensible al tacto, lo cual se reporta como normal y aumentado. Así mismo, es importante evaluar el rendimiento vocal, conocido como el tiempo que dura una emisión de voz, considerándose como normal en un adulto 15 segundos. Otro parámetro importante de valorar clínicamente es la función neumofónica, observando si existe o no coordinación respiratoria torácico-abdominal.

Por último, si se detecta nasalidad de la voz se recomienda mencionar si es causada por una hiperrinofonía como en el caso de los pacientes con paladar hendido en que aumenta la resonancia, o bien hiporrinofonía como en el caso de la hipertrofia adenoidea y obstrucción nasal.

Aparte de los aspectos de respiración, la vibración de las cuerdas vocales obviamente es crucial entre los cantantes porque demandan una alta intensidad de la voz, un adecuado tono y timbre. Estos aspectos deben ser muy cuidados en los cantantes a diferencia de personas que no son cantantes (5).

Los profesores de canto consideran al sistema respiratorio como de mayor relevancia en el control de la fonación durante el canto, así mismo, las terapistas de voz atribuyen a una inadecuada respiración el que se presenten problemas durante el canto (6).

Seashore define al vibrato vocal como las pulsaciones del tono, intensidad y timbre, su extensión y su flexibilidad en cada uno de ellos. Estudios acústicos han demostrado que el vibrato se considera entre 4 -7 Hertz, con ondulaciones en el tono de un cuarto a un medio, y ondulaciones de amplitud de 2-6 dB. Los cambios en el vibrato han sido atribuidos a la laringe, respiración, y movimientos supraglóticos, también se ha visto en la presión subglotal, paso de aire transglotal, y área glotal, y en la electromiografía que reporta la respiración laríngea y músculos supralaríngeos (7).

Evaluación objetiva de la voz.

Las mediciones más útiles en la práctica clínica incluyen: el análisis de la frecuencia fundamental de la voz (F_0), la valoración de la frecuencia fundamental, la intensidad de la voz, máximo su grado, la proporción S/Z correspondiente a la relación entre la duración de la fonación y el aire espirado. La frecuencia fundamental (F_0) es una medida acústica que refleja directamente el número de vibraciones de los repliegues vocales por segundo, expresado en Hertz (Hz). La (F_0) es el nivel óptimo en el cual la voz produce una frecuencia confortable son la menor tensión laríngea y sin esfuerzo.

Para la medición de la frecuencia fundamental desde el punto de vista objetivo se utiliza equipo electrónico con analizador de frecuencias , cuyos filtros de sonidos eliminan los sonidos tanto bajos como altos dejando solamente el tono de frecuencia buscada. Entre los equipos comerciales que cuentan con el analizador de la frecuencia fundamental están el Visi Pitch, el PM Pitch Analyzer y el Speech Viewer. Se le indica al paciente lea o que sostenga una vocal mientras aparece en la pantalla la frecuencia fundamental. Se puede obtener además la extensión vocal (registro vocal) y la desviación estándar de la frecuencia fundamental .

La extensión vocal (registro vocal) también denominada extensión de la voz , consiste en definir los límites absolutos de la frecuencia que un paciente puede producir en un periodo de tiempo corto (aproximadamente un segundo) sin tomar en cuenta el nivel de intensidad de la voz, expresándolo en Hz (8).

El espectrograma nos da muchos datos acústicos respecto al laboratorio de voz.

Este genera una señal digital que es leída en un moitor de video o impresa en una copia.

Los modernos análisis acústicos manejan prácticamente todos una señal de procesamiento digital. La señal analógica es convertida a digital para ser interpretada por la computadora. Los software permiten una gran variedad de análisis como la extracción de la frecuencia fundamental vocal y permiten obtener ciertos parámetros de la función vocal (9).

En 1938 Farnsworth introdujo un estudio fílmico de alta velocidad en el que se observaba la fisiología de la vibración de las cuerdas vocales (10).

Mediante la laringostroboscopia es posible obtener una visión definida de los repliegues vocales y de la ondulación de su mucosa durante la emisión vocal gracias al empleo de una luz estroboscópica, que proporciona un efecto de entrecimiento. La luz estroboscópica es una iluminación discontinua formada por una sucesión de destellos de muy corta duración (40 millonésimas de segundo), cuya frecuencia de emisión por segundo se adaptará a la frecuencia del sonido que emita el paciente. Cada centelleo alumbrará los repliegues vocales no ya en el momento exacto en que se mueven, sino siempre con un desfase tal, que se verán sucesivamente en todas las posiciones de dicho movimiento. La frecuencia aparente del movimiento entrecido dependerá de la diferencia existente entre la frecuencia del sonido emitido por el paciente y la de los destellos luminosos.

Los modernos estroboscopios permiten regular directamente la frecuencia del centelleo con relación a la del movimiento laríngeo gracias a un sensor (laringófono) que se sitúa en el cuello del paciente. Sólo puede efectuarse si el paciente puede emitir sonidos de carácter musical, durante al menos varios segundos.

La estroboscopia posibilita la apreciación de:

1. La calidad del enfrentamiento de los repliegues vocales y la exacta localización de un posible fallo del mismo.
2. La simetría o la ausencia de movimientos vibratorios y ondulatorios.
3. La amplitud de la vibración lateral. Normalmente, esta amplitud es considerable cuando se emite un sonido grave e intenso. En este caso la reducción de ésta amplitud indica un hiperfuncionamiento vocal. Si la reducción es unilateral, señala una rigidez del repliegue vocal.
4. La calidad de la ondulación de la mucosa-. Cuando se observa la mucosa durante su movimiento ondulatorio, puede apreciarse la importancia de una posible característica inflamatoria o edematosa.
5. La estroboscopia puede grabarse en video (11).

La estroboscopia es uno de los métodos de análisis visual mas utilizados, puede ser usado con un laringoscopio de fibra óptica o uno rígido (12).

Hirano y Bless identificaron un número de factores que pueden influir en la interpretación de las imágenes estroboscópicas: 1) desconocimiento de la forma y producción de la vibración de las cuerdas vocales, 2) desconocimiento de la anatomía y fisiología, 3) deficiencias en la técnica de la estroboscopia y 4) deficiencias en la interpretación de las imágenes recabadas (13)

Ahora, hablemos del software del Cool Edit. El Cool Edit es un analizador digital del sonido editado por Windows. Su utilidad es que grafica mediante programas en color, golpe de brocha y con una gran variedad de efectos especiales que facilitan la "observación" del sonido tales como tonos, piezas de canto y voces y una variedad de sonidos. El Cool Edit también tiene una gran variedad de efectos especiales que "retocan" el sonido disminuyendo la reverberancia, reducción del ruido, eco y retraso, pestañeo, filtrado y algunos otros. El Cool Edit es flexible y tiene un amplio poder (14).

Se puede trabajar con múltiples formatos de audio y analiza la frecuencia vocal exacta en un determinado momento de la emisión de la voz, con él podemos determinar la frecuencia más baja y la más alta que un cantante puede emitir, por lo que es de gran ayuda para la elaboración de la tesis.

La eficacia glotal se utiliza algunas veces como un indicador de la función fonatoria. Esta se define como el radio entre la salida del poder acústico y la entrada del poder aerodinámico, el siguiente aspecto se define como el producto de la presión subglotal y la medida del paso de aire transglotal (15).

El estudio de las características de la vibración de las cuerdas vocales se hace de diferentes modos feron descritosn y analizados usando el equipamiento del Department of Research, Institute of Logopedics and Phoniatics, Cacultad de Medicina de la Universidad de Tokio. El investigador contrastó los diferentes modelos.

La vibración de las cuerdas vocales fue estudiada a través de una microcomputadora que transfería el estudio a un video. El video nos

mostraba la actividad de las cuerdas vocales medida en milímetros a través de un monitor (16).

Brown Et al. reporta datos acerca de la frecuencia fundamental en relación con la edad y canto profesional. El realizó una agrupación de sopranos profesionales y tenores quienes mostraron una elevada frecuencia fundamental diferencia de un grupo de la misma edad pero que no eran cantantes, a diferencia de esto, un grupo de altos y barítonos no difirieron significativamente respecto al grupo control (17). El análisis acústico de la voz es muy importante por diversas razones: algunas son las telecomunicaciones (transmisión hablada), estudios básicos del habla y lingüísticos, y asesoramiento en desórdenes de la comunicación humana(18).

La extensión tonal puede describirse en referencia a la extensión de las notas musicales (19).

Notas musicales y frecuencias equivalentes aproximadas para la escala musical temperada.

Nota musical :
Frecuencia (Hz):

| | | | | | | | | | Ao 28 | Ao# 29 | Bo 31 |
|------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| C1 33 | C1# 35 | D1 37 | D1# 39 | E1 41 | F1 44 | F1# 46 | G1 49 | G1# 52 | A1 55 | A1# 58 | B1 62 |
| C2 65 | C2# 69 | D2 73 | D2# 78 | E2 82 | F2 87 | F2# 92 | G2 98 | G2# 104 | A2 110 | A2# 117 | B2 123 |
| C3 131 | C3# 139 | D3 147 | D3# 156 | E3 165 | F3 175 | F3# 185 | G3 196 | G3# 208 | A3 220 | A3# 233 | B3 247 |
| C4 262 | C4# 277 | D4 294 | D4# 311 | E4 330 | F4 349 | F4# 370 | G4 392 | G4# 415 | A4 440 | A4# 466 | B4 494 |
| C5 523 | C5# 554 | D5 587 | D5# 622 | E5 659 | F5 698 | F5# 740 | G5 784 | G5# 831 | A5 880 | A5# 932 | B5 988 |
| C6 1047 | C6# 1109 | D6 1175 | D6# 1245 | E6 1319 | F6 1397 | F6# 1480 | G6 1568 | G6# 1661 | A6 1760 | A6# 1865 | B6 1976 |
| C7 2093 | C7# 2218 | D7 2349 | D7# 2489 | E7 2637 | F7 2794 | F7# 2960 | G7 3136 | G7# 3322 | A7 3520 | A7# 3729 | B7 3951 |
| C8 4186 | | | | | | | | | | | |

En la notación española: A= la; B= si; C= do; D= re; E= mi; F=fa; G=sol.

A continuación mostramos una gráfica que representa la extensión de la voz y la clasificación de la misma (20).

| | |
|----------------|-------------------|
| Bajo..... | 64 a 783 Hertz. |
| Barítono..... | 110 a 783 Hertz. |
| Tenor..... | 123 a 880 Hertz. |
| Contralto..... | 154 a 880 Hertz. |
| Mezzo..... | 220 a 987 Hertz. |
| Soprano..... | 256 a 1318 Hertz. |

A continuación, hablaremos de las características fundamentales del audiómetro tonal y de multifrecuencias.

Varios audiómetros están disponibles comercialmente, todos manejan un rango de frecuencias en múltiplos de octavas entre 0.125 y 8 KHz, manejando también las frecuencias intermedias de 1.5, 3 y 6 KHz. Los máximos niveles de audición que alcanzan son entre 70 y 120 dB dependiendo de la frecuencia específica y del tipo de audiómetro (21). Más recientemente, se ha utilizado también el audiómetro de multifrecuencias, el que maneja frecuencias de 875, 900, 915, 950, 975, 1000, 1025, 1050, 1075, 1110 y 1125 Hertz, con lo que podemos acercarnos más a la frecuencia de la voz que maneje el cantante y para las frecuencias más bajas, utilizaremos el audiómetro tonal normal desde 125 Hertz.

Planteamiento del problema:

El estudio objetivo de la voz del cantante representa una dificultad clínica para el médico en comunicación humana, ya que el cantante es clasificado en forma musical por un maestro de canto y no se cuenta con un instrumento que realice el estudio de la voz desde el punto de vista médico en cantantes.

Actualmente no hay estudios que comparen los métodos de análisis de la voz propuestos en este trabajo: clasificación del registro vocal con piano, audiometría tonal de multifrecuencia, estroboscopia y análisis acústico de voz por un programa computacional.

No existe hasta el momento bibliografía disponible que nos informe acerca de la utilidad del audiómetro para determinar dicho registro.

Objetivos

1. Determinar la utilidad del audiómetro tonal y de multifrecuencia para la determinación del registro vocal en cantantes mediante el uso del campo sonoro.
2. Comparar los resultados obtenidos en el campo sonoro con los resultados ya estandarizados en un piano en la determinación del registro vocal en cantantes.

Hipótesis.

Si las frecuencias del audiómetro pueden ser comparadas con las distintas frecuencias del piano, entonces mediante el audiómetro se puede determinar el registro vocal.

Criterios de inclusión.

Cantantes.

Que conozcan su registro vocal por el piano.

Que no tengan patología vocal.

Que acepten realizarse una nasofaringolaringoendoscopia.

Que tengan audición normal bilateral.

Mayores de 18 años.

Criterios de exclusión:

Que cursen con alguna patología vocal.

Que no conozcan su registro vocal por piano.

Que no acepten se les practique una nasofaringolaringoendoscopia.

Que no tengan audición normal bilateral.

Menores de 18 años.

Criterios de inclusión.

Cantantes.

Que conozcan su registro vocal por el piano.

Que no tengan patología vocal.

Que acepten realizarse una nasofaringolaringoscopia.

Que tengan audición normal bilateral.

Mayores de 18 años.

Criterios de exclusión:

Que cursen con alguna patología vocal.

Que no conozcan su registro vocal por piano.

Que no acepten se les practique una nasofaringolaringoscopia.

Que no tengan audición normal bilateral.

Menores de 18 años.

Material.

Una población de 30 cantantes del Conservatorio Nacional de Música y de la Escuela Nacional de Música, no pudiendo ser mayor la población porque ésta fue difícil de conseguir, además de que no todos los cantantes que acudían al Instituto Nacional de la Comunicación Humana eran candidatos a ingresar al estudio.

Equipo de nasofaringolaringoendoscopia.

Estroboscopio.

Cámara sonoamortiguada.

Audiómetro tonal y multifrecuencia.

Software Cool-Edit 96.

Audiocassette y videocassette.

Método.

Se les realiza exploración de nariz y cavidad oral.

Se les aplica anestésico y vasoconstrictor locales en nariz en caso necesario.

Se introduce en nasoendoscopio por el meato más permeable, revisándose las diferentes estructuras, tanto de nariz, esfínter velofaríngeo, faringe y cuerdas vocales.

Todo ello se graba en un videocassette.

Se realiza estroboscopia de cada cantante para determinar su frecuencia fundamental.

Una vez terminado éste procedimiento, se retira el nasoendoscopio.

Se procede a determinar el registro vocal en la cámara sonoamortiguada de la siguiente manera:

Se le dice al paciente que escuchará un tono de diferentes frecuencias y que trate de igualar el tono que escucha con el tono que puede emitir su voz desde el tono grave hasta el agudo que pueda alcanzar sin esforzarse.

Los diferentes tonos que manejamos en el audiómetro de multifrecuencia y tonal, van desde 125 Hertz hasta los que el cantante logre igualar sin esforzar la voz.

Este registro se anota para hacer estudios comparativos posteriores, así mismo, se graba en una cinta de audiocassette para

Material.

Una población de 30 cantantes del Conservatorio Nacional de Música y de la Escuela Nacional de Música, no pudiendo ser mayor la población porque ésta fue difícil de conseguir, además de que no todos los cantantes que acudían al Instituto Nacional de la Comunicación Humana eran candidatos a ingresar al estudio.

Equipo de nasofaringolaringoendoscopia.

Estroboscopio.

Cámara sonoamortiguada.

Audiómetro tonal y multifrecuencia.

Software Cool-Edit 96.

Audiocassette y videocassette.

Método.

Se les realiza exploración de nariz y cavidad oral.

Se les aplica anestésico y vasoconstrictor locales en nariz en caso necesario.

Se introduce en nasoendoscopia por el meato más permeable, revisándose las diferentes estructuras, tanto de nariz, esfínter velofaríngeo, faringe y cuerdas vocales.

Todo ello se graba en un videocassette.

Se realiza estroboscopia de cada cantante para determinar su frecuencia fundamental.

Una vez terminado éste procedimiento, se retira el nasoendoscopia.

Se procede a determinar el registro vocal en la cámara sonoamortiguada de la siguiente manera:

Se le dice al paciente que escuchará un tono de diferentes frecuencias y que trate de igualar el tono que escucha con el tono que puede emitir su voz desde el tono grave hasta el agudo que pueda alcanzar sin esforzarse.

Los diferentes tonos que manejamos en el audiómetro de multifrecuencia y tonal, van desde 125 Hertz hasta los que el cantante logre igualar sin esforzar la voz.

Este registro se anota para hacer estudios comparativos posteriores, así mismo, se graba en una cinta de audiocassette para

posteriormente hacer un análisis de la voz por medio de un programa de computadora y así, determinar la utilidad del audiómetro tonal y de múltifrecuencia para establecer el registro vocal.

Esta tesis se elaboró entre el periodo comprendido entre marzo de 2000 a febrero de 2001.

Análisis estadístico.

Se realizó una estadística descriptiva de cada una de las variables como son:

Distribución por frecuencias.

Moda.

Mínimo.

Máximo.

Mediana.

Cuartis (25, 50,75)

Histogramas.

Se utilizó la Prueba T de Student para comparar las frecuencias obtenidas con los diferentes instrumentos y ver si existen diferencias estadísticamente significativas.

Lista de variables a trabajar en la investigación.

Nombre: Nombre del cantante.

Sexo: 1. Femenino, 2. Masculino.

Edad: Edad en años cumplidos.

Registro vocal: 1. Soprano: 256 A 1318 Hertz.

2. Tenor: 123 A 880 Hertz.

3. Mezo: 220 A 987 Hertz.

4. Bajo: 64 A 783 Hertz.

Estandar bajo en cada uno de los registros vocales previamente vistos.

Estandar alto en cada uno de los registros vocales previamente vistos.

FA1: Frecuencia audiométrica más baja.

FA2: Frecuencia audiométrica más alta.

Estrobo1: Frecuencia estroboscópica más baja con el fonema "a".

Estrobo2: Frecuencia estroboscópica más alta con el fonema "a".

Estrobo3: Frecuencia estroboscópica más baja con el fonema "e".

Estrobo4: Frecuencia estroboscópica más alta con el fonema "e".

Coole1: Frecuencia más baja alcanzada en el Cool-Edit con el fonema "a".

Coole2: Frecuencia más alta alcanzada en el Cool-Edit con el fonema "a".

Coole3: Frecuencia más baja alcanzada en el Coole-Edit con el fonema "e".

Coole4: Frecuencia más alta alcanzada en el Coole-Edit con el fonema "e".

RESULTADOS

Del total de los cantantes estudiados, 18 fueron del sexo femenino (60%) y 12 fueron del sexo masculino (40%) para un total de 30 cantantes (100%) (Tabla No. I) (Ver tablas de la I a XV en el anexo). Respecto a la edad, ésta abarcó de los 20 los 66 años, las agrupamos por un rango de edad de 10 años, obteniendo 20 cantantes entre 20 y 29 años (67%), 3 cantantes entre 30 y 39 años (10%), 1 cantante entre 40 y 49 años (3%), 5 cantantes entre 50 y 59 años (17%) y 1 cantante de más de 60 años (3%) (Tabla No. II).

Dentro de los registros vocales estudiados, 15 fueron sopranos (50%), 10 tenores (33%), 3 mezzosopranos (10%), y 2 bajos (7%) (Tabla No. III).

De los cantantes analizados, 15 alcanzaron la frecuencia audiométrica más baja de 125 Hertz tanto para el fonema "a" como para el fonema "e" (50%), 4 cantantes alcanzaron 150 Hertz para los 2 fonemas (13%) y 11 cantantes alcanzaron la frecuencia de 250 Hertz también para ambos fonemas (37%) (Tabla No. IV).

De las frecuencias audiométricas más altas alcanzadas encontramos desde 250 Hertz con 8 cantantes (26.7%), 12 cantantes con 500 Hertz (40%), 2 cantantes con 750 Hertz (6.7%), 3 cantantes con 1000 Hertz (10%) y 1 cantante con 950, 975, 1075, 1125 y 1500 Hertz (3.3%) respectivamente (Tabla No. V).

La frecuencia estroboscópica más baja encontrada con el fonema "a" abarca desde 80 a 350 Hertz (Tabla No. VI).

La frecuencia estroboscópica más alta con el fonema "a" abarca desde 170 a 1100 Hertz (Tabla No. VII).

La frecuencia estroboscópica más baja con el fonema "e" abarca desde 80 a 700 Hertz (Tabla No. VIII).

La frecuencia estroboscópica más alta con el fonema "e" abarca desde 200 a 1150 Hertz (Tabla No. IX).

La frecuencia más baja alcanzada con el fonema "a" en el Cool-Edit abarcó desde 105 hasta 442 Hertz (Tabla No. X).

La frecuencia más baja alcanzada con el fonema "a" en el Cool-Edit abarca desde 189 hasta 1250 Hertz (Tabla No. XI).

La frecuencia más baja alcanzada con el fonema "e" en el Cool-Edit abarca desde 100 a 760 Hertz (Tabla No. XII).

La frecuencia más alta en el Cool-Edit alcanzada con el fonema "e" abarca desde 238 hasta 1240 Hertz (Tabla No. XIII).

La tabla no. XIV es una estadística descriptiva de las diferentes frecuencias obtenidas, incluyendo promedio, mediana, moda, rango, mínimo, máximo y percentiles 25, 50 y 75.

En la tabla no. XV podemos observar que todas las frecuencias, tanto bajas como altas con el audiómetro, el estroboscopio y el Cool-Edit están dentro del registro vocal previamente determinado por el piano, sin embargo, en el registro de mezzosoprano, las frecuencias más bajas fueron las que más se salieron del rango establecido previamente, por lo que decidimos aplicar la prueba "T de Student" para determinar si éstas diferencias son estadísticamente significativas para el registro de mezzosoprano únicamente.

Si asignamos una significación menor o igual a 0.05, encontramos que existe una diferencia estadísticamente significativa en las frecuencias obtenidas del audiómetro fonema "a" frecuencia baja vs registro vocal estándar (P:0.04) por medio de la "T de Student", habiendo encontrado previamente que las frecuencias observadas en los diferentes instrumentos tenían una tendencia normal.

DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos, podemos observar que la mayoría de los cantantes fueron del sexo femenino (Tabla No. I), en cuanto a la edad, vemos que la mayoría estuvo en el rango de 20 a 29 años (Tabla No. II) así mismo, el mayor número de cantantes fueron sopranos (Tabla No. III).

Al hacer la revisión de las tablas IV a XV en donde se registran las frecuencias de la más baja (125 Hertz) a la más alta (1500 Hertz), para los fonemas /a/ y /e/, se puede observar que no existen diferencias en cuanto a la emisión de cada fonema, las frecuencias encontradas son similares, validando lo que se comentó anteriormente sobre la utilidad en el uso del audiómetro tonal y multifrecuencia, así como del estroboscopio y el programa Cool-Edit.

En cuanto a los resultados reportados por los diferentes instrumentos, podemos observar que existe una semejanza entre ellos en cuanto a la frecuencia obtenida por los cantantes, encontrando, claro está algunas diferencias las cuales fueron secundarias al instrumento utilizado, viendo que tanto el estroboscopio como el Cool-Edit nos dan una frecuencia vocal más aproximada, pero también nos damos cuenta que con el audiómetro, la frecuencia vocal también se acerca a la medida alcanzada por los dos instrumentos previamente descritos ya que sólo existió en el registro de mezzosoprano una diferencia estadísticamente significativa en las frecuencias obtenidas del audiómetro fonema "a" frecuencia baja vs registro vocal estándar (ver tabla XV).

Por lo que podemos comentar que el audiómetro tonal y de multifrecuencia pueden ser de utilidad para determinar el registro vocal en cantantes (ver tabla XV)

Al hacer la revisión de las tablas IV a XV en donde se registran las frecuencias de la más baja (125 Hz) a la más alta (1500 Hz), para los fonemas /a/ y /e/, se puede observar que no existe diferencia en cuanto a emisión de cada fonema, las frecuencias encontradas son similares, validando lo que se comentó anteriormente sobre la utilidad en el uso de audiómetro tonal y multifrecuencia así como del estroboscopio y el programa Cool Edit.

Con los resultados obtenidos, observando que los valores mínimos y máximos de los diferentes instrumentos utilizados caen dentro del rango establecido para cada registro vocal previamente obtenido por el maestro de canto con el piano, con cada cantante, por ejemplo:

Tenor:

Registro vocal obtenido por Maestro de canto: 123 a 880 Hz

Frecuencia audiométrica: 127 a 425 Hz

Frecuencia estroboscópica: 116 a 346 Hz

Frecuencia obtenida con Cool Edit : 155 a 430Hz

Los resultados obtenidos, confirman la hipótesis enunciada de que las frecuencias del audiómetro pueden ser comparadas con las distintas frecuencias del piano, convirtiéndose así el audiómetro en un instrumento que puede ser usado por el Médico en Comunicación Humana para determinar el registro vocal en cantantes.

Se lograron los objetivos inicialmente planteados, ya que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las frecuencias del audiómetro y las frecuencias manejadas por el piano.

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos se concluye que tanto el audiómetro tonal como el de multifrecuencia son instrumentos auxiliares útiles para el Médico Foniatra en el seguimiento clínico de los cantantes con respecto a su registro vocal, esto apoyado con valores más exactos obtenidos mediante el estroboscopio y el Cool-Edit que ayudan también al maestro de canto para corroborar en forma más exacta el registro vocal y así determinar en forma objetiva su tesitura, sin que esto implique sustituir el valor indiscutible del maestro de canto o la clínica del Médico Especialista.

Como una segunda etapa de este trabajo se podría investigar sobre las variaciones observadas en un solo cantante que presente patología vocal, para determinar si existen diferencias significativas en el registro vocal antes y después de instaurado un tratamiento foniátrico, lo cual le daría mucho más peso a esta investigación.

ANEXO

Tabla No. I

FRECUENCIA DE LOS CANTANTES POR SEXO

| Sexo | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje acumulado |
|-----------|------------|------------|----------------------|
| Femenino | 18 | 60 | 60 |
| Masculino | 12 | 40 | 100 |
| Total | 30 | 100 | |

Tabla No. II

FRECUENCIA POR EDAD DE LOS CANTANTES EN AÑOS CUMPLIDOS

| Edad | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje acumulado |
|---------------|------------|------------|----------------------|
| 20 a 29 | 20 | 67 | 67 |
| 30 a 39 | 3 | 10 | 77 |
| 40 a 49 | 1 | 03 | 80 |
| 50 a 59 | 5 | 17 | 97 |
| 60 años y más | 1 | 03 | 100 |
| Total | 30 | 100 | |

Tabla No. III

REGISTRO VOCAL EN CANTANTES

| Registro vocal | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje acumulado |
|----------------|------------|------------|----------------------|
| Soprano | 15 | 50 | 50 |
| Tenor | 10 | 33 | 83 |
| Mezo | 03 | 10 | 93 |
| Bajo | 02 | 07 | 100 |
| Total | 30 | 100 | |

Tabla No. VI

FRECUENCIA ESTROBOSCÓPICA MÁS BAJA CON EL FONEMA "A".

| Frecuencia | No. De cantantes | Porcentaje | Porcentaje acumulado |
|------------|------------------|------------|----------------------|
| 80 | 1 | 3.3 | 3.3 |
| 85 | 1 | 3.3 | 6.7 |
| 90 | 1 | 3.3 | 10.0 |
| 100 | 2 | 6.7 | 16.7 |
| 120 | 1 | 3.3 | 20.0 |
| 121 | 1 | 3.3 | 23.3 |
| 125 | 2 | 6.7 | 30.0 |
| 127 | 1 | 3.3 | 33.3 |
| 130 | 1 | 3.3 | 36.7 |
| 140 | 1 | 3.3 | 40.0 |
| 150 | 3 | 10.0 | 50.0 |
| 170 | 1 | 3.3 | 53.3 |
| 190 | 2 | 6.7 | 60.0 |
| 200 | 1 | 3.3 | 63.3 |
| 215 | 1 | 3.3 | 66.7 |
| 219 | 1 | 3.3 | 70.0 |
| 250 | 2 | 6.7 | 76.7 |
| 260 | 2 | 6.7 | 83.3 |
| 298 | 1 | 3.3 | 86.7 |
| 300 | 2 | 6.7 | 93.3 |
| 350 | 2 | 6.7 | 100 |
| Total | 30 | 100 | |

Tabla No. IV

FRECUENCIA AUDIOMÉTRICA MAS BAJA EN CANTANTES

| Frecuencia audiométrica | No. De cantantes | Porcentaje | Porcentaje acumulado |
|-------------------------|------------------|------------|----------------------|
| 125 | 15 | 50 | 50 |
| 150 | 04 | 13 | 63 |
| 250 | 11 | 37 | 100 |
| Total | 30 | 100 | |

Tabla No. V

FRECUENCIA AUDIOMÉTRICA MÁS ALTA EN CANTANTES

| Frecuencia audiométrica | No. De cantantes | Porcentaje | Porcentaje acumulado |
|-------------------------|------------------|------------|----------------------|
| 250 | 08 | 26.7 | 26.7 |
| 500 | 12 | 40.0 | 66.7 |
| 750 | 2 | 6.7 | 73.3 |
| 950 | 1 | 3.3 | 76.7 |
| 975 | 1 | 3.3 | 80.0 |
| 1000 | 3 | 10.0 | 90.0 |
| 1075 | 1 | 3.3 | 93.3 |
| 1125 | 1 | 3.3 | 96.7 |
| 1500 | 1 | 3.3 | 100 |
| Total | 30 | 100 | |

Tabla VII

FRECUENCIA ESTROBOSCÓPICA MÁS ALTA CON EL FONEMA "A".

| Frecuencia | No. De cantantes | Porcentaje | Porcentaje acumulado |
|------------|------------------|------------|----------------------|
| 170 | 1 | 3.3 | 3.3 |
| 200 | 1 | 3.3 | 6.7 |
| 210 | 1 | 3.3 | 10.0 |
| 214 | 1 | 3.3 | 13.3 |
| 235 | 1 | 3.3 | 16.7 |
| 275 | 1 | 3.3 | 20.0 |
| 280 | 1 | 3.3 | 23.3 |
| 290 | 1 | 3.3 | 26.7 |
| 300 | 1 | 3.3 | 30.0 |
| 303 | 1 | 3.3 | 33.3 |
| 330 | 1 | 3.3 | 36.7 |
| 350 | 1 | 3.3 | 40.0 |
| 390 | 1 | 3.3 | 43.3 |
| 400 | 1 | 3.3 | 46.7 |
| 450 | 1 | 3.3 | 50.0 |
| 500 | 3 | 10.0 | 60.0 |
| 520 | 2 | 6.7 | 66.7 |
| 535 | 1 | 3.3 | 70.0 |
| 575 | 1 | 3.3 | 73.3 |
| 591 | 1 | 3.3 | 76.7 |
| 700 | 1 | 3.3 | 80.0 |
| 800 | 2 | 6.7 | 86.7 |
| 950 | 1 | 3.3 | 90.0 |
| 1000 | 2 | 6.7 | 96.7 |
| 1100 | 1 | 3.3 | 100 |
| Total | 30 | 100 | |

Tabla No. VIII

FRECUENCIA ESTROBOSCÓPICA MÁS BAJA CON EL FONEMA "E"

| Frecuencia | No. De cantantes | Porcentaje | Porcentaje acumulado |
|------------|------------------|------------|----------------------|
| 80 | 1 | 3.3 | 3.3 |
| 90 | 1 | 3.3 | 6.7 |
| 100 | 3 | 10.0 | 16.7 |
| 105 | 1 | 3.3 | 20.0 |
| 120 | 1 | 3.3 | 23.3 |
| 130 | 3 | 10.0 | 33.3 |
| 150 | 1 | 3.3 | 36.7 |
| 170 | 1 | 3.3 | 40.0 |
| 180 | 2 | 6.7 | 46.7 |
| 184 | 1 | 3.3 | 50.0 |
| 190 | 1 | 3.3 | 53.3 |
| 195 | 1 | 3.3 | 56.7 |
| 200 | 5 | 16.7 | 73.3 |
| 216 | 1 | 3.3 | 76.7 |
| 230 | 1 | 3.3 | 80.0 |
| 250 | 3 | 10.0 | 90.0 |
| 300 | 2 | 6.7 | 96.7 |
| 700 | 1 | 3.3 | 100 |
| Total | 30 | 100 | |

Tabla No. IX

FRECUENCIA ESTROBOSCÓPICA MÁS ALTA CON EL FONEMA "E"

| Frecuencia | No. De cantantes | Porcentaje | Porcentaje acumulado | |
|------------|------------------|------------|----------------------|--|
| 200 | 1 | 3.3 | 3.3 | |
| 210 | 1 | 3.3 | 6.7 | |
| 230 | 1 | 3.3 | 10.0 | |
| 270 | 1 | 3.3 | 13.3 | |
| 275 | 2 | 6.7 | 20.0 | |
| 300 | 1 | 3.3 | 23.3 | |
| 310 | 1 | 3.3 | 26.7 | |
| 320 | 1 | 3.3 | 30.0 | |
| 330 | 1 | 3.3 | 33.3 | |
| 404 | 1 | 3.3 | 36.7 | |
| 450 | 1 | 3.3 | 40.0 | |
| 500 | 1 | 3.3 | 43.3 | |
| 510 | 1 | 3.3 | 46.7 | |
| 540 | 1 | 3.3 | 50.0 | |
| 561 | 1 | 3.3 | 53.3 | |
| 564 | 1 | 3.3 | 56.7 | |
| 578 | 1 | 3.3 | 60.0 | |
| 580 | 1 | 3.3 | 63.3 | |
| 600 | 2 | 6.7 | 70.0 | |
| 620 | 1 | 3.3 | 73.3 | |
| 640 | 1 | 3.3 | 76.7 | |
| 650 | 1 | 3.3 | 80.0 | |
| 800 | 1 | 3.3 | 83.3 | |
| 850 | 1 | 3.3 | 86.7 | |
| 1000 | 3 | 10.0 | 96.7 | |
| 1150 | 1 | 3.3 | 100 | |
| Total | 30 | 100 | | |

Tabla No. X

FRECUENCIA MÁS BAJA ALCANZADA EN EL COOL-EDIT CON EL FONEMA "A"

| Frecuencia | No. de cantantes | Porcentaje | Porcentaje acumulado |
|------------|------------------|------------|----------------------|
| 105 | 1 | 3.3 | 3.3 |
| 110 | 1 | 3.3 | 6.7 |
| 120 | 1 | 3.3 | 10.0 |
| 125 | 1 | 3.3 | 13.3 |
| 130 | 1 | 3.3 | 16.7 |
| 135 | 1 | 3.3 | 20.0 |
| 139 | 1 | 3.3 | 23.3 |
| 147 | 1 | 3.3 | 26.7 |
| 168 | 1 | 3.3 | 30.0 |
| 176 | 1 | 3.3 | 33.3 |
| 178 | 1 | 3.3 | 36.7 |
| 185 | 1 | 3.3 | 40.0 |
| 190 | 1 | 3.3 | 43.3 |
| 200 | 1 | 3.3 | 46.7 |
| 210 | 1 | 3.3 | 50.0 |
| 216 | 1 | 3.3 | 53.3 |
| 220 | 1 | 3.3 | 56.7 |
| 230 | 2 | 6.7 | 63.3 |
| 250 | 1 | 3.3 | 66.7 |
| 257 | 1 | 3.3 | 70.0 |
| 270 | 1 | 3.3 | 73.3 |
| 313 | 1 | 3.3 | 76.7 |
| 346 | 1 | 3.3 | 80.0 |
| 350 | 1 | 3.3 | 83.3 |
| 375 | 1 | 3.3 | 86.7 |
| 384 | 2 | 6.7 | 93.3 |
| 394 | 1 | 3.3 | 96.7 |
| 442 | 1 | 3.3 | 100 |
| Total | 30 | 100 | |

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

Tabla No. XI

FRECUENCIA MÁS ALTA EN EL COOL-EDIT CON EL FONEMA "A"

| Frecuencia | No. de cantantes | Porcentaje | Porcentaje acumulado |
|------------|------------------|------------|----------------------|
| 189 | 1 | 3.3 | 3.3 |
| 220 | 1 | 3.3 | 6.7 |
| 246 | 1 | 3.3 | 10.0 |
| 250 | 1 | 3.3 | 13.3 |
| 280 | 1 | 3.3 | 16.7 |
| 300 | 2 | 6.7 | 23.3 |
| 346 | 1 | 3.3 | 26.7 |
| 378 | 1 | 3.3 | 30.0 |
| 380 | 1 | 3.3 | 33.3 |
| 400 | 1 | 3.3 | 36.7 |
| 442 | 1 | 3.3 | 40.0 |
| 451 | 1 | 3.3 | 43.3 |
| 478 | 1 | 3.3 | 46.7 |
| 530 | 1 | 3.3 | 50.0 |
| 540 | 1 | 3.3 | 53.3 |
| 587 | 1 | 3.3 | 56.7 |
| 600 | 1 | 3.3 | 60.0 |
| 605 | 1 | 3.3 | 63.3 |
| 650 | 1 | 3.3 | 66.7 |
| 655 | 1 | 3.3 | 70.0 |
| 679 | 1 | 3.3 | 73.3 |
| 692 | 2 | 6.7 | 80.0 |
| 829 | 1 | 3.3 | 83.3 |
| 908 | 1 | 3.3 | 86.7 |
| 980 | 1 | 3.3 | 90.0 |
| 1125 | 1 | 3.3 | 93.3 |
| 1230 | 1 | 3.3 | 96.7 |
| 1250 | 1 | 3.3 | 100 |
| Total | 30 | 100 | |

Tabla XII

FRECUENCIA MÁS BAJA EN EL COOL-EDIT CON EL FONEMA "E".

| Frecuencia | No. de cantantes | Porcentaje | Porcentaje acumulado |
|------------|------------------|------------|----------------------|
| 100 | 1 | 3.3 | 3.3 |
| 120 | 1 | 3.3 | 6.7 |
| 123 | 2 | 6.7 | 13.3 |
| 125 | 1 | 3.3 | 16.7 |
| 130 | 1 | 3.3 | 20.0 |
| 134 | 1 | 3.3 | 23.3 |
| 147 | 1 | 3.3 | 26.7 |
| 160 | 1 | 3.3 | 30.0 |
| 171 | 1 | 3.3 | 33.3 |
| 180 | 1 | 3.3 | 36.7 |
| 189 | 2 | 6.7 | 43.3 |
| 197 | 1 | 3.3 | 46.7 |
| 200 | 3 | 10.0 | 56.7 |
| 211 | 1 | 3.3 | 60.0 |
| 230 | 2 | 6.7 | 66.7 |
| 240 | 1 | 3.3 | 70.0 |
| 250 | 1 | 3.3 | 73.3 |
| 297 | 1 | 3.3 | 76.7 |
| 298 | 1 | 3.3 | 80.0 |
| 300 | 2 | 6.7 | 86.7 |
| 309 | 1 | 3.3 | 90.0 |
| 349 | 1 | 3.3 | 93.3 |
| 400 | 1 | 3.3 | 96.7 |
| 760 | 1 | 3.3 | 100 |
| Total | 30 | 100 | |

Tabla XIII

FRECUENCIA MÁS ALTA EN EL COOL-EDIT

| Frecuencia | No. de cantantes | Porcentaje | Porcentaje acumulado |
|------------|------------------|------------|----------------------|
| 238 | 1 | 3.3 | 3.3 |
| 246 | 1 | 3.3 | 6.7 |
| 269 | 1 | 3.3 | 10.0 |
| 289 | 1 | 3.3 | 13.3 |
| 300 | 2 | 6.7 | 20.0 |
| 337 | 1 | 3.3 | 23.3 |
| 340 | 1 | 3.3 | 26.7 |
| 400 | 1 | 3.3 | 30.0 |
| 409 | 1 | 3.3 | 33.3 |
| 450 | 1 | 3.3 | 36.7 |
| 524 | 1 | 3.3 | 40.0 |
| 540 | 1 | 3.3 | 43.3 |
| 558 | 1 | 3.3 | 46.7 |
| 599 | 2 | 6.7 | 53.3 |
| 609 | 1 | 3.3 | 56.7 |
| 610 | 1 | 3.3 | 60.0 |
| 635 | 1 | 3.3 | 63.3 |
| 640 | 1 | 3.3 | 66.7 |
| 644 | 1 | 3.3 | 70.0 |
| 655 | 1 | 3.3 | 73.3 |
| 760 | 1 | 3.3 | 76.7 |
| 800 | 1 | 3.3 | 80.0 |
| 817 | 1 | 3.3 | 83.3 |
| 890 | 1 | 3.3 | 86.7 |
| 975 | 1 | 3.3 | 90.0 |
| 1123 | 1 | 3.3 | 93.3 |
| 1135 | 1 | 3.3 | 96.7 |
| 1240 | 1 | 3.3 | 100 |
| Total | 30 | 100 | |

Tabla XIV

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LAS DIFERENTES FRECUENCIAS OBTENIDAS

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---------------|----|-----|----------|-----|----------|-----|----------|-----|----------|-----|----------|
| Prome- dio | 33 | 174 | 604 | 186 | 499 | 194 | 543 | 232 | 573 | 228 | 597 |
| Media- na | 29 | 137 | 500 | 160 | 475 | 187 | 550 | 213 | 535 | 200 | 599 |
| Moda | 26 | 125 | 500 | 150 | 500 | 200 | 100 0 | 230 | 300 | 200 | 300 |
| Rango | 46 | 125 | 125 0 | 270 | 930 | 620 | 950 | 337 | 106 1 | 660 | 100 2 |
| Mínimo | 20 | 125 | 250 | 80 | 170 | 80 | 200 | 105 | 189 | 100 | 238 |
| Máximo | 66 | 250 | 150 0 | 350 | 110 0 | 700 | 115 0 | 442 | 125 0 | 760 | 124 0 |
| Per.25 | 26 | 125 | 250 | 124 | 287 | 127 | 307 | 145 | 334 | 143 | 339 |
| 50 | 29 | 137 | 500 | 160 | 475 | 187 | 550 | 213 | 535 | 200 | 599 |
| 75 | 38 | 250 | 956 | 252 | 618 | 219 | 642 | 321 | 692 | 297 | 770 |

Tabla XV

COMPARACIÓN ENTRE LAS FRECUENCIAS DE LOS REGISTROS VOCALES Y LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN TODOS LOS INSTRUMENTOS

FONEMA A

| Registro vocal | Frecuencia audiométrica | Frecuencia Estroboscópica | Frecuencia con el Cool-Edit |
|----------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Soprano | Baja / Alta | Baja / Alta | Baja / Alta |
| 256 a 1318 | 218 / 808 | 245 / 669 | 303 / 733 |

FONEMA E

| Registro vocal | Frecuencia Audiométrica | Frecuencia Estroboscópica | Frecuencia con el Cool-Edit |
|----------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Soprano | Baja / Alta | Baja / Alta | Baja / Alta |
| 256 a 1318 | 218 / 808 | 254 / 687 | 298 / 735 |

FONEMA A

| Registro vocal | Frecuencia audiométrica | Frecuencia Estroboscópica | Frecuencia con el Cool-Edit |
|----------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Tenor | Baja / Alta | Baja / Alta | Baja / Alta |
| 123 a 880 | 127 / 425 | 116 / 346 | 155 / 430 |

FONEMA E

| Registro vocal | Frecuencia audiométrica | Frecuencia estroboscópica | Frecuencia con el Cool-Edit |
|----------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Tenor | Baja / Alta | Baja / Alta | Baja / Alta |
| 123 a 880 | 127 / 425 | 116 / 428 | 151 / 506 |

FONEMA A

| Registro vocal | Frecuencia audiométrica | Frecuencia estroboscópica | Frecuencia con el Cool-Edit |
|----------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Mezzosoprano | Baja / Alta | Baja / Alta | Baja / Alta |
| 220 a 987 | 133 / 416 | 183 / 328 | 208 / 461 |

FONEMA E

| Registro vocal | Frecuencia audiométrica | Frecuencia estroboscópica | Frecuencia con el Cool-Edit |
|----------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Mezzosoprano | Baja / Alta | Baja / Alta | Baja / Alta |
| 220 a 987 | 133 / 416 | 181 / 390 | 210 / 411 |

FONEMA A

| Registro vocal | Frecuencia audiométrica | Frecuencia estroboscópica | Frecuencia con el Cool-Edit |
|----------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Bajo | Baja / Alta | Baja / Alta | Baja / Alta |
| 64 a 783 | 137 / 250 | 103 / 252 | 120 / 260 |

FONEMA E

| Registro vocal | Frecuencia audiométrica | Frecuencia estroboscópica | Frecuencia con el Cool-Edit |
|----------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Bajo | Baja / Alta | Baja / Alta | Baja / Alta |
| 64 a 784 | 137 / 250 | 100 / 275 | 123 / 304 |

Bibliografía:

1. Medicina de la Comunicación Humana. Autores varios. Instituto Nacional de la comunicación Humana. México, D.F. 1994. P. 635.
2. La voz. Tomo I. Francois Le Huche y André Allali. Masson, S.A. 1993. 2ª. Edición. Pp. 3 y 4.
3. Voice Source Characteristics in Six Premier Country Singer. Johan Sundberg et al. Journal of Voice Vol. 13. No. 2. p. 179. 1999.
4. Perceptual Aspects of Singing. Johan Sundberg. Journal of Voice Vol. 8 No. 2. pp. 108-122. 1994.
5. Vocal Fold Vibration Patterns and Modes of Phonation. Johan Sundberg. Folia Phoniatic Logopedic. Vol. 47 p. 219. 1993.
6. Short Term Vibration of Subglottal Pressure for Expressive Purposes in Singing and Stage Speech. Johan Sundberg et al. Journal of Voice Vol. 7 No. 3. p. 227. 1993.
7. Supralaryngeal Muscle Activity During Sustained Vibrato in Four Sopranos. Shimon Sapir and Kristin K. Larson. Journal of Voice Vol. 7 No. 3 p. 213. 1993.
8. Medicina de la Comunicación Humana. Autores varios. Instituto Nacional de la Comunicación Humana. México, D.F. 1994. P. 659.
9. Vocal Tract Acoustic. R.D. Kent.

Journal of Voice Vol. 7 No. 2. pp. 97-117. 1993.

10. Qualitative and Quantitative Analysis of Voice Onset by Means of Multidimensional Voice Analysis System Using High-Speed Imaging.

Olaf Koster et al.

Journal of Voice Vol. 13. No. 3. pp. 355-374. 1999.

11. La voz. Tomo II. Francois Le Huche y André Allali. Masson, S.A. 1993. 2ª. Edición. Pp. 26 y 27.

12. Laboratory Advances for Voice Measurements.

Wilbur James Gould and Gwen Susan Korovin.

Journal of Voice Vol. 8. No. 1. pp 8-17. 1999.

13. A News Stroboscopy Rating Form.

Bruce J. Poburka.

Journal of Voice Vol. 13. No. 3. p. 406. 1999.

14. Cool Edit. User's Manual. Syntrillium. Software Corporation. Pp. 1-70.

Terapèutica de la voz. R.J. Prater, R.W. Swift. Editorial Salvat. 1986. P. 52.

15. Vocal Fold Vibration Patterns and Modes of Phonation.

Johan Sundberg.

Folia Phoniatic Logopedic. No. 47. p 222. 1993.

16. Vocal Fold Vibration Patterns and Modes of Phonation.

Johan Sundberg.

Folia Phoniatic Logopedic. No. 47 p. 223. 1993.

17. Phonational Profiles of Female Profesional Singers and Nonsingers.

W.S. Brown et al.

Journal of Voice. Vol. 7. No. 3. p. 219. 1993.

18. Toward Standars in Acoustic Análisis of Voice.

Ingor R. Titze.

Journal of Voice Vol. 8. No. 1. p. 10. 1994.

19. Terapéutica de la voz. R.J. Prater, RW. Swift. Editorial Salvat. 1986. p.52.

20. Canto y dicción (Foniatría estética). Jorge Perelló. Edit. Científico. Barcelona España. 1982. Pp. 87.

21. Handbook of Clinical Audiologi. Jack Katz, Ph. D. Ed. Williams and Wilkins. 4ª. Ed. P.98.