

**COMPORTAMIENTO DE LOS FORMANTES VOCALICOS RESPECTO A LA  
APERTURA MANDIBULAR Y EL GÉNERO  
PROYECTO DOCENTE**

CARMEN CECILIA LATORRE L.  
DIRECTORA

CORPORACION UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA  
FACULTAD DE COMUNICACIÓN HUMANA Y FONOAUDIOLOGÍA  
BOGOTÁ, SEPTIEMBRE DE 2009

**COMPORTAMIENTO DE LOS FORMANTES VOCALES RESPECTO A LA  
APERTURA MANDIBULAR Y EL GÉNERO**  
PROYECTO DOCENTE

DARLEY PERDOMO

GLORIA CHAMORRO

ASISTENTES

CORPORACION UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA  
FACULTAD DE COMUNICACIÓN HUMANA Y FONOAUDIOLÓGÍA  
BOGOTÁ, SEPTIEMBRE DE 2009

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA  
VICERRECTORÍA ACADÉMICA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES**

Los suscritos Vicerrector Académico, Director del Centro de Investigaciones y Decana de la Facultad de Comunicación Humana y Fonoaudiología, hacen constar que previa revisión y discusión en éste Comité, se le otorgó al trabajo titulado:

**“COMPORTAMIENTO DE LOS FORMANTES VOCALICOS RESPECTO A  
LA APERTURA MANDIBULAR Y EL GÉNERO”**

El concepto de APROBADO.

Para constancia se firma a los veinte días del mes de septiembre del dos mil nueve.

**Javier Duván Amado  
Vicerrector Académico**

**William Rodríguez  
Director  
Centro de Investigaciones**

**Clara Patricia Giraldo  
Decana  
Facultad de Comunicación Humana  
y Fonoaudiología**

## TABLA DE CONTENIDO

	pág.
Introducción	10
Marco Metodológico	32
Tipo de Estudio	32
Diseño	32
Participantes	32
Instrumentos	32
Procedimiento	33
Resultados	36
Discusión	50
Conclusiones	56
Referencias	57

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Influencia de AM sobre F1	36
Tabla 2. Mínimas diferencias significativas en F1	37
Tabla 3. Influencia de AM sobre F2	37
Tabla 4. Influencia de AM sobre F1 en mujeres	38
Tabla 5. Mínimas diferencias significativas en F1 en mujeres	38
Tabla 6. Influencia de AM sobre F2 en mujeres	38
Tabla 7. Influencia de AM sobre F1 en hombres	39
Tabla 8. Influencia de AM sobre F2 en hombres	39
Tabla 9. Diferencia de los formantes según la condición de género	40
Tabla 10. Influencia de AM sobre F1 en /a/	40
Tabla 11. Mínimas diferencias significativas en F1 de /a/	41
Tabla 12. Influencia de AM sobre F1 en /e/	41
Tabla 13. Mínimas diferencias significativas en F1 de /e/	41
Tabla 14. Influencia de AM sobre F1 de /i/	42
Tabla 15. Mínimas diferencias significativas en F1 de /i/	42
Tabla 16. Influencia de AM sobre F1 de /o/	43
Tabla 17. Influencia de AM sobre F1 de /u/	43
Tabla 18. Influencia de AM sobre F2 de /a/	44
Tabla 19. Influencia de AM sobre F2 de /e/	44
Tabla 20. Mínimas diferencias significativas en F2 de /e/	44
Tabla 21. Influencia de AM sobre F2 de /i/	45

Tabla 22. Mínimas diferencias significativas en F2 de /i/	45
Tabla 23. Influencia de AM sobre F2 de /o/	46
Tabla 24. Mínimas diferencias significativas en F2 de /o/	46
Tabla 25. Influencia de AM sobre F2 de /u/	46
Tabla 26. Promedio de formantes vocales F1 y F2 en mujeres	47
Tabla 27. Promedio de formantes vocales F1 y F2 en hombres	48

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema de la posición de los primeros formantes	22
Figura 2. Triángulo acústico de las vocales españolas	24
Figura 3. Triángulo articulatorio de las vocales españolas	24
Figura 4. Comparación formantes 1 y 2 en mujeres	47
Figura 5. Comparación de formantes 1 y 2 en hombres	48
Figura 6. Comparación formantes 1 y 2 por género	49

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A Cuadro de control de variables	60
Anexo B. Consentimiento informado	63
Anexo C. Protocolo de evaluación	64
Anexo D. Planilla de registro individual	65
Anexo E. Planilla de registro general	66

Resumen

COMPORTAMIENTO DE LOS FORMANTES VOCALES RESPECTO A LA  
APERTURA MANDIBULAR Y EL GÉNERO<sup>♦</sup>

Carmen Cecilia Latorre L.<sup>♦♦</sup>

Darley Perdomo, Gloria Chamorro<sup>^</sup>

*Corporación Universitaria Iberoamericana*

Este estudio determinó el efecto que tiene la apertura mandibular y la condición de género sobre los formantes vocales 1 y 2 en fonación sostenida, en 31 adultos sin entrenamiento vocal. Las muestras fueron procesadas por el Visi Pitch III 3900, programa Sona match. Estadísticamente, se realizó un análisis de varianza de una vía, así como comparaciones post hoc, encontrando que existen diferencias significativas al variar la magnitud de apertura mandibular (MAM) en el F1, mas no en el F2. También se evidenciaron diferencias significativas en ellos según la condición de género, presentándose más variaciones en mujeres que en hombres, al usar mayores aperturas mandibulares. Estos hallazgos soportan el efecto acústico que tienen sobre los formantes, las técnicas terapéuticas y pedagógicas que involucran apertura mandibular, y sugieren considerar el género en su implementación.

Palabras Clave: Apertura Mandibular, Formantes vocálicos, voz, habla.

---

<sup>♦</sup> Investigación Realizada en el grupo Estudios de la comunicación Interpersonal de la Corporación Universitaria Iberoamericana.

<sup>♦♦</sup> Docente Investigadora. Cecialatorre1@hotmail.com

<sup>^</sup> Asistentes de Investigación. Estudiantes de Fonoaudiología.

Abstrac

BEHAVIOR OF THE VOCAL FORMANTS REGARDING THE OPENING JAW  
AND THE GENDER<sup>♦</sup>

Carmen Cecilia Latorre L. <sup>♦♦</sup>

Darley Perdomo, Gloria Chamorro<sup>^</sup>

*Corporación Universitaria Iberoamericana*

This study determined the effect that has the jaw opening and the gender condition on the formants vocal 1 and 2 in sustained phonation, in 31 adults without vocal training. The samples were processed by the Visi Pitch III 3900, Sona match programs. Statistically, it was carried out an analysis of variance of one-way, as well as comparisons post hoc, finding that significant differences exist when varying the jaw opening magnitude (JOM) in the F1, but not in the F2. Significant differences were also evidenced in them according to the gender, being presented more variations in women than in men, when using bigger jaw openings. These results support the acoustic effect that it have on the formants, the therapeutic and pedagogic techniques that involve jaw opening, and they suggest to consider the gender in their implementation.

Key Words: jaw opening, formants vocal, speech, voice.

---

<sup>♦</sup> Investigación Realizada en el grupo Estudios de la comunicación Interpersonal de la Corporación Universitaria Iberoamericana.

<sup>♦♦</sup> Docente Investigadora. Cecialatorre1@hotmail.com

<sup>^</sup> Asistentes de Investigación. Estudiantes de Fonoaudiología.

## Introducción

Una de las áreas en la que el fonoaudiólogo especializado puede actuar con fundamentos científicos es la condición de voz normal, en la cual suele realizar acciones encaminadas a la potenciación y adecuación acústica de la misma, de acuerdo a las necesidades y requerimientos de los diversos profesionales de la voz con quienes trabaja; igualmente, este profesional opera en el campo de los trastornos de habla y particularmente en torno a las alteraciones de resonancia nasal oral. Con éste proyecto se pretende obtener una evidencia más sólida en torno a los cambios cuantitativos y cualitativos que experimentan los primeros formantes vocálicos al modificarse la magnitud de la apertura mandibular, aspectos que tienen una directa relación con fenómenos de resonancia y fonética acústica, necesarios para el trabajo fonoaudiológico antes mencionado.

En el campo de la reeducación y pedagogía vocal, se han venido aplicando una serie de técnicas referenciadas en la literatura especializada, que buscan obtener modificaciones en el timbre y la resonancia, tanto de la voz hablada como de la voz cantada, a partir de lograr una mayor apertura oral y de modificar la posición de los órganos articuladores. Con el desarrollo de diversos laboratorios computarizados de voz, se puede en la actualidad, realizar una medición cuantitativa de los resultados de tales prácticas en términos de frecuencia y energía de los sonidos emitidos. Estas mediciones arrojan información acústica de lo que ocurre tanto a nivel glótico como supra glótico, pudiendo cuantificar específicamente la frecuencia fundamental y la frecuencia

de los formantes vocálicos, responsables en gran medida del timbre resultante. A partir de la obtención de dichos parámetros acústicos, se ha logrado entrar a revisar algunos fundamentos que han soportado la intervención del fonoaudiólogo en el campo de la voz, brindándole así herramientas que le permitan comprender y desempeñar mejor su quehacer profesional.

Dentro del conocimiento que se tiene en la actualidad frente a éste tema, y ampliando un poco la situación expuesta previamente, cabe mencionar que el resultado acústico de los formantes vocálicos juegan un papel muy importante en la naturalidad e inteligibilidad del habla, y está en directa relación con la actividad articulatoria. Las frecuencias a que se emiten dichos formantes permiten identificar acústicamente el fonema vocálico, y contribuyen a matizar el sonido, dándole la particularidad que en música se denomina el color. (Ej. Voces oscuras centradas en los tonos graves con formantes de baja frecuencia, y colores brillantes para referirse a tonos agudos con formantes de alta frecuencia).

Sin embargo, en algunas ocasiones, particularmente en la voz hablada, el color de la voz muy brillante o muy oscura, no responde a una búsqueda estética consciente, si no a alteraciones en la postura de algunos órganos articuladores y a modificaciones en la configuración del tracto vocal, que pueden llegar a constituirse en trastornos de la resonancia oral, (Prater 1996) menciona al respecto que se puede encontrar una calidad de voz débil y afeminada relacionada con una postura adelantada de lengua, y resonancias en “fondo de saco” asociadas a una postura de lengua ubicada en la parte posterior de la cavidad oral. Igualmente, hace mención a alteraciones de

medida y elasticidad de la faringe que pueden resultar en una resonancia vocal áspera llamada estridencia. Todas estas posturas, influyen directamente en la frecuencia de los formantes vocálicos al modificar la configuración de las cavidades faríngea y oral, donde típicamente se producen los formantes vocálicos 1 y 2 respectivamente. En este tipo de alteraciones, a menudo se presenta falta de disociación de los órganos fono articuladores (OFA), con lo cual el movimiento de un articulador suele mover de manera incontrolada la del resto de órganos. Mayoritariamente, se ve en las condiciones mencionadas previamente, restricción de los movimientos mandibulares durante el habla, por lo cual, Prater (1996), describe dentro de las técnicas terapéuticas actividades que implican un amplio descenso mandibular para relajar las estructuras orales y laríngeas.

Recientemente, también se ha empezado a estudiar el comportamiento de los formantes en voces patológicas, observándose que las mediciones espectrales se consideran particularmente promisorias como indicadores del estado glótico, específicamente, las diferencias en la amplitud del primero y segundo armónico y de las amplitudes de los armónicos ubicadas en el primera segunda y tercera frecuencia de los formantes, son útiles para cuantificar el grado de aducción glótica y la percepción de voces veladas y constreñidas. Así, las diferencias de amplitud de los armónicos, han permitido caracterizar los velamientos en la voz de individuos con parálisis vocal unilateral y nódulos (Cannito, Buder , & Chorna, 2004). Una amplitud de la energía en el armónico 2, se asocia con contención, ruptura en la voz y timbre áspero; mientras que un armónico 1 dominante, se asocia con una fonación velada, es decir que su

resonancia disminuye cuando hay una configuración glótica abierta en fonación (Hanson, 1997), al igual que con la asimetría en la apertura y cierre glótico (Henrich, d'Alessandro, & C, Doval B. 2001). Otro estudio realizado en disfonía espasmódica, muestra que en esta patología, la diferencia en la amplitud de los armónicos puede medirse de manera fiable y que existen diferencias en estas amplitudes entre las voces normales y las patológicas, permitiendo establecer niveles de severidad e identificar cambios en el tratamiento, llevando a afirmar que estas medidas son sensibles al grado de tensión en la aducción de los pliegues vocales (Cannitto y col, 2004). En mediciones de los formantes realizadas en pacientes laringectomizados, se ha encontrado que el formante 1 y 2 (F1, F2), así como la duración de la vocal en éstos pacientes, difiere significativamente de los valores de sujetos normales. En los pacientes laringectomizados, las vocales se producen con frecuencias más altas en los formantes, y con duraciones más largas que en el grupo de sujetos con laringe (Cervera, Miralles & González, 2001).

Como se mencionó previamente, para tratar algunos de éstos problemas se han empleado algunas técnicas que involucran descenso mandibular, como la de la masticación, creada por Froeschel y citada por autores como Prater (1996) y Arias (1995), quienes sostienen que al masticar involucrando movimientos amplios de la mandíbula y la base de la lengua se logra liberar la musculatura intrínseca, controlando así la hiperfunción laríngea; Boone (1983), al describir el enfoque de la boca abierta dice: “Estimular al paciente a que desarrolle una mayor apertura oral reducirá a menudo la hiperfunción vocal generalizada. El enfoque de boca abierta promueve ajustes más naturales de

tamaño, masa y una mejor aproximación de las cuerdas vocales, lo cual ayuda en problemas de altura, tono y calidad.” (pp. 149 – 150). Es de esperarse que con la modificación del volumen de la cavidad oral al bajar la mandíbula, también se presenten variaciones en la calidad y frecuencia de los formantes, constituyéndose dicha actividad en una técnica que en el conjunto de procedimientos de intervención pueden favorecer la calidad del sonido vocal.

Estos procedimientos aplicados en el trabajo del fonoaudiológico en el área de la voz, involucran tanto la reeducación en casos de desorden y deficiencias en los sistemas implicados en la producción del habla, así como al trabajo de prevención y asesoría brindado a pedagogos y profesionales de la voz: cantantes, actores, profesores, etc. Este grupo, carece en muchas ocasiones de una información científica en torno a la fisiología vocal, y la interacción entre los sistemas respiratorio, fonatorio y articulatorio resonancial. En torno a este último sistema, se suelen aplicar indiscriminadamente una serie de ejercicios articulatorios guiados por el empirismo, sin prever el efecto que dichas prácticas pueden tener en la particularidad del habla del sujeto y en su resonancia. Por otra parte, al brindar asesoría al grupo de profesionales de la voz, el fonoaudiólogo debe contar con un amplio y sólido marco conceptual a través del cual pueda explicar el por qué y el cómo de la fisiología y resonancia vocal en cada una de los comportamientos orales requeridos por tales sujetos.

Si los fundamentos teóricos y los criterios que orientan dichos ejercicios son imprecisos o errados, se podría estar causando un impacto negativo en la calidad vocal de los usuarios del área. De ello se desprende una serie de consecuencias adversas como la pérdida de credibilidad profesional, la falta de

efectividad en los procedimientos de intervención, y el dar continuidad a tratamientos ineficaces, que conllevan altos costos económicos y humanos.

Por otra parte, el empleo de técnicas inadecuadas en los procesos educativos con voces normales, puede conducir a mediano plazo al desarrollo de trastornos funcionales de resonancia en la población de profesionales de la voz, en quienes de la calidad de la emisión depende una parte importante de sus logros profesionales.

Si los profesionales de la fonoaudiología dedicados a la rehabilitación vocal, así como los pedagogos vocales, contaran con una información más sólida y basada en la evidencia en torno al comportamiento que adoptan los formantes vocálicos al manipular la apertura mandibular, podrían hacer aplicaciones más certeras al usar técnicas acilitadas que involucran apertura oral, más allá de las aproximaciones que por ensayo y error suelen hacerse en la actualidad. Su efectividad puede ser aún mayor, si se corrobora que hay variables de acuerdo con la condición de género en la interacción de la apertura mandibular y los formantes vocales, permitiendo así al profesional adoptar criterios individualizados con respecto al género en la aplicación de éstos procedimientos, y facilitando la consecución del objetivo en menor tiempo.

Frente a las prácticas anteriormente mencionadas que involucran un amplio descenso mandibular, y difundida en la literatura y en las rutinas de pedagogos y terapeutas vocales, no se han realizado muchas investigaciones en nuestro contexto, que con mediciones objetivas corroboren el efecto de tales ejercicios, ni se ha descrito suficientemente el efecto de la postura mandibular sobre los formantes vocálicos en la voz hablada normal.

Por tanto la evidencia que arroje esta investigación tiene implicaciones de orden teórico práctico, y contribuirán en parte a enriquecer el cuerpo de conocimiento fonoaudiológico, al establecer si existen diferencias significativas en el comportamiento de los formantes vocálicos dependiendo de la magnitud de la apertura mandibular en la modalidad de fonación sostenida. Posibilitará además, que el fonoaudiólogo tenga una mayor efectividad en su ejercicio profesional y propiciará el bienestar comunicativo del profesional de la voz, al establecer si las estrategias de enseñanza para lograr un determinado efecto de resonancia y timbre son válidas o no al manipular la magnitud de la apertura mandibular. La certeza de que existe la relación planteada, también abrirá la puerta a nuevas investigaciones que expliquen mejor los mecanismos fisiológicos y mecánicos que subyacen en la compleja actividad del habla y que involucran además de los componentes neurológicos superiores, la actividad de los órganos fono- articuladores sobre los cuales se pueden ejercer acciones directas, permitiendo al fonoaudiólogo dedicado al trabajo vocal proponer o modificar algunas de las estrategias empleadas en el abordaje de los trastornos de resonancia oral y en las de la llamada voz estética.

De acuerdo con el conocimiento expuesto, el problema se formula así:  
¿Qué efecto tiene la magnitud de apertura mandibular y la condición de género sobre los formantes vocálicos 1 y 2 en la modalidad de fonación sostenida en adultos jóvenes, sin entrenamiento vocal, que posean voz normal?. Este planteamiento se desglosa en las siguientes sub preguntas: ¿Existen diferencias significativas en el comportamiento del formante vocal 1 dependiendo de la magnitud de apertura mandibular a 10, 25 y 40mm en

fonación sostenida?, ¿Existen diferencias significativas en el comportamiento del formante vocal 2 dependiendo de la magnitud de apertura mandibular a 10, 25 y 40mm en fonación sostenida?, ¿Existen diferencias significativas en el comportamiento del formante vocal 1 dependiendo de la magnitud de apertura mandibular a 10, 25 y 40mm en fonación sostenida en mujeres?, ¿Existen diferencias significativas en el comportamiento del formante vocal 2 dependiendo de la magnitud de apertura mandibular a 10, 25 y 40mm en fonación sostenida en mujeres?, ¿Existen diferencias significativas en el comportamiento del formante vocal 1 dependiendo de la magnitud de apertura mandibular a 10, 25 y 40mm en fonación sostenida en hombres?, ¿Existen diferencias significativas en el comportamiento del formante vocal 2 dependiendo de la magnitud de apertura mandibular a 10,25 y 40 mm en fonación sostenida en hombres?, ¿Existe diferencia significativa en el comportamiento de los formantes vocales según condición de género?, ¿Existen diferencias significativas en el comportamiento del formante 1 de la /a/ dependiendo de la magnitud de apertura mandibular?, ¿Existen diferencias significativas en el comportamiento del formante 1 de la /e/ dependiendo de la magnitud de apertura mandibular?, ¿Existen diferencias significativas en el comportamiento del formante 1 de la /i/ dependiendo de la magnitud de apertura mandibular?, ¿Existen diferencias significativas en el comportamiento del formante 1 de la /o/ dependiendo de la magnitud de apertura mandibular?, ¿Existen diferencias significativas en el comportamiento del formante 1 de la /u/ dependiendo de la magnitud de apertura mandibular?, ¿Existen diferencias significativas en el comportamiento del formante 2 de la /a/ dependiendo de la

magnitud de apertura mandibular?, ¿Existen diferencias significativas en el comportamiento del formante 2 de la /e/ dependiendo de la magnitud de apertura mandibular?, ¿Existen diferencias significativas en el comportamiento del formante 2 de la /i/ dependiendo de la magnitud de apertura mandibular?, ¿Existen diferencias significativas en el comportamiento del formante 2 de la /o/ dependiendo de la magnitud de apertura mandibular?, ¿Existen diferencias significativas en el comportamiento del formante 2 de la /u/ dependiendo de la magnitud de apertura mandibular?

Dentro de los estudios encontrados que exploran el comportamiento de la apertura mandibular sobre los formantes vocálicos, la mayoría se centran en la voz cantada. Dentro de dichos estudios resulta importante considerar lo que han planteado autores como: Cleveland 1977; Sundberg, 1973; acilita, 2004; un estudio en niños realizado por Bennett, 1981; otros en sopranos llevados a cabo por Joliveau, Smith & Wolfe, 2004; Lindblom, 1971; Sundberg y Skoog 1997; Johansson, Sundberg & Wilbrand, 1985; Berndtsson & Sundberg, 1995; así como la información consignada por Quilis & Hernández, 1990; Quilis & Esguerra, 1983, y aci, 1988 en manuales de fonética acústica; y la información referida por Seidner, 1982, y Chun, 1992 en libros de canto.

En el campo de la pedagogía vocal, a pesar de los grandes avances en la ciencia de la voz cantada, la mayoría de pedagogos aún confían en la señal perceptual para determinar el registro de la voz de los cantantes, la cual depende de la frecuencia de los formantes (Cleveland 1977, Sundberg 1973, acilita 2004). La frecuencia de dichos formantes se verá afectada a su vez por la magnitud de la apertura vocal, particularmente en la modalidad de voz

cantada. La posición de la mandíbula descendida o ascendida, puede influir en la configuración y longitud del tracto vocal dadas las relaciones de proximidad anatómica y funcional con la laringe, faringe, la base de la lengua y la distancia de esta con respecto al velo del paladar, afectando de esta forma la frecuencia de los formantes vocales y la resonancia en general. En la pedagogía vocal se suele emplear un procedimiento con el cual se busca facilitar la producción de tonos agudos que consiste en el uso de un amplio descenso mandibular.

En un estudio en que se midió la frecuencia de los formantes vocálicos en niños de 7 y 8 años, se encontró que los niños mostraron valores más bajos que las niñas, sugiriendo que las diferencias encontradas se presentaron porque los niños usaron una apertura mandibular más pequeña, labios más redondeados y/o una posición laríngea más baja que las niñas (Bennett, 1981).

En el estudio realizado por Joliveau E., Smith J. & Wolfe J. (2004), en sopranos en relación con las variaciones de percepción de la vocal con respecto a la altura, se vio que la identificación de la misma es más difícil cuando la frecuencia fundamental está muy separada de las frecuencias reforzadas en la resonancia, es decir las frecuencias de los formantes. Cuando estas frecuencias se aproximan a la frecuencia fundamental, el timbre y la intensidad varían menos en el registro agudo de las sopranos. A las sopranos a menudo se les enseña a descender la mandíbula o a sonreír cuando ascienden en la escala; ambas acciones incrementan la apertura mandibular, lo cual a su vez, aumenta las frecuencias reforzadas en la resonancia, dificultando así la identificación de las palabras producidas en estos tonos agudos (Lindblom, 1971; Sundberg y Skoog, 1997).

Dentro de la información expuesta en el trabajo de Lindblom & Sundberg (1971), se afirma que el formante uno (F1) puede elevarse a una frecuencia más alta que la de la frecuencia fundamental (Fo) cuando se requiere alcanzar tonos muy agudos en el canto. Esto se logra gracias al uso de una herramienta articuladora que permite elevar el F1 y es la apertura mandibular; así, a mayor apertura mandibular, mayor frecuencia del F1.

Esto se ha visto corroborado en el comportamiento mandibular de cantantes femeninas con registro de sopranos, quienes al producir la vocal /a/, ampliaron la apertura mandibular al subir el tono cuando la Fo del mismo se aproximó a la frecuencia del F1 (Johansson, Sundberg & Wilbrand, 1985). Hallazgos semejantes fueron presentados en un estudio posterior por Sundberg y Skoogen (1997) frente al comportamiento de la vocal /a/, pero además, los autores precisaron que en las vocales /e/ y /o/, la mayoría de sujetos también incrementaron su apertura mandibular, sólo que dicha apertura se presentó cuando el canto se ubicó cerca de 5 semitonos por encima de la frecuencia del F1.

Se afirma también, que existe una gran variabilidad entre los cantantes respecto al uso de la apertura mandibular, produciéndose por ejemplo, en algunos cantantes la vocal /u/ con una apertura de 25 mm, mientras que otros lo emiten con una apertura de 5 mm, diferencias que pueden darse por la variabilidad en las técnicas de canto empleadas. Se ha visto además, que la amplitud de la mandíbula se incrementa cuando la Fo es más alta que la frecuencia del F1, así, las sopranos han usado un aumento en la apertura mandibular para incrementar el F1. El objetivo de esta estrategia articuladora es

mantener el F1 más alto que la Fo, lo cual incrementa el nivel de la salida del sonido sin que dicho incremento se de a expensas de un esfuerzo vocal. (Sundeberg, & Skoog, 1997).

En general, se ha reportado que la apertura mandibular produce grandes cambios en el F1. Pero también otros articuladores pueden influir en la frecuencia de los formantes, así, el descenso de la laringe y el incremento en la redondez de los labios alargan el tracto vocal causando una disminución de todos los formantes; en el trabajo de Lindblom & Sundberg (1971), el formante 2 de las vocales posteriores se mostró particularmente sensible a la redondez de labios y el cambio del cuerpo de la lengua hacia abajo en el tracto vocal, causando que F1 subiera y F2 bajara en todas las vocales. Los resultados sugieren entonces que el grado de apertura de la vocal se optimizó gracias a la apertura mandibular.

Resulta llamativo el hecho de que a nivel perceptual auditivo la categoría de la voz, o registro de la voz cantada, se ha relacionado más con la frecuencia de los formantes y la longitud del tracto vocal que con la fuente de diferencias espectrales producidas a nivel glótico (Berndtsson & Sundberg, 1995). A nivel perceptual se ha evidenciado como oyentes experimentados son capaces de identificar la posición de la mandíbula de acuerdo al estímulo producido, mientras que otros oyentes neófitos no perciben los cambios en el sonido dado por la apertura mandibular ni la categoría de la voz cuando el F1 se eleva con el tono o Fo, mientras que los formantes 2, 3, y 4 se mantienen constantes ( acilita, 2004)

Las vocales, o el rasgo vocálico en el español, se caracterizan por una estructura formántica, y una mayor concentración de energía en las regiones comprendidas entre los 300 y los 500 Hz aproximadamente, como puede verse en el diagrama de la figura 1.

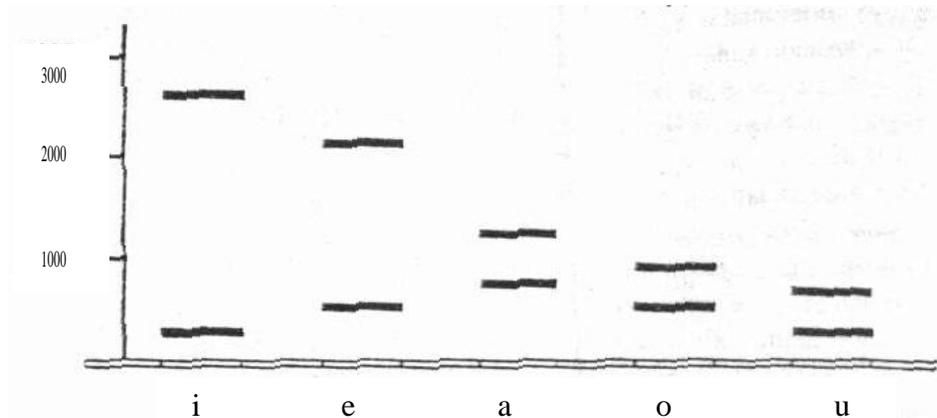


Figura 1. Esquema de la posición de los primeros formantes de las vocales españolas con sus valores frecuenciales medios.

Todos los fonemas vocálicos tienen en el primer formante una gran parte de su energía total, la cual disminuye notablemente en las frecuencias altas, aunque esta disminución es menor que la que sufre los demás formantes (Quilis & Hernández, 1990)

Los formantes vocales son los armónicos más importantes de cada vocal reforzados por el resonador y producidos por el mecanismo fisiológico, o aparato articulatorio, el cual a la vez que refuerza unos armónicos, apaga o filtra los demás. Por otra parte, los armónicos son múltiplos exactos de la frecuencia vibratoria del tono fundamental dada a nivel glótico y se representan por “n” vibraciones por segundo del tono fundamental o  $F_0$ . (Paci, 1988).

Desde la perspectiva acústica, lo que diferencia a una vocal de otra es la distinta estructuración de sus armónicos; de todos los armónicos producidos a nivel glótico, serán reforzados sólo aquellos cuyas frecuencias coincidan con las frecuencias de resonancia de las distintas cavidades del conducto vocal, las cuales son modificadas por las posiciones que adoptan los órganos articuladores en la producción de cada vocal (Quilis & Hernández, 1990).

Las posiciones de los articuladores, afecta los formantes vocálicos, pudiendo observarse cómo existe una relación directa entre la altura del F1 y la abertura de la cavidad oral; cuanto más alta es la frecuencia de F1 mayor es la abertura de la cavidad y a la inversa (la frecuencia del F1 de la /a/ es la más alta por ser la vocal más abierta). Por otra parte, cuanto más anterior y alta sea la ubicación de la lengua, más alta será la frecuencia del F2, y viceversa (el F2 de la /i/ es el de mayor frecuencia debido a la posición anterior y alta de la lengua requerida en su articulación, y el F2 de la /u/ es el de menor frecuencia por la posición más posterior adoptada por la lengua en su articulación.) Finalmente, cuanto mayor sea el redondeamiento de los labios, más baja será la frecuencia del F2 y viceversa. En conclusión, se puede afirmar que entre más larga sea la cavidad anterior de resonancia, más baja es la frecuencia del F2. En cuanto al F3 se encuentra que existe una relación directa entre la elevación frecuencial del mismo y el descenso del velo del paladar, como cuando se nasaliza una vocal (Quilis & Hernández, 1990).

Además de la representación de los triángulos articulatorios para las vocales (Figura 3), existe una representación acústica de las mismas a través de los triángulos acústicos que se corresponde con el primero, según el trabajo

llevado a cabo por Quilis y Esguerra (1983) en hablantes españoles hispanoamericanos. Ellos encontraron que la disposición acústica de las vocales, se presenta como se ve en las figuras 2.

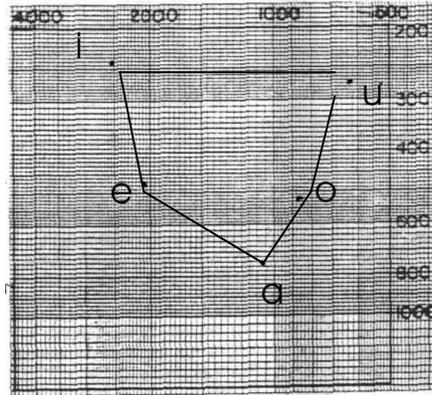


Figura 2. Triángulo acústico de las vocales españolas

	Anterior	central	posterior
alta	i		u
media	e		o
baja		a	

Figura 3. Triángulo articulatorio de las vocales españolas.

Por otra parte, se hará mención al timbre, ya que es una cualidad muy ligada a los formantes. El timbre es la cualidad que permite identificar como diferentes dos sonidos aún si son emitidos en el mismo tono e intensidad. El timbre incluye características espectrales (ej. Inclinación espectral y frecuencia de los formantes) y características temporales (tiempo de ataque, tasa de

vibrato y extensión). La influencia del timbre en la clasificación de la voz cantada es típicamente investigada a través del análisis de la información espectral, particularmente midiendo la frecuencia de los formantes (acilita, 2004). Las frecuencias centrales de la resonancia de una persona, se relaciona con lo longitud del tracto vocal.

Con relación a la voz, la resonancia acústica depende de la medida y forma del resonador, por lo que cualquier desviación extrema en el tamaño o forma de la vía aérea producirá una aberración acústica notable.

Estos conceptos son aplicados en el campo de la pedagogía vocal y mencionados por autores como Seidner, (1982), quien aludiendo a las cavidades de resonancia, como la cavidad oral cuyo volumen depende de la apertura mandibular, dice: "... el cantante tiene que aprender a regular el espacio sonoro de su cavidad de emisión de manera tan óptima, como para crear condiciones de resonancia particularmente favorables..." (p. 101). También en diversos manuales prácticos para el entrenamiento vocal se apela a la apertura mandibular, de forma directa como una técnica acilitadota para lograr mejor calidad en los sonidos agudos, por ejemplo en el libro el Tao de la Voz se lee:, "Como regla general, abra más la garganta y la boca para las notas fuertes y altas y un poco menos para las notas suaves", (Chun 1992, p. 72)

A partir de los antecedentes referidos previamente, ésta investigación se plantea como objetivo general, determinar el efecto que tiene la magnitud de apertura mandibular y la condición de género sobre los formantes vocales 1 y 2 en fonación sostenida, en adultos jóvenes sin entrenamiento vocal que posean

voz normal. Y como objetivos específicos los siguientes: Determinar las diferencias significativas existentes en el comportamiento del formante vocal 1 dependiendo de la magnitud de apertura mandibular a 10, 25 y 40mm en fonación sostenida. Determinar las diferencias significativas existentes en el comportamiento del formante vocal 2 dependiendo de la magnitud de apertura mandibular a 10, 25 y 40mm en fonación sostenida. Determinar las diferencias significativas existentes en el comportamiento del formante vocal 1 dependiendo de la magnitud de apertura mandibular a 10, 25 y 40mm en fonación sostenida en mujeres. Determinar las diferencias significativas existentes en el comportamiento del formante vocal 2 dependiendo de la magnitud de apertura mandibular a 10, 25 y 40mm en fonación sostenida en mujeres. Determinar las diferencias significativas existentes en el comportamiento del formante vocal 1 dependiendo de la magnitud de apertura mandibular a 10, 25 y 40mm en fonación sostenida en hombres. Determinar las diferencias significativas existentes en el comportamiento del formante vocal 2 dependiendo de la magnitud de apertura mandibular a 10, 25 y 40mm en fonación sostenida en hombres. Determinar las diferencias que tiene la condición de género (masculino.- femenino), sobre los formantes vocales en la modalidad de fonación sostenida, en adultos jóvenes sin entrenamiento vocal que posean voz normal. Determinar las diferencias que tiene la magnitud de apertura mandibular a 10mm, 25mm y 40mm, sobre el comportamiento del formante 1 de la /a/. Determinar las diferencias que tiene la magnitud de apertura mandibular a 10mm, 25mm y 40mm, sobre el comportamiento del formante 1 de la /e/.

apertura mandibular a 10mm, 25mm y 40mm, sobre comportamiento del formante 1 de la /i/. Determinar las diferencias que tiene la magnitud de apertura mandibular a 10mm, 25mm y 40mm, sobre el comportamiento del formante 1 de la /o/. Determinar las diferencias que tiene la magnitud de apertura mandibular a 10mm, 25mm y 40mm, sobre el comportamiento del formante 1 de la /u/. Determinar las diferencias que tiene la magnitud de apertura mandibular a 10mm, 25mm y 40mm, sobre el comportamiento del formante 2 de la /a/. Determinar las diferencias que tiene la magnitud de apertura mandibular a 10mm, 25mm y 40mm, sobre el comportamiento del formante 2 de la /e/. Determinar las diferencias que tiene la magnitud de apertura mandibular a 10mm, 25mm y 40mm, sobre el comportamiento del formante 2 de la /i/. Determinar las diferencias que tiene la magnitud de apertura mandibular a 10mm, 25mm y 40mm, sobre el comportamiento del formante 2 de la /o/. Determinar las diferencias que tiene la magnitud de apertura mandibular a 10mm, 25mm y 40mm, sobre el comportamiento del formante 2 de la /u/.

Las variables consideradas aquí involucran los formantes vocales en voz hablada, la apertura mandibular, y el género. Los formantes vocales aluden al grupo de armónicos reforzados, cuyas frecuencias coinciden con las frecuencias de resonancia de las distintas cavidades del conducto vocal, determinadas a su vez por las posiciones de los órganos articulatorios. En otras palabras, los formantes son el conjunto de frecuencias características del timbre de una vocal (Quilis & Hernández, 1990). La operacionalización de esta variable, se realizará por medio del programa sona match y sus presentaciones

linear predictive coding (LPC) y carta de vocales, produciendo cada una de las vocales de forma sostenida durante 3 segundos, mientras son procesadas por los programas. Estos programas, arrojan datos cuantitativos en Hz del formante 1, formante 2 y en algunos casos del formante 3, por lo cual este último no se incluirá como objeto del estudio.

Por otra parte, la magnitud de apertura mandibular es la distancia considerada entre los bordes incisales superior e inferior. “La magnitud de apertura máxima normal de un sujeto es de 40 mm, considerándose anormal o patológica una apertura que no sobrepase los 30 mm” (Moyers, 1992, p.219). Esta variable se medirá por medio del uso de topes de mordida de 10 mm, 25 mm y 40 mm, ubicados entre los bordes incisales para cada una de las vocales.

En cuanto a las características vocales relacionadas con el género se puede decir que las voces de hombres y mujeres difieren debido entre otras cosas al tamaño de la laringe. Es sabido que dadas las transformaciones anatómicas de la laringe que tiene lugar durante la pubertad, los pliegues vocales crecen entre 3 -5 y mm en las mujeres y de 5 a 10mm en el hombre, produciéndose variaciones acústicas en la voz dependiendo del sexo. Estas variaciones están muy ligadas a la  $F_0$ , la cual desciende una octava en el hombre cuyo tono habitual se ubicará alrededor de los 100 a 150 Hz, mientras que la transformación en la mujer es menos drástica y su tono se ubicará entre los 200 y 250 Hz. Con una  $F_0$  promedio en 225Hz. En la madurez, la laringe desciende a la altura de la séptima vértebra cervical (C7) (Aponte, 2003).

Las variables que se controlarán en el estudio son: intensidad, edad cronológica, carácter de voz normal, no tener entrenamiento vocal previo,

distancia del micrófono a la boca y postura durante el registro de la muestra, y las cuales se comentan en el cuadro de control de variables (anexo A).

En el planteamiento de hipótesis se trabajara con un  $\alpha$  de 0.05 para todas. Se tendrá en cuenta cada pregunta de investigación, y por tanto se formularan 2 hipótesis para los efectos principales, 14 para efectos simples, y 1 para la condición de genero. Conceptualmente quedarían de la siguiente forma:

Se espera encontrar diferencias significativas en el comportamiento del formante vocal 1 dependiendo de la magnitud de apertura mandibular a 10, 25 y 40 mm en fonación sostenida.

Se espera encontrar diferencias significativas en el comportamiento del formante vocal 2 dependiendo de la magnitud de apertura mandibular a 10, 25 y 40mm en fonación sostenida.

Se espera encontrar diferencias significativas en el comportamiento del formante vocal 1 dependiendo de la magnitud de apertura mandibular a 10, 25 y 40mm en fonación sostenida en mujeres.

Se espera encontrar diferencias significativas en el comportamiento del formante vocal 2 dependiendo de la magnitud de apertura mandibular a 10, 25 y 40mm en fonación sostenida en mujeres.

Se espera encontrar diferencias significativas en el comportamiento del formante vocal 1 dependiendo de la magnitud de apertura mandibular a 10, 25 y 40mm en fonación sostenida en hombres.

Se espera encontrar diferencias significativas en el comportamiento del formante vocal 2 dependiendo de la magnitud de apertura mandibular a 10, 25 y 40mm en fonación sostenida en hombres.

Se espera encontrar una diferencia significativa en los formantes vocales 1 y 2 según condición de género.

Se espera encontrar diferencias significativas en el comportamiento del formante 1 de la /a/ dependiendo de la magnitud de apertura mandibular.

Se espera encontrar diferencias significativas en el comportamiento del formante 1 de la /e/ dependiendo de la magnitud de apertura mandibular.

Se espera encontrar diferencias significativas en el comportamiento del formante 1 de la /i/ dependiendo de la magnitud de apertura mandibular.

Se espera encontrar diferencias significativas en el comportamiento del formante 1 de la /o/ dependiendo de la magnitud de apertura mandibular.

Se espera encontrar diferencias significativas en el comportamiento del formante 1 de la /u/ dependiendo de la magnitud de apertura mandibular.

Se espera encontrar diferencias significativas en el comportamiento del formante 2 de la /a/ dependiendo de la magnitud de apertura mandibular.

Se espera encontrar diferencias significativas en el comportamiento del formante 2 de la /e/ dependiendo de la magnitud de apertura mandibular.

Se espera encontrar diferencias significativas en el comportamiento del formante 2 de la /i/ dependiendo de la magnitud de apertura mandibular.

Se espera encontrar diferencias significativas en el comportamiento del formante 2 de la /o/ dependiendo de la magnitud de apertura mandibular.

Se espera encontrar diferencias significativas en el comportamiento del formante 2 de la /u/ dependiendo de la magnitud de apertura mandibular.

Dadas las implicaciones, la hipótesis estadística queda planteada para todos los grupos de la siguiente forma:

$$H_i = \mu_i \neq \mu_i$$

$$H_o = \mu_1 = \mu_2 = \mu_2 \dots$$

## Marco Metodológico

### *Tipo de Estudio.*

La presente investigación se enmarca dentro de los estudios explicativos dado el nivel de conocimiento que se pretende alcanzar, ya que busca determinar cómo es el comportamiento de los formantes vocales en la a partir la condición de género (masculino y femenino); y la magnitud de la apertura mandibular, que contempla tres niveles (10mm, 25mm y 40mm) en fonación sostenida.

Estos resultados pueden contribuir a explicar el problema planteado y generalizarse en la población contemplada.

### *Diseño.*

De acuerdo al manejo de variables se utilizó un diseño cuasi experimental particularizando en el factorial dos por tres (género con dos niveles: masculino y femenino; magnitud de la apertura con, tres niveles: 10mm, 25mm y 40mm.), en el que se tuvieron en cuenta los efectos principales y el de interacción.

### *Participantes.*

Se seleccionó una muestra no probabilística cautiva de la Corporación Universitaria Iberoamericana, conformada por un grupo de 31 sujetos, 16 hombres y 15 mujeres adultos, con voces normales y sin ningún tipo de entrenamiento vocal, con un rango de edad entre 20 y 45 años.

*Instrumentos.*

Para medir la variable dependiente, formantes vocales, se usó el Visi Pitch Sona Match III 3900 de Key Elemetrics Corporation TM, el cual emplea un software para realizar el procesamiento de las muestras. Este software es ampliamente usado en investigación, y citado en las publicaciones especializadas como el Journal of Voice, ya que maneja varios parámetros acústicos estandarizados y aceptados a nivel mundial. La muestra para este estudio se tomará en el programa Sona Match, que despliega una respuesta de frecuencias de la configuración tracto vocal durante la producción de las vocales, presentando el despliegue y análisis de los datos en dos formas: modo de carta de vocales, y el modo de respuesta de frecuencias, que emplea el análisis de algoritmos llamado código predictivo lineal (LPC), el cual despliegan una gráfica en tiempo real de la producción vocal, indicando frecuencia (Hz) y energía en dB de cada formante.

Para manipular la variable independiente: Magnitud de apertura mandibular, se emplearon para cada sujeto tres topes cilíndricos o tacos de pasta, con medidas de 10mm, 25mm. 40mm, colocados entre los bordes incisales superior e inferior, durante la toma la muestra.

Los datos obtenidos para cada sujeto se consignaron en una planilla de registro (ver Anexo A).

*Procedimiento.*

Una vez se seleccionó la muestra, constatando que los sujetos cumplieran con los requerimientos previstos para el estudio y tras obtener su consentimiento informado por escrito (ver anexo B), se procedió a la aplicación

de la evaluación de la voz siguiendo los ítem descritos en el del protocolo de evaluación, (ver anexo C), para determinar la condición de normalidad en la voz. En éste registro se incluyó el resultado de la medición acústica objetiva de las cualidades vocales, aplicando el programa Multi dimensional Voice Program (MDVP).

Para la toma de la muestra a cada sujeto se le ubicó en postura sedente, sin apoyar la espalda en la silla, manteniendo una correcta alineación de los segmentos cervical, dorsal y lumbar, y permitiendo que la planta de los pies se apoyara firmemente en el piso. El micrófono se colocó a 10cm de la boca en angulación de 45° respecto a la barbilla, ésta distancia fue controlada uniendo al micrófono dos barras fijas cuyos extremos opuestos debían contactar la cara del sujeto.

Se procedió entonces a ubicar entre los bordes incisales del sujeto uno de los tres bloques de mordida (de 10, 25 y 40 mm) escogidos al azar, y se le solicitó a la persona emitir una /a/ sostenida, muestra que se repitió tres veces para ser procesada en el programa sona match en la presentación LPC, en la cual se muestran los formantes 1 y 2 en forma simultánea durante la emisión de cada vocal, éstas fueron emitidas en forma consecutiva /a, e, i, o, u/. Los datos obtenidos para cada sujeto se fueron consignando en la planilla de registro individual (ver anexo D), y se promediaron las tres muestras para cada uno de los formantes. Posteriormente, y con el mismo tope se repitió la prueba en la presentación de carta de vocales del sona match. Este mismo procedimiento se repitió inmediatamente después con los otros dos bloques de mordida restantes consideradas en el estudio.

El proceso tuvo una duración aproximada de 20 minutos por sujeto, y se realizó en un espacio que no contaba con condiciones de sonoamortiguación. Las pruebas iniciales de evaluación para determinar la condición de normalidad vocal, se sometieron posteriormente a un proceso de validación de expertos para confirmar dicha condición.

Finalmente, las medidas de las variables se llevaron a una planilla de registro general (ver anexo E), y se organizaron de acuerdo al diseño para hacer su respectivo análisis estadístico.

## Resultados

Teniendo en cuenta la medición de las variables, y las implicaciones estadísticas pertinentes, se toma la decisión de trabajar desde la estadística paramétrica dado que, tras aplicar la prueba de Kolmogorov – Smirnov para determinar la distribución de las variables, se encuentran que éstas presentan una distribución normal. El procedimiento aplicado se basó en el análisis de la varianza de una vía, prueba t student, así como en comparaciones post hoc. A partir de la anterior información se presentan los resultados.

En los resultados que se encuentran en la tabla 1 se presenta el resultado de la Anova de una vía en el cual se pretende evidenciar la influencia de la magnitud de apertura mandíbula (10, 25 y 40 mm) sobre el formante 1; se encuentra un p value de 0.0017 siendo este menor que el alfa propuesto por lo cual se rechaza hipótesis nula.

Tabla 1.

### *Influencia de AM sobre F1*

N	F	A	PV
31	6.48	0.05	0.0017

R Ho

Nota: en todas las tablas aparecerá la siguiente información: N (número); F (estadístico F de Fisher);  $\alpha$  (nivel de confianza); PV (probabilidad, nivel de significancia)

La prueba post hoc indica que hay diferencias entre la apertura de 10mm y 25mm y entre la de 25 y 40mm, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2.

*Mínimas diferencias significativas entre 3 aperturas en F1*

Comparación	Diferencias
10 – 25 mm	- 38.8065
10 – 40 mm	* - 86.8323
25 – 40 mm	* - 48.0258

Nota: Los asteriscos indican presencia de diferencias significativas.

En los resultados que se encuentran en la tabla 3 se presenta el resultado de la Anova de una vía en el cual se pretende evidenciar la influencia de la magnitud de apertura mandíbula (10, 25 y 40 mm) sobre el formante 2; se encuentra un p value de 0.5796 siendo este mayor que el alfa propuesto por lo cual no hay suficiente evidencia para rechazar hipótesis nula.

Tabla 3.

*Influencia de AM sobre F2*

N	F	A	PV
31	0.55	0.05	0.5796

NR Ho

En los resultados que se encuentran en la tabla 4 se presenta el resultado de la Anova de una vía en el cual se pretende evidenciar la influencia de la magnitud de apertura mandíbula (10, 25 y 40 mm) sobre el formante 1 en mujeres; se encuentra un p value de 0.0008 siendo este menor que el alfa propuesto por lo cual se rechaza hipótesis nula.

Tabla 4.

*Influencia de AM sobre F1 en mujeres*

N	F	A	PV
15	7.33	0.05	0.0008

R Ho

La prueba post hoc indica que hay diferencias entre las apertura de 10 mm y 40 mm, y entre las de 25 mm y 40mm, más no en la más pequeña entre 10 y 25 mm, como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5.

*Mínimas diferencias significativas entre 3 aperturas en F1 en mujeres*

Comparación	Diferencias
10 – 25 mm	- 31.3467
10 – 40 mm	* - 109.747
25 – 40 mm	* - 78.4

En los resultados que se encuentran en la tabla 6 se presenta el resultado de la Anova de una vía en el cual se pretende evidenciar la influencia de la magnitud de apertura mandíbula (10, 25 y 40 mm) sobre el formante 2 en mujeres; se encuentra un p value de 0.4856 siendo este mayor que el alfa propuesto por lo cual no hay suficiente evidencia para rechazar hipótesis nula.

Tabla 6.

*Influencia de AM sobre F2 en mujeres.*

N	F	A	PV
15	0.72	0.05	0.4856

NR Ho

En los resultados que se encuentran en la tabla 7 se presenta el resultado de la Anova de una vía en el cual se pretende evidenciar la influencia de la magnitud de apertura mandíbula (10, 25 y 40 mm) sobre el formante 1 en hombres; se encuentra un p value de 0.1966 siendo este mayor que el alfa propuesto por lo cual no hay suficiente evidencia para rechazar hipótesis nula.

Tabla 7.

*Influencia de AM sobre F1 en hombres.*

N	F	A	PV
16	1.64	0.05	0.1966
NR Ho			

En los resultados que se encuentran en la tabla 8 se presenta el resultado de la Anova de una vía en el cual se pretende evidenciar la influencia de la magnitud de apertura mandíbula (10, 25 y 40 mm) sobre el formante 2 en hombres; se encuentra un p value de 0.3020 siendo este mayor que el alfa propuesto por lo cual no hay suficiente evidencia para rechazar hipótesis nula.

Tabla 8.

*Influencia de AM sobre F2 en hombres.*

N	F	A	PV
16	1.20	0.05	0.3020
NR Ho			

En los resultados que se encuentran en la tabla 9 se presenta el resultado de la prueba t de student, en el cual se pretende evidenciar la diferencia en los formantes vocales 1 y 2 según la condición de género; se

encuentra un p value de 0.000458799, siendo este menor que el alfa propuesto por lo cual se rechaza hipótesis nula.

Tabla 9.

*Diferencia en los formantes vocales según la condición de género.*

N	t	A	PV
31	- 4.5018	0.05	0.000458799

R Ho

En los resultados que se encuentran en la tabla 10 se presenta el resultado de la Anova de una vía en el cual se pretende evidenciar la influencia de la magnitud de apertura mandíbula (10, 25 y 40 mm) sobre el formante 1 en la /a/; se encuentra un p value de 0.038 siendo este menor que el alfa propuesto por lo cual se rechaza hipótesis nula.

Tabla 10.

*Influencia de AM sobre F1 en /a/*

N	F	A	PV
31	3.52	0.05	0.0338

R Ho

La prueba post hoc indica que hay diferencias entre las apertura de 10mm y 25mm y las de 10 mm y 40 mm, más no entre las de 25 y 40 mm, como se muestra en la tabla 11.

Tabla 11.

*Mínimas diferencias significativas entre 3 aperturas en F1 de /a/*

Comparación	Diferencias
10 – 25 mm	* - 0.5864
10 – 40 mm	* - 67.54
25 – 40 mm	- 8.90

En los resultados que se encuentran en la tabla 12 se presenta el resultado del Anova de una vía en el cual se pretende evidenciar la influencia de la magnitud de apertura mandíbula (10, 25 y 40 mm) sobre el formante 1 en la /e/; se encuentra un p value de 0.0000... siendo este menor que el alfa propuesto por lo cual se rechaza hipótesis nula.

Tabla 12.

*Influencia de AM sobre F1 en /e/*

N	F	A	PV
31	48.58	0.05	0.0000...

R Ho

La prueba post hoc indica que hay diferencias entre las aperturas mandibulares de 10mm y 40mm, y de 25mm y 40 mm, mas no entre 10 y 25mm, como se muestra en la tabla 13.

Tabla 13.

*Mínimas diferencias significativas entre 3 aperturas en F1 de /e/*

Comparación	Diferencias
10 – 25 mm	- 20.77

*Continuación tabla 13*

10 – 40 mm	* - 141.77
25 – 40 mm	* - 121

En los resultados que se encuentran en la tabla 14 se presenta el resultado de la Anova de una vía en el cual se pretende evidenciar la influencia de la magnitud de apertura mandíbula (10, 25 y 40 mm) sobre el formante 1 en la /i/; se encuentra un p value de 0.0000...1 siendo este menor que el alfa propuesto por lo cual se rechaza hipótesis nula.

Tabla 14.

*Influencia de AM sobre F1 en /i/*

N	F	A	PV
31	39.12	0.05	0.000...1

R Ho

La prueba post hoc indica que hay diferencias significativas entre las tres aperturas consideradas (10mm, 25 y 40mm) como se observa en la tabla 15.

Tabla 15.

*Mínimas diferencias significativas entre 3 aperturas en F1 de /i/*

Comparación	Diferencias
10 – 25 mm	* -52.80
10 – 25 mm	* - 183.16
25 – 40 mm	* - 130.35

En los resultados que se encuentran en la tabla 16 se presenta el resultado de la Anova de una vía en el cual se pretende evidenciar la influencia de la magnitud de apertura mandíbula (10, 25 y 40 mm) sobre el formante 1 en

la /o/; se encuentra un p value de 0.41 siendo este mayor que el alfa propuesto por lo cual no se presenta evidencia suficiente para rechazar hipótesis nula.

Tabla 16.

*Influencia de AM sobre F1 en /o/*

N	F	A	PV
31	0.90	0.05	0.41
NR Ho			

En los resultados que se encuentran en la tabla 17 se presenta el resultado de la Anova de una vía en el cual se pretende evidenciar la influencia de la magnitud de apertura mandíbula (10, 25 y 40 mm) sobre el formante 1 en la /u/; se encuentra un p value de 0.6813 siendo este mayor que el alfa propuesto por lo cual no se presenta evidencia suficiente para rechazar hipótesis nula.

Tabla 17.

*Influencia de AM sobre F1 en /u/*

N	F	A	PV
31	0.39	0.05	0.6813
NR Ho			

En los resultados que se encuentran en la tabla 18 se presenta el resultado de la Anova de una vía en el cual se pretende evidenciar la influencia de la magnitud de apertura mandíbula (10, 25 y 40 mm) sobre el formante 2 en la /a/; se encuentra un p value de 0.96 siendo este mayor que el alfa propuesto por lo cual no se presenta evidencia suficiente para rechazar hipótesis nula.

Tabla 18.

*Influencia de AM sobre F2 en /a/*

N	F	A	PV
31	0.03	0.05	0.96

NR Ho

En los resultados que se encuentran en la tabla 19 se presenta el resultado del Anova de una vía en el cual se pretende evidenciar la influencia de la magnitud de apertura mandíbula (10, 25 y 40 mm) sobre el formante 2 en la /e/; se encuentra un p value de 0.010 siendo este menor que el alfa propuesto por lo cual se rechaza hipótesis nula.

Tabla19.

*Influencia de AM sobre F2 en /e/*

N	F	A	PV
31	4.76	0.05	0.010

R Ho

La prueba post hoc indica que hay diferencias significativas entre las aperturas mandibulares de 10 y 40mm, y 40 y 25mm, mas no entre 10 y 25mm. como se observa en la tabla 20.

Tabla 20.

*Mínimas diferencias significativas entre 3 aperturas en F2 de /e/*

Comparación	Diferencias
10 – 25 mm	- 27.35
10 – 40 mm	* - 180.58
25 – 40 mm	* - 207.93

En los resultados que se encuentran en la tabla 21 se presenta el resultado de la Anova de una vía en el cual se pretende evidenciar la influencia de la magnitud de apertura mandíbula (10, 25 y 40 mm) sobre el formante 2 en la /i/; se encuentra un p value de 0.0000...1 siendo este menor que el alfa propuesto por lo cual se rechaza hipótesis nula.

Tabla 21.

*Influencia de AM sobre F2 en /i/*

N	F	A	PV
31	14.71	0.05	0.0000...1

R Ho

La prueba post hoc indica que hay diferencias significativas entre las tres aperturas consideradas (10mm, 25 y 40mm) como se muestra en la tabla 22.

Tabla 22.

*Mínimas diferencias significativas entre 3 aperturas en F2 de /i/*

Comparación	Diferencias
10 – 25 mm	* 255.87
10 – 40 mm	* 474.45
25 – 40 mm	* 218.58

En los resultados que se encuentran en la tabla 23 se presenta el resultado de la Anova de una vía en el cual se pretende evidenciar la influencia de la magnitud de apertura mandíbula (10, 25 y 40 mm) sobre el formante 2 en la /o/; se encuentra un p value de 0.0424 siendo este menor que el alfa propuesto por lo cual se rechaza hipótesis nula.

Tabla 23.

*Influencia de AM sobre F2 en /o/*

N	F	A	PV
31	3.27	0.05	0.0424

R Ho

La prueba post hoc indica que solo hay diferencias significativas entre las aperturas mandibulares de 10 y 25mm. como se muestra en la tabla 24.

Tabla 24.

*Mínimas diferencias significativas entre 3 aperturas en F2 de /o/*

Comparación	Diferencias
10 – 25 mm	* 71.35
10 – 40 mm	36.87
25 – 40 mm	- 34.48

En los resultados que se encuentran en la tabla 25 se presenta el resultado de la Anova de una vía en el cual se pretende evidenciar la influencia de la magnitud de apertura mandíbula (10, 25 y 40 mm) sobre el formante 2 en la /u/; se encuentra un p value de 0.9533 siendo este mayor que el alfa propuesto por lo cual no se presenta evidencia suficiente para rechazar hipótesis nula.

Tabla 25.

*Influencia de AM sobre F2 en /u/*

N	F	A	PV
31	0.05	0.05	0.9533

NR Ho

En la tabla 26 se presentan los promedios de los formantes vocales 1 y 2 en mujeres. Se observa como en general el formante 1 va aumentando en la medida en que se amplía la apertura oral, siendo más inconstante la respuesta en el formante 2, como se puede observar en la figura 4.

Tabla 26.

*Promedio de formantes vocales F1 y F2 en mujeres.*

R. A. M.	Fo	/a/		/e/		/i/		/o/		/u/	
		F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2
10	201	778.8	1441.93	443.533	2415.8	314.267	2693.3	474.33	866.4	410.53	1291.46
25	201	842.538	1515.46	458.462	2446.23	397.692	2398.9	485.92	835.15	382.15	1349.08
40	201	874.867	1497.8	615.867	2209.8	536.533	2165.7	495.13	823.47	447.8	1330.2

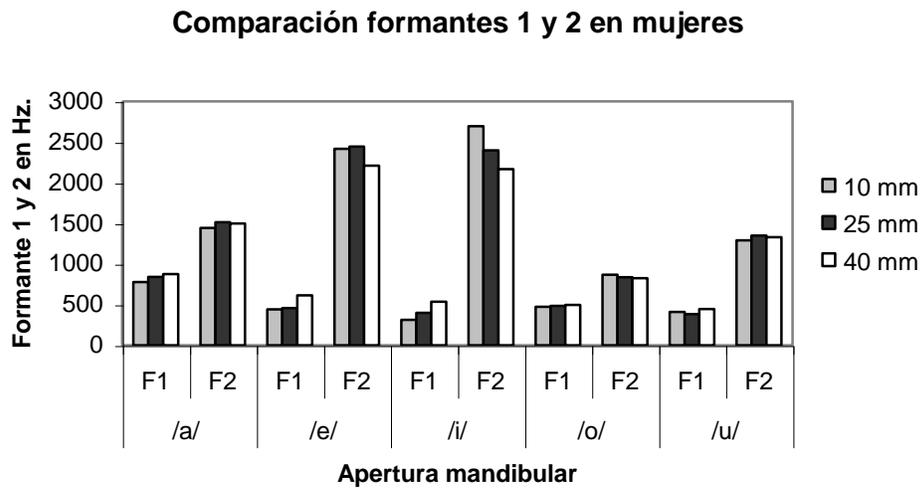


Figura 4. Graficación de promedio de los formante 1 y 2 de cada vocal de acuerdo a la apertura mandibular en el grupo de 15 mujeres.

En la tabla 27 se presentan los promedios de los formantes vocales 1 y 2 en hombres. Se observa como el formante 1 va aumentando en las vocales /e, i, o/ en la medida en que se amplía la apertura oral, mientras que el formante 2 no se modifica al ampliar la apertura mandibular. Véase figura la figura 5.

Tabla 27.

*Promedio de formantes vocales F1 y F2 en hombres.*

		/a/		/e/		/i/		/o/		/u/	
R. A. M.	Fo	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2
10	122	709.1	1338	412.4	1972	269.6	2203	428.7	794.2	302.1	730
25	122	749.1	1262	4324	1991	301	1970	417.8	696.7	450.3	641.1
40	122	746.6	1265	523.9	1816	415.5	1769	444.9	769.2	313.8	665.6

**Comparación de formantes 1 y 2 en hombres**

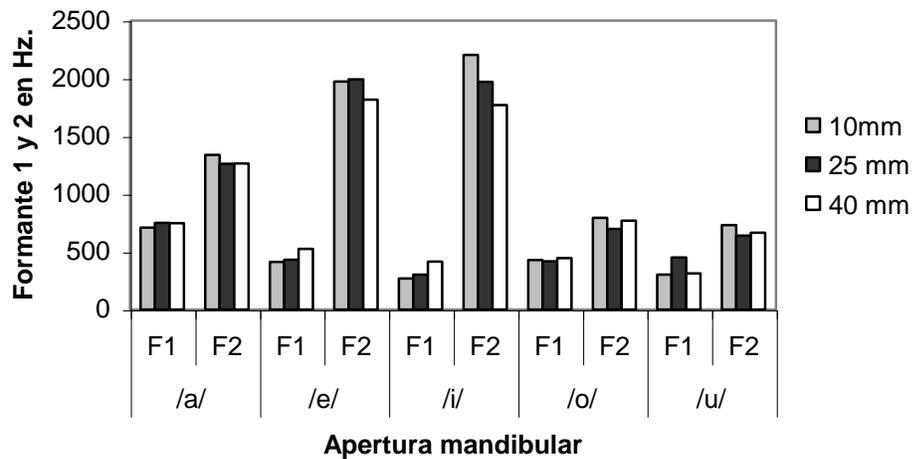


Figura 5. Graficación de promedios de los formante 1 y 2 de cada vocal de acuerdo a la apertura mandibular en el grupo de 16 hombres.

En la figura 6 se puede observar la natural diferencia en el comportamiento frecuencial entre hombres y mujeres, siendo más agudas las frecuencia femeninas de los formantes en comparación con las masculinas.

### COMPARACIÓN DE FORMANTES 1 Y 2 POR GÉNERO

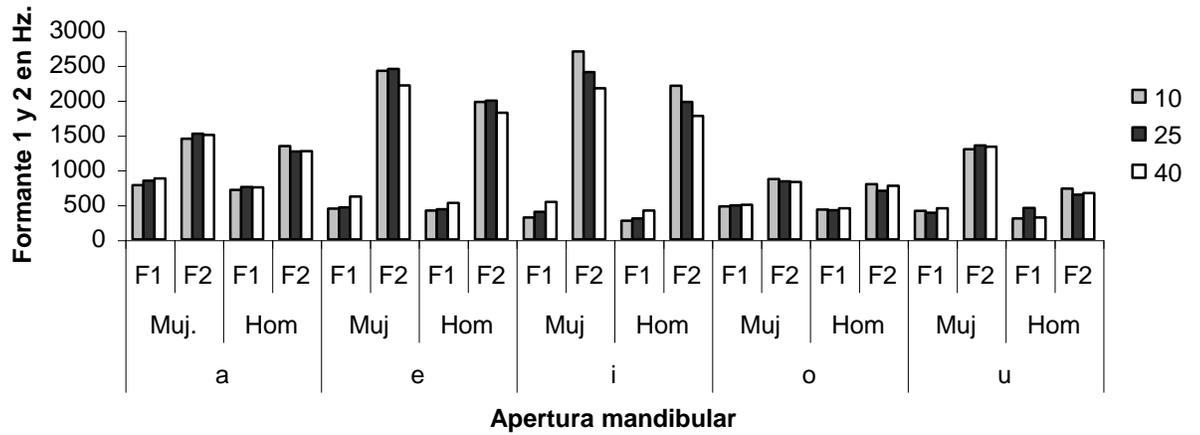


Figura 6. Comparación entre hombres y mujeres de promedios de los formante 1 y 2 de cada vocal de acuerdo a la apertura mandibular en el grupo de 31 sujetos.

## Discusión

Este estudio indagó sobre el efecto que tiene la magnitud de la apertura mandibular y la condición de género en los formantes vocálicos 1 y 2 en una modalidad de fonación sostenida, en personas sin entrenamiento vocal y con una cualidad de voz normal, partiendo de los presupuestos existentes en la literatura frente a que las modificaciones del sonido glótico o filtro se encuentran en directa relación con la actividad y modificación de los órganos articuladores.

En los resultados de éste trabajo se encuentra que existen diferencias significativas en el F1 al variar la magnitud de apertura mandibular (MAM) al llevar ésta a posiciones abiertas entre 10 – 40 mm y entre 25 - 40 mm; estos mismos resultados se presentan en el grupo de las mujeres para el F1, pero no así en los hombres, en quienes no se encontraron diferencias significativas al variar la MAM en ninguno de los rangos considerados en el estudio. Tampoco se encontraron diferencias significativas en el F2 al variar la MAM, ni en el grupo de las mujeres, ni en grupo de los hombres. Sin embargo, debido a las variaciones que se producen en el F1 en mujeres, se encontró que existen diferencias significativas en el comportamiento de los formantes respecto a la MAM según la condición de género.

Analizando el comportamiento de los formante en cada vocal al variar la apertura mandibular, se encontró que existen diferencias significativas en el F1 de la /a/ en aperturas pequeñas (10 – 25 mm) y grandes (10 – 40 mm), más no en variaciones de amplitud entre 25 y 40 mm; observando que la frecuencia aumenta alrededor de 2 semitonos (96Hz) a medida que se amplía la apertura mandibular. Con la /e/ se da una respuesta similar para el F1, sólo que en ella

la diferencia se presenta sólo en aperturas de entre 10 – 40 mm y entre 25 – 40 mm, subiendo la frecuencia del formante alrededor de 5 semitonos (173Hz). En la /i/ se vio un aumento 10 semitonos (222 Hz) de la frecuencia de F1 en todas las magnitudes de apertura consideradas aquí. Finalmente en la /o/ y la /u/, no se evidenciaron diferencias significativas en el F1 al modificar la MAM.

En el F2 las modificaciones de la frecuencia estuvieron menos presentes que en el F1. Así, no se presentaron diferencias significativas en el F2 al variar la MAM ni en la /a/, ni en la /u/ en ninguna de las aperturas consideradas, sin embargo en las otras vocales sí. El comportamiento del F2 de la /e/ fue similar al comportamiento del F1 en ésta vocal, presentándose diferencias significativas en la MAM con distancias de 10 – 40 mm y de 25 a 40 mm, sólo que en el F2, a diferencia del F1, la frecuencia del formante baja en lugar de subir, descendiendo 236Hz en mujeres y 175Hz en hombres al pasar de la MAM de 25 mm a la de 40 mm. Lo mismo ocurre con la vocal /i/ en el F2, es decir, presenta diferencias significativas al modificar la MAM, bajando la frecuencia de F2 en 527Hz en mujeres y 434Hz en hombres al pasar de una apertura de 10 mm a una de 40mm. En la /o/ sólo se encontró una diferencia significativa en la apertura mandibular más pequeña, entre 10 – 25 mm, observándose un descenso de 39Hz en mujeres y de 64Hz en hombres.

Los hallazgos de este trabajo, que ilustran el comportamiento de los formantes vocálicos 1 y 2, están en consonancia con algunas de las aseveraciones de varios de los autores aquí referidos, como Boone (1983), Prater (1996) y Arias (1995) entre otros, respecto a que el uso de técnicas terapéuticas que involucran descenso mandibular, pueden contribuir a modificar

algunos problemas de altura, tono y cualidad, al encontrar variaciones significativas en los formantes vocales a partir de cambiar la magnitud de apertura mandibular, sólo que los resultados del presente estudio especifican las vocales en se dan los cambios más dramáticos, encontrando que la /i/ principalmente y la /e/, presentan más variaciones en ambos formantes respecto a la apertura mandibular que las demás vocales; este hallazgo plantea la posibilidad de realizar algunos ajustes durante el trabajo con dichas técnicas, incluyendo en su práctica la emisión de los fonemas antes citados, de acuerdo a las necesidades y objetivos del caso, para poder obtener así resultados efectivos en menor tiempo. Igualmente, se esperaría que dichas técnicas tuvieran un impacto mayor en las mujeres que en los hombres, pues según los hallazgos aquí reportados, en las mujeres la modificación de los formantes respecto a la apertura mandibular alcanza a ser significativa, mientras que en los hombres no se da esta misma respuesta. Sin embargo, este comportamiento ameritaría un estudio más riguroso en torno a las técnicas de rehabilitación que involucren descenso mandibular, incluyendo en ellos género y selección de fonemas.

Respecto al comportamiento de la frecuencia del F1 en relación a la MAM, se observa un acuerdo de los hallazgos aquí consignados con las declaraciones de Lindblon & Sundeberg (1971), en torno a que el F1 puede elevar su frecuencia gracias al empleo de una mayor apertura mandibular; y con las declaraciones de Cheng (1992), quien sin referir el porqué de la técnica, sugiere ampliar la apertura oral para alcanzar los tonos más agudos. El uso efectivo de ésta técnica también fue corroborado por Johansson, Sundeber &

Wilbrand (1985) en sopranos con la emisión de la /a/, y por Sundberg y Skoogen (1997) en otro estudio en el cual incluyeron además de la /a/ las emisiones de la /o/ y la /e/, observando que cuando la frecuencia fundamental estuvo cerca o sobrepasó la frecuencia de F1 se dio una mayor apertura mandibular. Es así como los hallazgos de éste estudio contribuyen también en el campo de la pedagogía vocal, al brindar evidencia parcial sobre la efectividad de la técnica de descenso mandibular para mejorar la emisión de los registros agudos, ilustrando como este fenómeno se da gracias a la elevación de la frecuencia del F1. Ésta técnica sería nuevamente, más efectiva al ser aplicada por mujeres que por hombres, acorde a los resultados obtenidos aquí.

Por otra parte, se observó en éste estudio que el F2 descendió su frecuencia a medida que se fue ampliando la apertura mandibular en las vocales /e, i, o/, en las cuales se encontraron diferencias significativas al modificar al MAM. Éste resultado y comportamiento del F2 coincide con lo reportado por Lindblom & Sundberg (1971), más no con las declaraciones de Erickson (2004), quien al estudiar la capacidad de oyentes expertos para predecir la posición mandibular de cantantes a partir de la percepción auditiva, señala que el F1 se eleva junto con la frecuencia fundamental, mientras que los F2, F3, y F4 se mantienen constantes, sin embargo, estas diferencias pueden deberse a las diferencias de propósitos, población y métodos empleados en los dos estudios.

Con respecto a las expectativas en torno a los hallazgos del estudio, por una parte no hay grandes sorpresas, pues los resultados permiten rechazar

muchas de las hipótesis nulas planteadas en el mismo, pero por otro lado, surgen algunos cuestionamientos en torno al ¿por qué la diferencia de comportamiento de los formantes en hombres y en mujeres, en relación con las variaciones en la MAM?, inquietud para la cual no se plantea posibles respuestas en este estudio, y la cual amerita una aproximación más formal a través de otros trabajos de investigación. Igualmente, y aunque algunos estudios han situado la diferencia en el comportamiento del F1 y F2 ascendiendo su frecuencia el primero y descendiendo el segundo a medida que se amplía la apertura mandibular, estos no han explicado el por qué de dicho comportamiento.

Una posible explicación se relaciona con la modificación que sufren de manera refleja los órganos articuladores al ir aumentando la apertura oral, pues es sabido que la posición de la lengua particularmente modifica los volúmenes de las áreas posterior y anterior del tracto vocal durante la producción de las vocales, espacios en los que se refuerzan las frecuencias de los Formantes 1 y 2 respectivamente. La orofaringe por lo general tiene un volumen mayor reforzando en ella principalmente los armónicos graves, mientras que la cavidad oral, más pequeña, refuerza los armónicos agudos. Esta relación de volúmenes de las cavidades y postura de la lengua se ilustra claramente en el comportamiento de los formantes de las vocales cerradas.

En este estudio, por ejemplo se observaron cambios significativos con todas las aperturas elevando el F1 de la /i/, sugiriendo que el espacio de la orofaringe disminuyó al descender la mandíbula por retracción de la lengua, mientras que el espacio de la cavidad oral se aumentó por la misma retracción

lingual descendiendo el F2. Sin embargo, estas modificaciones en los volúmenes de las cavidades no fueron suficientes para producir variaciones en la frecuencia de F1 y F2 de la otra vocal cerrada: la /u/, al variar la apertura mandibular, sugiriendo que tal vez otros articuladores como los labios jueguen un papel más determinante en el comportamiento formántico de ésta vocal. Se requiere sin embargo otros estudios que corroboren o nieguen ésto, y que expliquen por qué sólo se presentan diferencias en el F1 y no en el F2 al variar la apertura mandibular.

Finalmente, cabe anotar que este trabajo se realizó a partir de una muestra en el tono habitual de sujetos sin entrenamiento vocal, y por tanto los hallazgos sobre el comportamiento de los formantes y la apertura mandibular no se pueden hacer extensivos a otros registros usados en el canto.

Los resultados de este trabajo también deben verse con precaución, por que la muestra analizada consistió en emisiones en fonación sostenida, y las modificaciones que sufren los formantes vocálicos secundarias a la dinámica de los órganos fonoarticuladores durante en el habla conectada, son más complejas y puede llegar a controvertir los hallazgos de esta investigación. Por tanto es importante desarrollar trabajos similares a este pero con muestras de habla conectada, para comparar el comportamiento de los formantes en ambas modalidades, y tener una visión más amplia del fenómeno acústico aquí investigado. Adicionalmente, cabe mencionar que la muestra para este estudio se tomo en un espacio que aunque no era muy ruidoso, no contaba con condiciones de insonorización, lo cual pudo contaminar la muestra en alguna medida, afectando así los resultados.

## Conclusiones

A partir de los hallazgos de la presente investigación se puede concluir que:

Existen diferencias en el comportamiento de los formantes según la condición de género al variar la MAM, observándose más modificaciones de la frecuencia de los formantes en las mujeres que en los hombres.

Existen diferencias significativas en el F1 al variar la MAM más éstas diferencias no se presentaron en forma significativa en el F2.

La frecuencia del F1 y el F2 se comporta diferente al variar la MAM así: la frecuencia del F1 sube al ir aumentando la apertura mandibular en las tres vocales en que se encontraron diferencias significativas /a, e, i/, mientras que la frecuencia del F2 baja al ir aumentando la apertura del F2 en las vocales que se encontraron diferencias significativas /e, i, u/.

La /i/ es el fonema vocal en que más variaciones formánticas se evidenciaron, presentándose cambios en la frecuencia de ambos formantes con todas las aperturas mandibulares consideradas. Mientras que la /u/, fue el único fonema vocal que no presentó variación en ninguno de los formantes con las MAM consideradas en este estudio.

Se presentan más variaciones en los formantes con aperturas mandibulares amplias: distancias de 25 y 40 mm.

## REFERENCIAS

- Acosta, A. (1980). *Introducción a la Física*. Colombia. Ediciones cultural.
- Aponte, C. (2003). Evolución de la Voz desde el nacimiento hasta la senectud. *Acta de Otorrinolaringología & Cirugía de Cabeza y Cuello*: 31. 44-48
- Arias, C. & Menaldi, J. (1995). *La Voz Normal*. Buenos Aires. Panamericana.
- Arias, C. & Menaldi, J. (2002). *La Voz Patologica*. Buenos Aires. Panamericana.
- Bennett S. (1981) *Vowel formant frequency characteristics of preadolescents males and females*. *J. Acoust soc. am.* 69: 231 - 238
- Berndtsson G. & Sundberg J. (1995). Perceptual significance of the center frequency of the singer's formant. *Scand J. Logop Phoniatr.* 20: 35 – 41
- Bustos, I. (1995). *Tratamiento de los Problemas de la Voz*. Madrid, Ciencias de la Educación Preescolar y Especial.
- Cannitto M., Buder E., & Chorna L., (2004). Spectral amplitude measures of adductor spasmodic dysphonic speech. *J. Voice* V. 19, N° 3: 391 - 409
- Cervera, T., Miralles, J., Gonzalez, J. (2001). Acoustical Analysis of Spanish vowels produced by laryngectomized subjects. *Journal of speech, language, and hearing research*. Vol. 44 988-996.
- Chun, Tao-Cheng, S. (1995). *El Tao de la Voz*. Gaia. Pág.72.
- Cleveland T. (1977). Acoustic Properties of voice timbre types and their influence on Voice Classification. *J. Acoust Soc. Am.* 61: 1622 – 1629
- Compta, V, Gimenez, J, Lara, I, Martínez, M., Pérez, M., Puleyo, P., & Pujor, C. (1997). Edad. *Pequeño Larousse Ilustrado* (p. 367) Bogotá: Larousse
- Erickson M. (2004). The interaction of formant Frequency and Pitch in the

perception of Voice Category and Jaw Opening in Female Singers. *J. Voice*. 18: 1; 24 – 37

Fernandez, G. (2001) *Cómo Hablar Correctamente en Público*. Editorial Norma. Bogotá.

Gili S. (1988). *Elementos de Fonética General*. Gredos. Madrid. 113 - 116

Hanson H., (1997). Glottal characteristics of female and male speakers: acoustic correlates. *J. Acoustic soc. am.* : 101 (2): 466 – 481.

Henrich N, d'Alessandro C, Doval B. (2001). Spectral correlates of voice open quotient and glottal flow asymmetry: theory, limits and experimental data. *Paper presented at EUROSPEECH' 01*. Denmark.

Johansson C, Sundberg J., & Wilbrand H. (1985). X –ray Study of articulation and formant frequencies in two female singers. Proc of SMAC 83:I. Stockholm: *Royal Swedish Academy of Music, Publication* . 46: 203 – 18.

Joliveau E., Smith J., & Wolfe J. (2004). Acoustic: tuning of vocal tract resonance by sopranos. *Ear & Hearing*. 26 5:424-434, October.

Le Huche F. (1993). *La Voz*. T. II Ed. Masson. Barcelona.

Lindblom B, Sundberg J. (1971) Acoustical consequences of lip, tongue, jaw, and larynx movement. *J. Acoust Soc Am* ; 50:1166 – 79

Moyers, R. (1992). Maduración de la Musculatura Orofacial. *Manual de Ortodoncia*, C. 5. Panamericana. México

Prater R. & Swift R. (1996) *Manual de terapéutica de la Voz*. Masson Barcelona. p.p 276 – 280.

Quillis. A. & Hernández C. (1990). *Lingüística española aplicada a la terapia del lenguaje*. Madrid. Greidos.

Seidner, Wolfram (1982). *La Voz del Cantante*. Berlín. Henschel. p.76 -79

Sundberg J. & Skoog J. (1997). Dependence of Jaw Opening on Pitch and Vowel in Singers. *J. Voice*. 11: 3 301 – 306

Sundberg J. (1973). The Source Spectrum in Professional Singing. *Folia Phoniatr.* 25: 71 -90

Wilson, K. (1985). *Problemas de la Voz en Niños*. editorial 163 -172-173.

## Anexo A

Cuadro de Control de Variables

Cuál	Cómo	Por qué
<p>Intensidad: Parámetro acústico perceptible por el receptor humano, que en física corresponde a la amplitud. (Arias1995). Ésta impresiona más o menos fuertemente el oído. Depende de la amplitud de vibraciones del foco sonoro. La unidad de intervalo sonoro se llama bel, aunque como unidad práctica se ha adoptado el deciBel (dB). Se mide por la energía, que atraviesa, en la unidad de tiempo, la unidad de área. (Acosta, 1980) Depende de la amplitud de las vibraciones del foco sonoro y varía con la presión infraglótica así: 10cm de agua corresponde a 30dB; 60 cm, a 60 dB; 100 cm, a 70 dB; 160 cm, a 80 dB; y 360 cm, a 120 dB en un primer tenor al máximo de su potencia. (LeHuche, 1993).</p>	<p>Entre 66 y 70 dB, correspondientes al rango de voz conversacional. (Le Huche 1994). Se controlará observando el parámetro registrado en el visi pitch durante la toma de la muestra.</p>	<p>Las variaciones en la intensidad llevan implícitas variaciones en la frecuencia fundamental; así, un aumento en la primera, suele incrementar la frecuencia fundamental. (Willson 1980, LeHuche 1994) Según la ley de Weber – Frechner, la sensación varía según el logaritmo de los estímulos. La sensibilidad del oído a la intensidad acústica no es la misma para todas las frecuencias (Arias 1995).</p>
<p>Edad Cronológica: Tiempo que una persona ha vivido desde su nacimiento. (Compta y col. 1997)</p>	<p>Seleccionando en la entrevista a las personas que estén en el rango de edad entre 18 a 45 años.</p>	<p>A los 18 años en un proceso normal ya se han dado los cambios vocales debidos a la acción hormonal en la pubertad, y se ha estabilizado la fonación; y a los 45 años, en la mayoría de las mujeres aún no se ha iniciado el climaterio. Este período corresponde al de estabilización vocal según Arias (1995). Todo el sistema implicado en la fonación: Tamaño y estado de pliegues vocales, el</p>

## Continuación de anexo A

---

<p>Carácter de voz normal: Una voz es normal cuando las cualidades de tono, timbre, intensidad y duración se encuentren dentro de los valores esperados para la edad, el sexo, y la estructura física de la persona, y cuando sus características acústicas y funcionales permiten al sujeto alcanzar eficientemente los diversos objetivos comunicativos, sin lesionar el organismo, equilibrando estructura y función.</p>	<p>Evaluación previa de los sujetos empleando el protocolo adjunto en el anexo 2, haciendo uso del visi pitch. Además, las muestras se someterá a un juicio de expertos para corroborar los hallazgos de normalidad.</p>	<p>estado de los tejidos, y el control nervioso del aparato vocal y articular resonancia, varía en los diferentes estadios del desarrollo humano. (Seidner / Wendel 1982) Esto puede conllevar cambios en la frecuencia de los formantes y el timbre. La presencia de laringopatías o trastornos funcionales en la producción de la voz, suelen acompañarse de alteración de las cualidades acústicas de la misma: tono, timbre Intensidad y duración. (Bustos 1995)</p>
<p>Entrenamiento vocal previo: No haber seguido un proceso formal de entrenamiento vocal en ninguna de las técnicas existentes para voz hablada o cantada. El entrenamiento vocal involucra diversas técnicas como las europeas que incluyen tres categorías de canto: canto gutural laríngeo, canto nasal y por último el palatal, las cuales están determinadas por el color de la pronunciación propia del idioma. (Arias, 1995)</p>	<p>Preguntando en entrevista de reclutamiento si se ha tenido algún tipo de entrenamiento vocal.</p>	<p>El profesional en técnica vocal debe tener: “manejo del timbre, intensidad y frecuencia, además de dominio exquisito de la respiración, fonación y procesos articulatorios.” (Arias / Menaldi 2002) Entre los métodos se encuentran los de actividad muscular; los que actúan sobre el timbre de las vocales por la configuración faringo bucal; los de búsqueda de sensaciones internas sobre el esquema corporal vocal; y modificación fonatoria por vía auditiva. (Arias, 1995)</p>

---

---

 Continua anexo A
 

---

<p>Distancia del micrófono a la boca:          Distancia en centímetros que va desde los labios del emisor hasta el micrófono. El micrófono es un transductor acústico eléctrico destinado a transformar la energía acústica que recibe en energía eléctrica. Su órgano sensible es una membrana que se deforma bajo la acción de las ondas acústicas.</p>	<p>Este control se hará por medio de dos “barras” de 10cm. adheridas al micrófono, las cuales deben contactar débilmente con las mejillas del sujeto, impidiendo un acercamiento o distancia mayor a la contemplada para el estudio.</p>	<p>Entre más lejos esté ubicada la fuente de sonido del micrófono, la intensidad registrará más débilmente. (Fernández 2001)</p> <p>Entre grave sea la frecuencia emitida y más cerca la fuente, más grande la deformidad de la membrana del micrófono. Este es el llamado efecto de proximidad, por lo cual se sugiere una distancia de 30 cm del micrófono. (Arias, 1995). Pero dado que el micrófono con que se cuenta no es muy sensible, y siguiendo las recomendaciones de manejo dadas por la kay elemtrics en el manual de manejo del visi pitch, se opta en esta investigación por controlar la distancia de 10 cm del micrófono a la boca del sujeto.</p>
<p>Postura durante la toma de muestra:          Es la postura que se pedirá adoptar a los sujetos en posición sedente. Los pies deben estar apoyados en el piso formando un ángulo recto con las piernas, estas con los muslos, y los muslos con el tronco, el cual debe reposar en un trípode formado por los ísquiones y el pubis. La columna debe mantenerse correctamente alineada con el tronco.</p>	<p>Dando indicaciones sobre como ubicarse con una correcta alineación músculo-esquelética durante la toma de la muestra.</p>	<p>Las desviaciones de cualquier segmento de la columna , conllevan un desplazamiento de los otros segmentos para buscar el equilibrio biomecánico. En un alejamiento del eje vertical coexiste una inadecuada acción de la musculatura; la curvatura cervical y lumbar son de gran importancia para la correcta emisión de la voz, ya que afecta la respiración y la ubicación y mecánica laríngeas, distorsión que afecta directamente la emisión vocal.(Bustos 1995)</p> <hr/>

Anexo B.

Consentimiento Informado.

Fecha de registro \_\_\_\_\_

YO, \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_

Identificado con Cédula de Ciudadanía N° \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_,

acepto participar en el proyecto investigativo titulado: “COMPORTAMIENTO DE LOS FORMANTES VOCÁLICOS RESPECTO A LA APERTURA MANDIBULAR”, que se llevará a cabo en el segundo semestre de 2005, y me comprometo a:

1. Asistir a una evaluación de voz filmada.
2. Permitir la toma de la muestra de voz.

Participando de forma puntual y comprometida para el logro del proyecto.

Días y horarios de disponibilidad: \_\_\_\_\_

Números de teléfono de fácil ubicación \_\_\_\_\_

Certifico que he leído y he comprendido todo lo anterior al igual que se me informó que la realización de los exámenes no tiene ningún costo ni riesgo, y que los espacios en blanco han sido completados antes de mi firma.

En constancia firmo y acepto:

Firma: \_\_\_\_\_

C.C. # \_\_\_\_\_

Firma del testigo: \_\_\_\_\_

C.C. # \_\_\_\_\_

Anexo C

Protocolo de Evaluación para Determinar Vocal. Condición

FECHA: \_\_\_\_\_ SEXO: \_\_\_\_\_  
 NOMBRE: \_\_\_\_\_ EDAD: \_\_\_\_\_  
 PROFESIÓN: \_\_\_\_\_ TELÉFONO \_\_\_\_\_

I. PRUEBAS OBJETIVAS: EVALUACIÓN ACÚSTICA RTP (Real Time Pitch); MDVP (Multidimensional voice program).

1. Tono habitual: \_\_\_\_\_ Hz.
2. Intensidad: V. Confidencia: \_\_\_\_\_ dB V. Conversacional: \_\_\_\_\_ dB V.  
 Proyectada: \_\_\_\_\_ dB
3. Tiempo Máximo de fonación:  
 TMF Cronómetro: \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_/3 = \_\_\_\_\_ seg.  
 TMF Visi Pitch: \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_/3 = \_\_\_\_\_ seg.
4. Extensión: Rango (Max – Min.) \_\_\_\_\_  
 Mínimo \_\_\_\_\_ Hz. Nota \_\_\_\_\_  
 Máximo \_\_\_\_\_ Hz. Nota \_\_\_\_\_  
 Rango en semitonos \_\_\_\_\_ Rango en Hz. \_\_\_\_\_
5. RAP % (Jitter) \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_/3 = \_\_\_\_\_ %
6. Shimmer en dB \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_/3 = \_\_\_\_\_ dB
7. Competencia glótica: S/Z = \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_/3

III. GLATZEL

	N.D	N.I	
/a/			
/e/			
/i/			
/o/			
/u/			
/m-n /			

IV:

TIEMPOS FISIOLÓGICOS DE FONACIÓN		
Ataque:	Cuerpo:	Filatura:

V.

PERIMETROS TORÁXICOS		
Biaxial:	Xifoideo:	Abdominal:

IMPRESIÓN DX : Voz Normal. Voz Patológica:  
 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_







## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Carmen Cecilia Latorre** manifiesto en este documento la voluntad de ceder a la Corporación Universitaria Iberoamericana los derechos patrimoniales, consagrados en el artículo 72 de la ley 23 de 1982<sup>1</sup>, de la investigación denominada:

### “COMPORTAMIENTO DE LOS FORMANTES VOCALICOS RESPECTO A LA APERTURA MANDIBULAR Y EL GÉNERO”

Producto de mi (nuestra) actividad académica, en la cual participaron estudiantes es calidad de asistentes, para optar por el título de: **FONOAUDILOGAS**. La corporación Universitaria Iberoamericana entidad académica sin ánimo de lucro, queda por lo tanto facultada plenamente para ejercer los derechos anteriormente cedidos en su actividad ordinaria de investigación, docencia y publicación. La cesión otorgada se ajusta a lo que establece la Ley 23 de 1982. Con todo, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada con arreglo al artículo 30 de la Ley 23 de 1982. En concordancia suscribo este documento en el momento mismo que hago entrega del trabajo final a la biblioteca General de la Corporación Universitaria Iberoamericana.

Nombre	Firma	Cédula
--------	-------	--------

<sup>1</sup> “Los derechos de autor recaen sobre las obras científicas, literarias y artísticas en las cuales se comprenden las creaciones del espíritu en el campo científico, literario y artístico, cualquiera que sea el modo o la forma de expresión y cualquiera que sea su destinación, tales como: los libros, folletos y otros escritos; las conferencias, alocuciones, sermones y otras obras de la misma naturaleza; las obras dramáticas o dramático musicales; las obras coreográficas y las pantomimas; las composiciones musicales con letra o sin ella; las obras cinematográficas, a las cuales se asimilan las obras expresadas por procedimiento análogo a la cinematografía, inclusive los videogramas, las obras de dibujo, pintura, arquitectura, escultura, grabado, litografía; las obras fotográficas a las cuales se asimilan las expresadas por procedimiento análogo a la fotografía; las obras de artes plásticas, las ilustraciones, mapas, planos, croquis, y obras plásticas relativas a la geografía, a la topografía, a la arquitectura, o a las ciencias, toda producción del dominio científico, literario o artístico que pueda reproducirse o definirse por cualquier forma de impresión o de reproducción, por fonograma, radiotelefonía o cualquier otro medio conocido o por conocer” ( Artículo 72 de la ley 23 de 1982)