



Artículo de Investigación

Análisis acústico-estadístico de las consonantes fricativas labiodentales e interdentes sonoras y áfonas del mapudungun hablado en Alto Biobío

Acoustic and statistical analysis of voiced and voiceless labiodental and interdental fricatives from Mapudungun spoken in Alto Biobío

Recibido: Junio 2020 **Aceptado:** Septiembre 2020 **Publicado:** Diciembre 2020

Daniela Alejandra Mena Sanhueza

Universidad de Concepción, Chile
danielamena@udec.cl

Mauricio Alejandro Figueroa Candia

Universidad de Concepción, Chile
maufigueroa@udec.cl

Gastón Felipe Salamanca Gutiérrez

Universidad de Concepción, Chile

Resumen: Este estudio presenta los resultados de un análisis acústico-estadístico de las consonantes fricativas labiodentales e interdentes sonoras y áfonas del mapudungun hablado en Alto Biobío. El propósito de la presente investigación fue determinar si parámetros acústicos espectrales, parámetros de duración y parámetros de amplitud permiten distinguir el punto de articulación y la sonoridad de estos sonidos. Los resultados indicaron que los momentos espectrales, la duración, la amplitud absoluta y la amplitud normalizada permiten diferenciar entre las fricativas sonoras y áfonas; mientras que la varianza, la duración y la amplitud normalizada permiten distinguir las consonantes labiodentales de las interdentes. Sin embargo, la capacidad que la varianza y la duración absoluta muestran para distinguir entre las consonantes sonoras y las áfonas se restringe a las consonantes labiodentales cuando se considera la interacción entre sonoridad con el punto de articulación y sexo del participante. Estos resultados son discutidos a la luz de la literatura sobre la utilidad de este tipo de mediciones acústicas para capturar contrastes de modo, punto y sonoridad, y en vista del estado del arte sobre las características del sistema fonético y fonológico de esta variedad del mapudungun.

Palabras clave: mapudungun - fricativas - punto de articulación - sonoridad - parámetros acústicos

Citación: Mena Sanhueza, D. A., Figueroa Candia, M. A. & Salamanca Gutiérrez, G. F. (2020). Análisis acústico-estadístico de las consonantes fricativas labiodentales e interdentes sonoras y áfonas del mapudungun hablado en Alto Biobío. *Logos: Revista de Lingüística, Filosofía y Literatura*, 30(2), 206-223. doi.org/10.15443/RL3017

Dirección Postal: Casilla 160-C. Correo 3, Concepción, Chile



Abstract: This study presents the results of an acoustic and statistical analysis of labiodental and interdental fricative consonants, voiced and voiceless, from a variety of Mapudungun spoken in Alto Biobío. The present study aims to determine whether spectral, durational and amplitude parameters are able to differentiate these sounds by place of articulation and voicing. Results showed that spectral moments, duration, absolute amplitude and normalized amplitude were able to distinguish between voiced and voiceless fricatives, whilst variance, duration and normalized amplitude were able to separate labiodental from interdental consonants. However, the capability that variance and duration absolute had at distinguishing between voiced and voiceless consonants is restricted to labiodental consonants when the interaction between voicing, place of articulation and participant's sex was considered. These results are discussed in the light of literature on the usefulness of these acoustic measurements at capturing contrasts of manner of articulation, place and voicing, and in view of previous studies on the properties of the phonetic and phonemic systems in this variety of Mapudungun.

Keywords: Mapudungun - fricative consonants - place of articulation - voicing - acoustic parameters

1. Introducción

1.1 Consonantes fricativas labiodental e interdental en mapudungun

La *sonoridad* de las consonantes fricativas labiodental e interdental se ha tomado como un rasgo dialectológico que distingue entre las variantes del mapudungun hablando en Chile. Tradicionalmente, se ha estudiado a partir del análisis distribucional de segmentos, indicando cuáles son los alófonos y cuál es la forma básica seleccionada a partir de la frecuencia de las realizaciones. A continuación, se exponen brevemente algunos estudios realizados en habla adulta y sus principales hallazgos relacionados con estas consonantes.

En los estudios publicados por Lenz entre 1895 y 1897, las fricativas labiodental e interdental sonoras [v, ð] se consideran como características del habla picunche (esto es, de la zona norte de habla mapuche), mientras que las consonantes áfonas [f, θ] forman parte del inventario de sonidos del huilliche (esto es, de la zona sur de habla mapuche). Suárez (1959) analiza los datos del pehuenche (zona cordillerana) que fueron publicados por Lenz en el "Estudio V" y determina que [β], [v], [ϕ] y [f] están en variación libre y elige a la fricativa bilabial [β] como representante del fonema. En el caso de la fricativa interdental, reporta solo la ocurrencia de la consonante sonora [ð].

En relación con el mapuche hablado en la zona central, Echeverría (1964) selecciona las consonantes fricativas labiodental e interdental áfonas como las representantes de sus respectivas unidades fonológicas. Sin embargo, señala que varían libremente con variantes sonoras. Salas (1976) también asigna estatus fonémico a las consonantes áfonas en esta zona. Para Lagos (1981), los alófonos de las consonantes labiodental e interdental se relacionan con variantes diatópicas de la lengua. Así, el fonema fricativo labiodental /f/ poseería tres realizaciones alofónicas: [ϕ], que ocurre en el centro-sur del territorio; [v], en el norte; y [f], en la zona más meridional. En cuanto a la consonante interdental, el fonema /θ/ tendría dos

realizaciones: [θ], en el sur; y [ð], en el norte.

En el caso del huilliche, Álvarez-Santullano (1986) indica que en la zona de San Juan de la Costa, esto es, en la Región de los Lagos, la consonante fricativa labiodental es áfona, al igual que la fricativa interdental; es decir, /f/ y /θ/. Álvarez-Santullano, Risco y Forno (2016) realizan un estudio consonántico del huilliche hablado por 5 hablantes de las zonas de Lanco, Panguipulli, Maihue, Rupumeica (Región de los Ríos) y Aleucapi (Región de los Lagos). Los autores concluyen que la gran mayoría de las realizaciones de las consonantes fricativas son áfonas, excepto por dos realizaciones sonoras para cada fonema.

En Alto Biobío, el área de interés en el presente trabajo, Sánchez (1989) indica que las fricativas labiodental e interdental son sonoras o ensordecidas, pero nunca áfonas. Salamanca (1997) señala que en el caso de la fricativa labiodental la forma básica corresponde al fono sonoro, aunque alterna en el postmargen silábico con la realización áfona. Para este mismo autor, el fono fricativo interdental sonoro es la única realización del fonema /ð/.

En el mapudungun hablado en Tirúa, en el suroeste de la Región del Biobío, Salamanca y Quintrileo (2009) reportan que las consonantes fricativas sonoras [v] y [ð] son mayoritarias, por lo que proponen que [f] y [θ] son alófonos de los fonemas /v/ y /ð/, respectivamente. En cambio, en el mapudungun hablado en Melipeuco, Región de la Araucanía, predominan las realizaciones áfonas de las consonantes fricativas labiodental e interdental, por lo que son escogidas como representantes de ambos fonemas (Salamanca, Aguilar, Alvear & Barrientos, 2009). En la zona de Isla Huapi, también en la Región de la Araucanía, Sadowsky, Painequeo, Salamanca y Avelino (2013) señalan que las fricativas labiodental e interdental son áfonas.

Sánchez y Salamanca (2015) determinan que las fricativas labiodental e interdental son mayoritariamente sonoras en Lonquimay, zona cordillerana de la Región de la Araucanía, pero que alternan con los segmentos áfonos [f] y [θ] en coda silábica. En Curarrehue, una localidad ubicada al sur de Lonquimay, en tanto, las realizaciones mayoritarias son áfonas, por lo que se proponen como representantes de los fonemas /f/ y /θ/ (Pérez y Salamanca, 2017).

Finalmente, Fuentes y Salamanca (2016) realizaron un estudio de los alófonos de las consonantes /v/ y /ð/ en Alto Biobío. De acuerdo con sus resultados, ambos fonemas tienen alófonos aproximantes; específicamente, el fonema /v/ presenta un 45,82% de realizaciones de este tipo y el fonema /ð/ un 29,41%.

Los estudios citados en los párrafos previos indican que en la mayoría de las zonas de habla mapuche los sonidos fricativos labiodental e interdental son áfonos. La excepción ocurre principalmente en la Región del Biobío; específicamente, en Tirúa y en Alto Biobío. En cuanto a la metodología, excepto por el estudio de Fuentes y Salamanca (2016), todos los trabajos previos sobre el mapudungun han abordado el estudio de las fricativas labiodentales e interdental desde una perspectiva auditiva, esto es, escuchando y transcribiendo los sonidos sin utilización de evidencia acústica y como parte de un objetivo mayor que ha sido describir el sistema fonético-fonológico de una variante en particular. En el ámbito cuantitativo, los precedentes de investigación han recurrido a contabilizar las instancias de cada sonido y a obtener porcentajes de ocurrencia de cada uno. Sin embargo, consideramos que es importante utilizar métodos experimentales en la resolución de controversias fonético-fonológicas y en la documentación de las lenguas indígenas, porque de esta manera es posible aportar en discusiones más generales acerca del comportamiento de las lenguas. Este acercamiento acústico-estadístico es el foco de nuestro trabajo.

1.2 El presente estudio

A diferencia de la gran mayoría de los precedentes de investigación, en este estudio se utilizarán mediciones acústicas y pruebas estadísticas para investigar las fricativas labiodentales e interdental del mapudungun. La utilización de estas herramientas no solo tiene como

objetivo caracterizar acústicamente estos sonidos, asunto que no se ha reportado previamente, sino que también determinar cuáles son las características acústicas que permiten distinguir las consonantes fricativas labiodentales de las interdientales, cuáles de ellas son suficientes para agrupar las consonantes fricativas sonoras y áfonas y, por último, cuáles son los parámetros acústicos que permiten diferenciar las consonantes [v], [f], [ð] y [θ] en esta lengua.

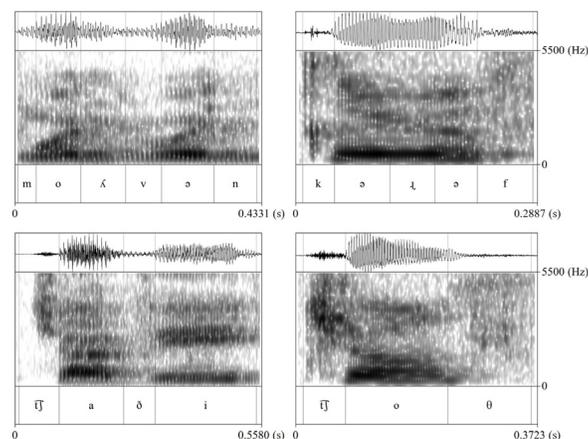
2. Métodos

Los datos fueron obtenidos de 10 participantes (5 hombres y 5 mujeres), hablantes nativos de mapudungun, provenientes de Alto Biobío. La edad de los participantes se encontraba entre los 41 y 65 años de edad, todos ellos hablantes bilingües mapudungun-español. Las grabaciones fueron realizadas con una grabadora digital Tascam DR-100 con una frecuencia de muestreo de 44100 Hz y a una profundidad de 16 bit, en formato mono. La grabadora, que tenía dos micrófonos cardioides de condensador (ambos alimentando la misma señal), fue ubicada a 30 centímetros, aproximadamente, de la cavidad oral de los sujetos. Las grabaciones se llevaron a cabo por fonetistas entrenados, en los lugares de residencia de los participantes. Dado que las condiciones de grabación no fueron siempre las óptimas, se realizó una evaluación de la relación señal-ruido de las grabaciones, la que evidenció que las señales son aceptables para un estudio de las características espectrales de las consonantes fricativas ($\bar{x} = 35,01$ dB, $\sigma = 4,75$ dB).

En relación con la tarea de elicitación, se les pidió a los participantes traducir palabras de una lista léxica en español al mapudungun y repetir cada palabra en mapudungun tres veces. La lista léxica fue construida con foco en los segmentos controversiales en las descripciones de esta lengua y tuvo como base la aplicada por Croese (1980).

Las señales obtenidas fueron segmentadas y etiquetadas en TextGrids del programa Praat (Boersma & Weenink, 2018). Cada palabra fue etiquetada en español y en mapudungun con una transcripción fonética y otra fonológica. Las consonantes fricativas fueron segmentadas y etiquetadas como labiodentales sonoras, labiodentales áfonas, interdientales sonoras, interdientales áfonas y como “otros” cuando los hablantes producían otro sonido que no fuera ninguno de los mencionados. La Figura 1 muestra ejemplos de las cuatro realizaciones de interés para este estudio.

Figura 1. Formas de onda y espectrogramas de palabras que contienen los fonos [v], [f], [ð] y [θ], articuladas por hablantes del mapudungun hablado en Alto Biobío. Panel superior izquierdo: palabra [moʎ.ˈvəŋ] “sangre”, articulada por un hablante de sexo masculino. Panel superior derecho: palabra [kə.ˈɾɸ] “viento”, articulada por un hablante de sexo masculino. Panel inferior izquierdo: palabra [ʃa.ˈði] “sal”, articulada por un hablante de sexo femenino. Panel inferior derecho: palabra [ʃoθ] “amarillo”, articulada por un hablante de sexo femenino.



Para extraer los datos acústicos relacionados con propiedades de la intensidad, se construyó un objeto *Intensity* en *Praat* con valores por defecto. La amplitud absoluta se midió como el valor cuadrático medio (“root mean square” o “rms”) para toda la porción de ruido de cada fricativa. Con la finalidad de normalizar la diferencia de intensidades entre hablantes, se calculó también la diferencia de la amplitud de la fricativa menos la amplitud de la vocal. Esta última medición en la vocal fue operacionalizada como el valor cuadrático medio de la amplitud expresado en decibelios, promediada durante tres periodos de tono consecutivos a partir del punto de máxima amplitud dentro de la vocal (ver Behrens & Blumstein, 1988b; Jongman, Wayland & Wong, 2000).

Para la medición de los parámetros espectrales, se extrajo de la señal sonora cada instancia fricativa mediante una ventana Hamming de 40 ms, situada en el medio del ruido de fricción. La estimación de las características espectrales se basó en el espectro generado a partir de una

Transformada Rápida de Fourier (“fast Fourier transform”, o “FFT”), cuya envolvente fue luego modelada a través de una Codificación Predictiva Lineal (“linear predictive coding”, o “LPC”). Para el caso específico del pico espectral, este fue definido como el pico de mayor amplitud del espectro proveniente de la Codificación Predictiva Lineal (Behrens & Blumstein, 1988a).

3. Resultados

3.1 Características del corpus

En total, el corpus está compuesto por 374 consonantes fricativas labiodentales e interdentes sonoras y áfonas. De estas consonantes, 192 fueron producidas por mujeres y 182 por hombres. En particular, las fricativas labiodentales corresponden a 234 instancias, de las cuales 195 son sonoras y 39 son áfonas. Las consonantes fricativas interdentes son 140 en total, de las cuales 128 corresponden a instancias sonoras y 12 a instancias áfonas. Luego de una inspección preliminar de los datos, se aplicó el criterio de 2.5 distancias de desviación absoluta respecto de la mediana para remover algunos datos atípicos de cada distribución, por separado (Leys, Ley, Klein, Bernard & Licata, 2013). El efecto de la remoción de datos atípicos para cada variable acústica puede ser observado en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultado para cada variable acústica de la remoción de datos atípicos a través del método de desviaciones absolutas a partir de la mediana.

	Labiodentales		Interdentes	
	[v]	[f]	[ð]	[θ]
Corpus original	195	39	128	12
Pico espectral	187	34	124	10
Centro de gravedad	90	22	83	9
Varianza	161	15	116	5
Oblicuidad	189	39	125	12
Curtosis	173	39	120	12
Duración	194	30	126	10
Amplitud RSM	195	39	128	12
Amplitud RSM normalizada	161	15	100	7

3.2 Análisis y resultados estadísticos

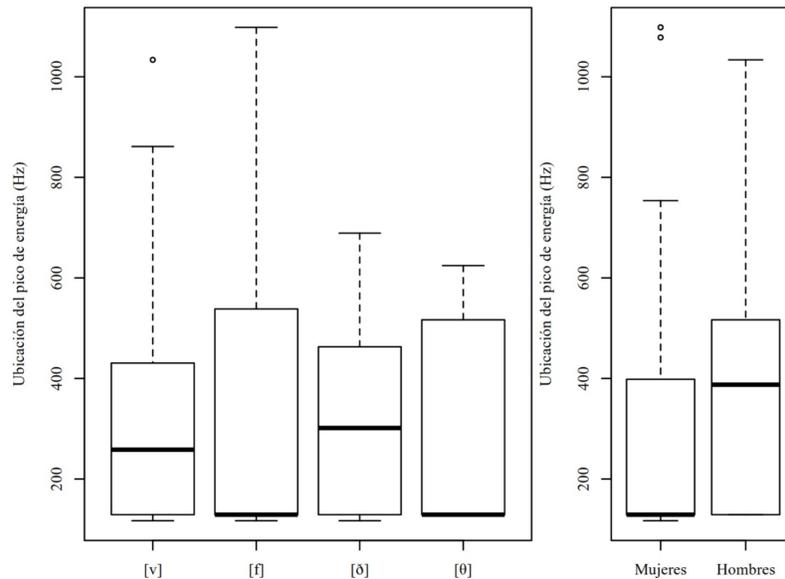
Para todos los análisis estadísticos se utilizó el programa R (R Core Team, 2018) y pruebas ANOVA de tres vías que incluyeron como variables independientes *sonoridad*, *punto de articulación* y *sexo*. Estas pruebas estadísticas se realizaron en los parámetros espectrales (*picos de energía* y momentos espectrales), en un parámetro temporal (duración absoluta) y en dos parámetros de amplitud (amplitud absoluta y amplitud normalizada). La elección de la prueba ANOVA se basó en el interés de este estudio de comparar sus resultados con precedentes de investigación, especialmente, los trabajos de Jongman et al. (2000) con las fricativas del inglés y Nirgianaki (2014) con las fricativas del griego. Coincidiendo con estos estudios, también se realizaron análisis *post hoc* mediante pruebas *t de Student*.

3.2.1 Parámetros espectrales

a) Picos de energía

Los resultados de la prueba ANOVA de tres vías que evaluó el efecto de las variables independientes *sonoridad*, *punto de articulación* y *sexo* en los valores de la variable dependiente *picos de energía* revelaron que solamente existe un efecto principal estadísticamente significativo de la variable *sexo*, $F(1, 347) = 38,378$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,099$. Con la finalidad de conocer si las diferencias entre hombres y mujeres son estadísticamente significativas, se aplicó una *prueba t*. El análisis *post hoc* realizado para mujeres ($n = 181$, $\bar{x} = 248,82$, $\sigma = 188,38$) y hombres ($n = 174$, $\bar{x} = 372$, $\sigma = 188,2$) arrojó diferencias estadísticamente significativas entre ambos *sexos* $t(352,48) = -6,162$, $p < 0,001$, $d = -0,654$, mostrando que los hablantes de *sexo* masculino presentan picos espectrales en frecuencias significativamente mayores que las mujeres. Los datos involucrados en este análisis pueden ser visualizado en la Figura 2.

Figura 2. Panel izquierdo: gráfico de cajas con la distribución de los *picos de energía* de las consonantes fricativas labiodental sonora [v], labiodental áfona [f], interdental sonora [ð] e interdental áfona [θ]. Panel derecho: gráfico de cajas con la distribución de los *picos de energía* de las fricativas realizadas por mujeres y por hombres.



b) Centro de gravedad

La prueba ANOVA de tres vías (variables independientes: *sonoridad*, *punto de articulación* y *sexo*) aplicada para la variable dependiente *centro de gravedad* reveló que existe un efecto principal de la variable independiente *sonoridad*, $F(1, 196) = 44,351$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,174$ y una interacción estadísticamente significativa entre *sonoridad* y *sexo*, $F(1, 196) = 7,706$, $p < 0,01$, $\eta^2 = 0,030$. En el caso del efecto de la variable *sonoridad*, se realizó una *prueba t* para las consonantes sonoras ($n = 173$, $\bar{x} = 316,97$, $\sigma = 115,47$) y áfonas ($n = 31$, $\bar{x} = 481,53$, $\sigma = 190,63$), la que mostró que existe una diferencia estadísticamente significativa entre ambas categorías $t(34,05) = -4,656$, $p < 0,001$, $d = -1,27$, tal que las consonantes sonoras presentan un *centro de gravedad* significativamente menor que las áfonas. En cuanto a la interacción entre *sonoridad* y *sexo*, se realizaron dos pruebas *t*. La primera, entre las consonantes sonoras producidas por mujeres ($n = 75$, $\bar{x} = 307,18$, $\sigma = 118,84$) y las consonantes sonoras producidas por hombres ($n = 98$, $\bar{x} = 324,46$, $\sigma = 112,87$), cuyos resultados no fueron estadísticamente significativos $t(155,06) = -0,969$, $p = 0,334$, $d = -0,150$. La segunda *prueba t* incluyó las realizaciones áfonas de mujeres ($n = 15$, $\bar{x} = 541,65$, $\sigma = 217,55$) y las realizaciones áfonas de hombres ($n = 16$, $\bar{x} = 425,17$, $\sigma = 146,65$) que esta vez sí presentaron diferencias estadísticamente significativas $t(24,35) = 1,737$, $p < 0,05$, $d = 0,632$ (las mujeres presentan valores significativamente mayores que los hombres). En la Figura 3, se grafican los valores del *centro de gravedad* para todas las fricativas, también los gráficos del *centro de gravedad* de las consonantes sonoras y áfonas y, por último, la interacción entre *sonoridad* y *sexo*.

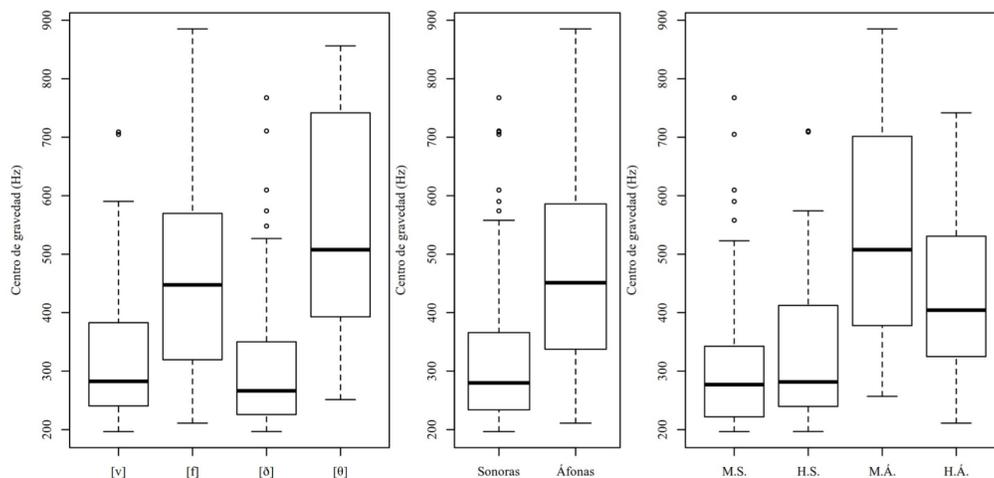


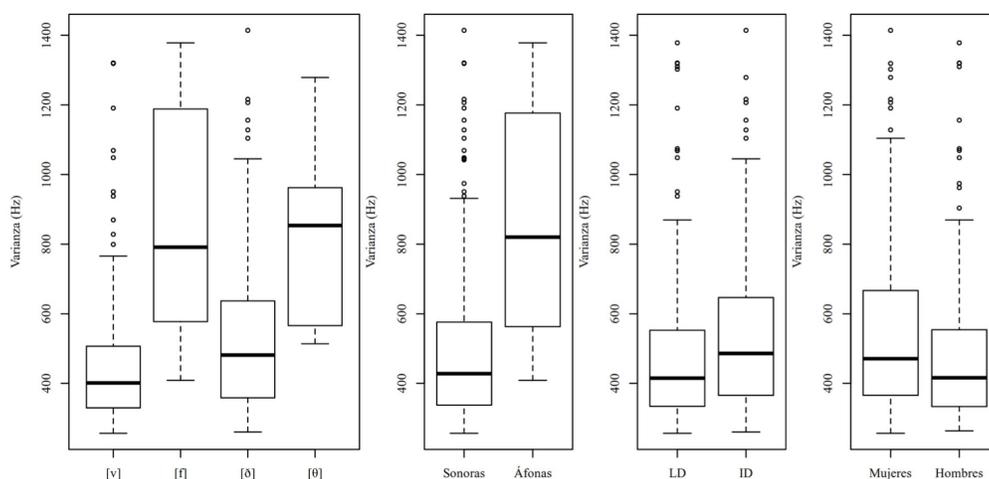
Figura 3. Panel izquierdo: gráfico de cajas para los valores del *centro de gravedad* de las consonantes fricativas labiodental sonora [v], labiodental áfona [f], interdental sonora [ð] e interdental áfona [θ]. Panel central: valores del *centro de gravedad* para todas las consonantes fricativas sonoras y áfonas. Panel derecho: valores del *centro de gravedad* de la interacción entre *sexo* y *sonoridad*, donde M.S. = mujer sonora, H.S. = hombre sonora, M.Á. = mujer áfona y H.Á. = hombre áfona.

c) Varianza

La prueba ANOVA de tres vías (variables independientes: *sonoridad*, *punto de articulación* y *sexo*) aplicada para los valores de la variable dependiente *varianza* reveló que existe un

efecto principal estadísticamente significativo de la variable *sonoridad*, $F(1, 289) = 53,544$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,147$. El análisis *post hoc* mostró que entre las fricativas áfonas ($n = 20$, $\bar{x} = 864,79$, $\sigma = 326,08$) y las fricativas sonoras ($n = 277$, $\bar{x} = 491,58$, $\sigma = 217,41$) existen diferencias estadísticamente significativas $t(20,24) = -5,038$, $p < 0,001$, $d = -1,65$, tal que las consonantes sonoras presentan una varianza significativamente menor que las fricativas áfonas. La variable *punto de articulación* también mostró ser estadísticamente significativa $F(1, 289) = 8,709$, $p < 0,01$, $\eta^2 = 0,024$. La *prueba t* realizada para el contraste entre las realizaciones labiodentales ($n = 176$, $\bar{x} = 492,22$, $\sigma = 240,88$) e interdentales ($n = 121$, $\bar{x} = 552,32$, $\sigma = 245,83$) reveló que las consonantes labiodentales presentaron una varianza significativamente menor que las interdentales $t(254,63) = 2,087$, $p < 0,05$, $d = 0,247$. La variable *sexo* también presentó un efecto estadísticamente significativo $F(1, 289) = 7,145$, $p < 0,01$, $\eta^2 = 0,020$. La *prueba t* realizada para las fricativas producidas por mujeres ($n = 146$, $\bar{x} = 546,84$, $\sigma = 254,57$) y por hombres ($n = 151$, $\bar{x} = 487,57$, $\sigma = 231,05$) arrojó diferencias estadísticamente significativas $t(290,08) = 2,099$, $p < 0,05$, $d = 0,244$, con las mujeres presentando mayores valores de varianza. Para los datos que sustentan estos resultados estadísticos, véase la Figura 4.

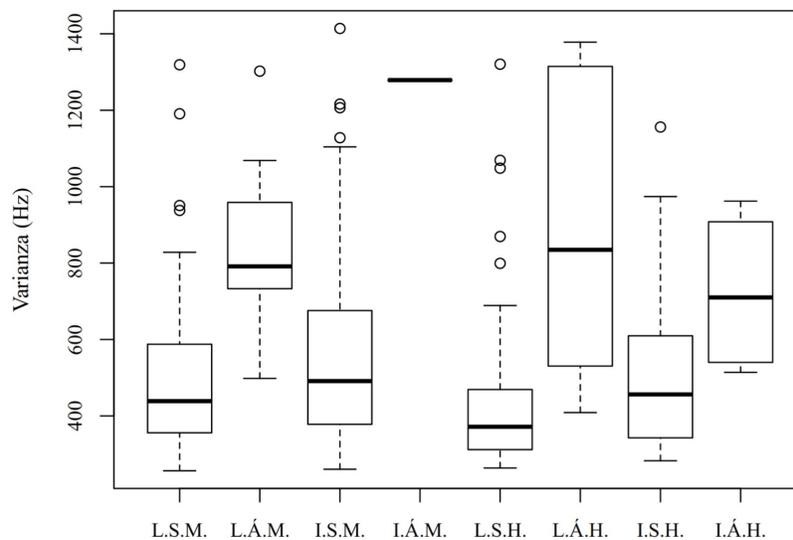
Figura 4. Panel izquierdo: gráfico de cajas para los valores de varianza para cada consonante fricativa. Panel central-izquierdo: valores de la varianza de las consonantes sonoras y áfonas. Panel central-derecho: valores de las consonantes labiodentales (“LD”) y de las consonantes interdentales (“ID”). Panel derecho: valores de las fricativas realizadas por mujeres y por hombres.



Por último, la prueba ANOVA también reveló una interacción significativa de tres vías entre las variables *sonoridad*, *punto de articulación* y *sexo*, $F(1, 289) = 4,445$, $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,012$ (para los datos que sustentan esta interacción, véase la Figura 5). Con la finalidad de explorar dónde se encuentran las diferencias que dan pie a esta interacción, se realizaron pruebas de tipo *t* para contrastar los pares de *sonoridad* dentro de un *sexo* y un punto articulatorio (por ejemplo, los valores de varianza de las consonantes labiodentales sonoras de las mujeres versus las áfonas del mismo grupo). La primera *prueba t* fue realizada para conocer si las consonantes labiodentales sonoras producidas por mujeres ($n = 79$, $\bar{x} = 488,38$, $\sigma = 202,13$) eran diferentes a las consonantes labiodentales áfonas producidas por mujeres ($n = 7$, $\bar{x} = 853,56$, $\sigma = 260,73$). Los resultados indicaron que las diferencias son estadísticamente significativas $t(6,655) = -3,611$, $p < 0,01$, $d = -1,77$. No fue posible realizar un análisis *post hoc* entre las consonantes interdentales sonoras y áfonas producidas por mujeres por falta de observaciones y variabilidad de las consonantes interdentales áfonas. El siguiente análisis fue realizado entre las consonantes labiodentales sonoras producidas por hombres ($n = 82$, $\bar{x} = 425,96$, $\sigma = 185,44$) y las consonantes labiodentales áfonas también producidas por hombres ($n = 8$, $\bar{x} = 893,28$, $\sigma = 416,07$). Los resultados mostraron

que también existen diferencias estadísticamente significativas $t(7,273) = -3,147$, $p < 0,05$, $d = -2,19$. El análisis *post hoc* para las consonantes interdental sonoras elicidadas por hombres ($n = 57$, $\bar{x} = 502,68$, $\sigma = 189,12$) y para las consonantes interdental áfonas elicidadas por hombres ($n = 4$, $\bar{x} = 724$, $\sigma = 218$) reveló que las diferencias no son estadísticamente significativas $t(3,325) = -1,979$, $p = 0,067$, $d = -1,16$. Para todas las comparaciones, incluso para la que no resultó ser estadísticamente significativa, las consonantes sonoras presentaron valores de varianza menores que las consonantes áfonas.

Figura 5. Gráfico de cajas de los datos de varianza para la interacción entre las variables *sonoridad*, *punto de articulación* y *sexo*. *L.S.M.* = labiodental sonora elicitada por mujeres, *L.Á.M.* = labiodental áfona elicitada por mujeres, *I.S.M.* = interdental sonora elicitada por mujeres, *I.Á.M.* = interdental áfona elicitada por mujeres, *L.S.H.* = labiodental sonora elicitada por hombres, *L.Á.H.* = labiodental áfona elicitada por hombres, *I.S.H.* = interdental sonora elicitada por hombres, *I.Á.H.* = interdental áfona elicitada por hombres.



d) Oblicuidad

Los resultados de la prueba ANOVA de tres vías que evaluó el efecto de las variables independientes *sonoridad*, *punto de articulación* y *sexo* en los valores de la variable dependiente *oblicuidad* mostró que solamente existe un efecto principal estadísticamente significativo de la variable *sonoridad*, $F(1, 357) = 45,302$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,111$. La realización de una *prueba t* permitió determinar que las consonantes sonoras ($n = 314$, $\bar{x} = 12,98$, $\sigma = 7,05$) y las consonantes áfonas ($n = 51$, $\bar{x} = 6,09$, $\sigma = 4,6$) presentan diferencias estadísticamente significativas $t(92,16) = 9,027$, $p < 0,001$, $d = 1,02$, dado que las consonantes sonoras presentan mayores valores de oblicuidad. En la Figura 6, se grafican los valores de oblicuidad para todas las fricativas y para las fricativas sonoras y áfonas.

e) Curtosis

En el caso del cuarto momento espectral, la curtosis, también se aplicó una prueba ANOVA de tres vías (variables independientes: *sonoridad*, *punto de articulación* y *sexo*). Los resultados del análisis revelaron que solamente existe un efecto estadísticamente significativo de la variable *sonoridad*, $F(1, 336) = 43,622$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,113$. La *prueba t* determinó que entre las consonantes sonoras ($n = 293$, $\bar{x} = 326,25$, $\sigma = 255,13$) y las consonantes áfonas ($n = 51$, $\bar{x} =$

84,32, $\sigma = 135,39$) existen diferencias estadísticamente significativas $t(122,88) = 10,032$, $p < 0,001$, $d = 1,00$, tal que las consonantes sonoras presentan mayores valores de curtosis. En la Figura 7, se presentan los valores de la curtosis para todas las consonantes fricativas y, luego, para las consonantes fricativas sonoras y fricativas áfonas.

Figura 6. Panel izquierdo: valores de oblicuidad para todas las consonantes fricativas. Panel derecho: valores de oblicuidad de las consonantes sonoras y de las consonantes áfonas.

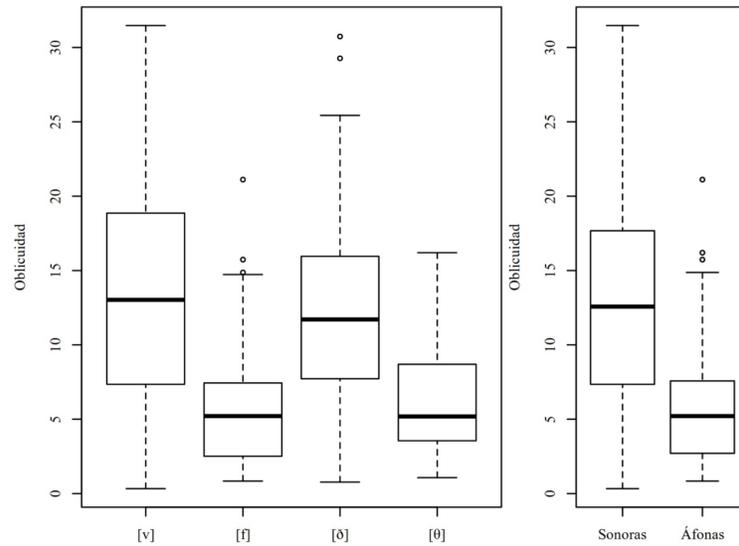
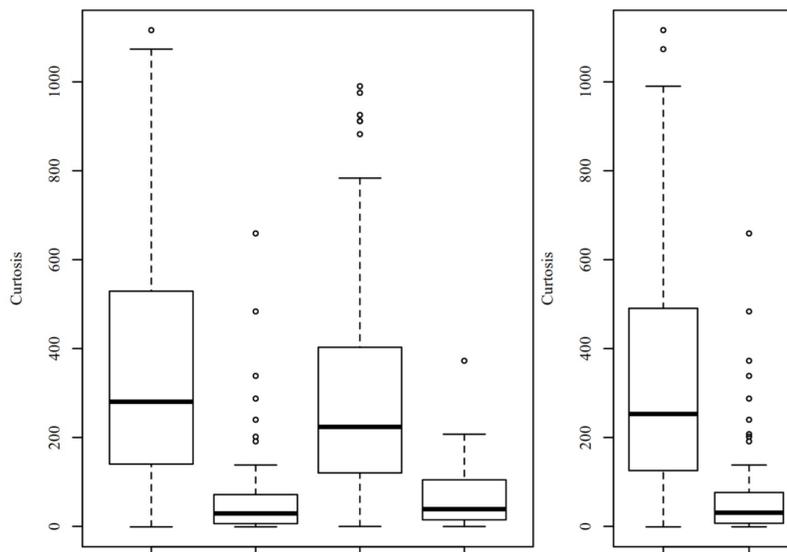


Figura 7. Panel izquierdo: gráfico de cajas de los valores de curtosis para cada consonante fricativa. Panel derecho: los valores de curtosis para las consonantes sonoras y áfonas.

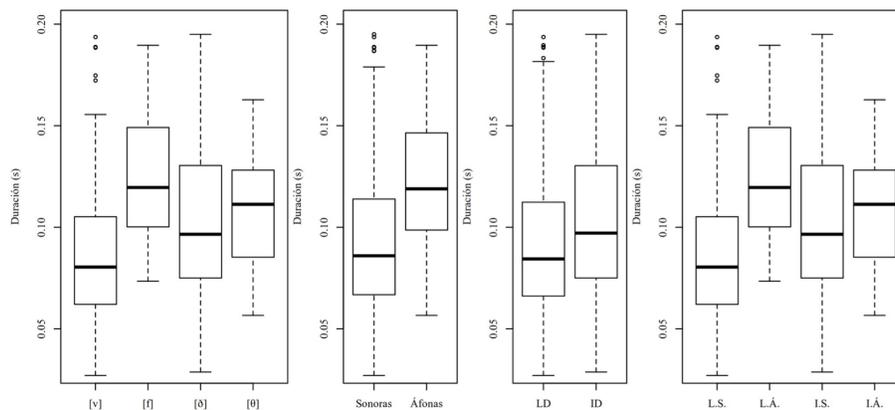
3.2.2. *Parámetro temporal: duración absoluta*



Al igual que con los parámetros espectrales, se realizó una prueba ANOVA de tres vías que evaluó el efecto de las variables independientes *sonoridad*, *punto de articulación* y *sexo* en los valores de la variable dependiente duración absoluta. Los resultados del análisis revelaron que existe un efecto principal estadísticamente significativo de la variable *sonoridad*, $F(1, 352) = 26,522$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,065$ y de la variable *punto de articulación*, $F(1, 352) = 10,433$, $p < 0,01$, $\eta^2 = 0,026$. En cuanto a las interacciones entre variables, los resultados indicaron que existe una interacción significativa de dos vías entre *sonoridad* y *punto de articulación*, $F(1, 352) = 5,533$, $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,114$ y una interacción estadísticamente significativa de tres vías entre *sonoridad*, *punto de articulación* y *sexo*, $F(1, 352) = 5,225$, $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,013$.

A propósito del efecto significativo de la variable *sonoridad*, se realizó una *prueba t* con las fricativas áfonas ($n = 40$, $\bar{x} = 0,12$, $\sigma = 0,03$) y las fricativas sonoras ($n = 320$, $\bar{x} = 0,09$, $\sigma = 0,04$). Este análisis arrojó diferencias estadísticamente significativas entre ambas consonantes $t(51,09) = -5,320$, $p < 0,001$, $d = -0,840$. En cuanto a la variable *punto de articulación*, se realizó una *prueba t* para determinar si las fricativas labiodentales ($n = 244$, $\bar{x} = 0,09$, $\sigma = 0,04$) y las fricativas interdentes ($n = 136$, $\bar{x} = 0,1$, $\sigma = 0,04$) presentan diferencias estadísticamente significativas. Los resultados mostraron que, efectivamente, la diferencia de duración entre ambas fricativas es estadísticamente significativa $t(269,84) = 2,552$, $p < 0,05$, $d = 0,282$, tal que las consonantes labiodentales presentan valores menores de duración.

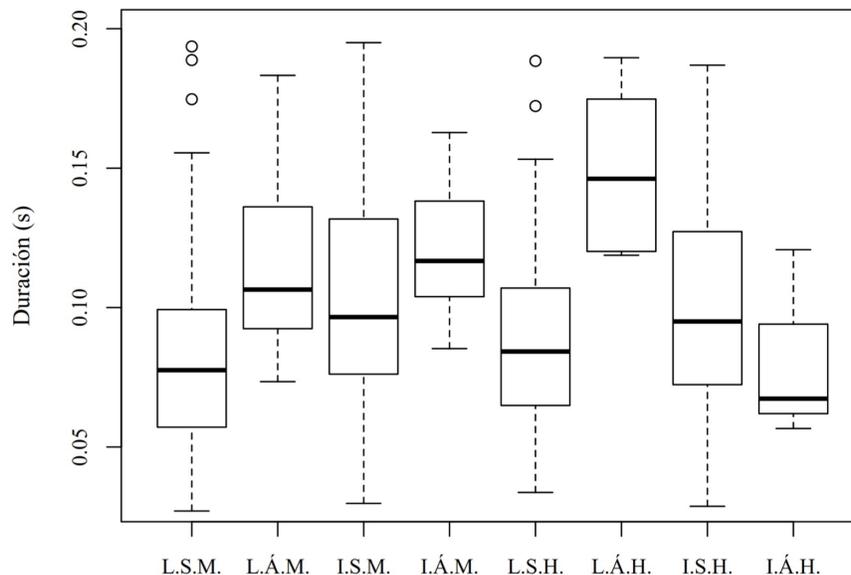
Figura 8. Panel izquierdo: duración de cada consonante fricativa. Panel central-izquierdo: duración de las consonantes fricativas sonoras y áfonas. Panel central-derecho: duración de las consonantes fricativas labiodentales (“LD”) y de las consonantes fricativas interdentes (“ID”). Panel derecho: valores de duración para la interacción entre *sonoridad* y *punto de articulación*, donde L.S. = labiodental sonora, L.Á. = labiodental áfona, I.S. = interdental sonora, I.Á. = interdental áfona.



En el caso de la interacción significativa entre *sonoridad* y *punto de articulación*, se realizaron dos pruebas *t*. En la primera de ellas, se evaluó la diferencia entre las fricativas labiodentales sonoras ($n = 194$, $\bar{x} = 0,09$, $\sigma = 0,03$) y las fricativas labiodentales áfonas ($n = 30$, $\bar{x} = 0,13$, $\sigma = 0,03$). Los resultados mostraron que existen diferencias estadísticamente significativas entre ambas consonantes $t(38,53) = -6,181$, $p < 0,001$, $d = -1,21$, con las fricativas sonoras mostrando valores menores de duración. En la segunda *prueba t*, se evaluó la diferencia entre las consonantes interdentes sonoras ($n = 126$, $\bar{x} = 0,1$, $\sigma = 0,04$) y las interdentes áfonas ($n = 10$, $\bar{x} = 0,11$, $\sigma = 0,03$). Los resultados mostraron que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambas consonantes $t(11,06) = -0,791$, $p = 0,446$, $d = -0,227$. En la Figura 8, se grafica la duración de todas las fricativas, de las consonantes sonoras y áfonas, de las consonantes labiodentales e interdentes y, por último, la interacción entre *sonoridad* y *punto de articulación*.

En cuanto a la interacción significativa de tres vías entre *sonoridad*, *punto de articulación* y *sexo* (ver Figura 9), se realizaron cuatro pruebas *t*. El primer análisis tuvo como propósito conocer si existen diferencias entre las consonantes labiodentales sonoras elicitadas por mujeres ($n = 95$, $\bar{x} = 0,08$, $\sigma = 0,03$) y las consonantes labiodentales áfonas también elicitadas por mujeres ($n = 20$, $\bar{x} = 0,11$, $\sigma = 0,03$). Las diferencias entre ambas consonantes son estadísticamente significativas $t(29,712) = -4,203$, $p < 0,001$, $d = -0,966$. También para las producciones realizadas por mujeres, la prueba *t* mostró que las diferencias entre consonantes interdental sonoras ($n = 64$, $\bar{x} = 0,1$, $\sigma = 0,04$) y áfonas ($n = 7$, $\bar{x} = 0,12$, $\sigma = 0,03$) no son estadísticamente significativas $t(8,785) = -1,731$, $p = 0,118$, $d = -0,528$. El tercer análisis indicó que las consonantes labiodentales sonoras elicitadas por hombres ($n = 99$, $\bar{x} = 0,09$, $\sigma = 0,03$) y las consonantes labiodentales áfonas elicitadas también por hombres ($n = 10$, $\bar{x} = 0,15$, $\sigma = 0,03$) muestran diferencias estadísticamente significativas $t(11,829) = -6,549$, $p < 0,001$, $d = -1,86$. En el caso de las consonantes interdental sonoras elicitadas por hombres ($n = 62$, $\bar{x} = 0,1$, $\sigma = 0,04$) y las consonantes interdental áfonas elicitadas por hombres ($n = 3$, $\bar{x} = 0,08$, $\sigma = 0,03$), las diferencias no son estadísticamente significativas $t(2,284) = 0,867$, $p = 0,468$, $d = 0,436$.

Figura 9. Gráfico de cajas para los valores de duración para la interacción entre las variables *sonoridad*, *punto de articulación* y *sexo*. L.S.M. = labiodental sonora elicitada por mujeres, L.Á.M. = labiodental áfona elicitada por mujeres, I.S.M. = interdental sonora elicitada por mujeres, I.Á.M. = interdental áfona elicitada por mujeres, L.S.H. = labiodental sonora elicitada por hombres, L.Á.H. = labiodental áfona elicitada por hombres, I.S.H. = interdental sonora elicitada por hombres, I.Á.H. = interdental áfona elicitada por hombres.



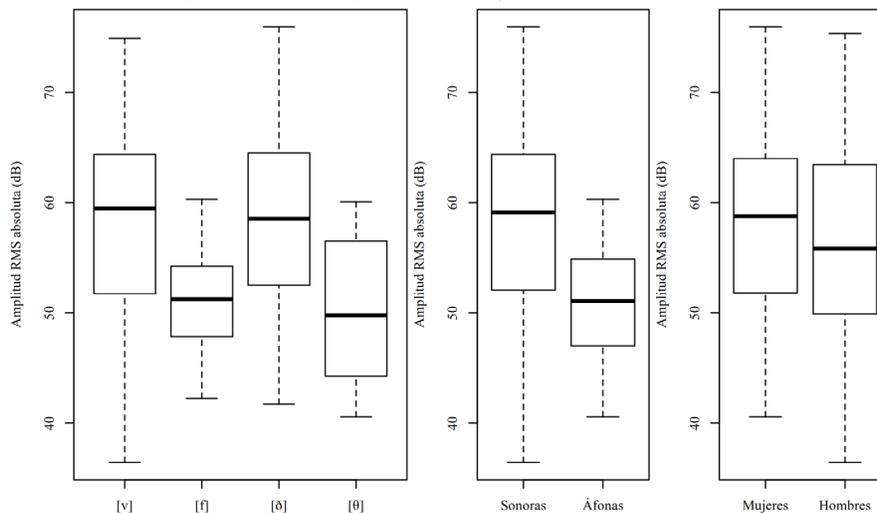
3.2.3. Parámetros de amplitud

a) Amplitud absoluta

Se realizó una prueba ANOVA de tres vías que evaluó el efecto de las variables independientes *sonoridad*, *punto de articulación* y *sexo* en los valores de la variable dependiente amplitud absoluta. Los resultados del análisis revelaron que existe un efecto principal estadísticamente significativo de la variable *sonoridad*, $F(1, 366) = 44,595$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,106$ y otro de la variable *sexo* $F(1, 366) = 5,773$, $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,014$.

Para complementar los resultados de las pruebas ANOVA, se realizaron análisis *post hoc* para las variables que mostraron un efecto estadísticamente significativo en amplitud absoluta, es decir, *sonoridad* y *género*. En el primer caso, las fricativas sonoras ($n = 323$, $\bar{x} = 58,51$, $\sigma = 7,88$) y las fricativas áfonas ($n = 51$, $\bar{x} = 50,96$, $\sigma = 5$) presentaron diferencias estadísticamente significativas $t(94,61) = 9,148$, $p < 0,001$, $d = 1,00$, tal que las consonantes sonoras presentaron mayores valores de amplitud absoluta que las consonantes fricativas áfonas. En el caso de la variable *sexo*, las diferencias entre las consonantes producidas por mujeres ($n = 192$, $\bar{x} = 58,24$, $\sigma = 7,72$) y por hombres ($n = 182$, $\bar{x} = 56,68$, $\sigma = 8,19$) no resultaron estadísticamente significativas $t(290,08) = 1,893$, $p = 0,056$, $d = 0,196$, a pesar de que en el modelo general sí se detectó un efecto principal para esta variable (nótese, sin embargo, que el valor p sugiere que el análisis se aproximó a la significatividad estadística). En la Figura 10, se presentan los gráficos de los valores de la amplitud absoluta de cada consonante fricativa, de las consonantes sonoras y áfonas, y de las consonantes fricativas producidas por hombres y mujeres.

Figura 10. Panel izquierdo: valores de amplitud absoluta de todas las consonantes fricativas. Panel central: valores de la amplitud absoluta de las consonantes sonoras y áfonas. Panel derecho: valores de amplitud absoluta para mujeres y hombres.

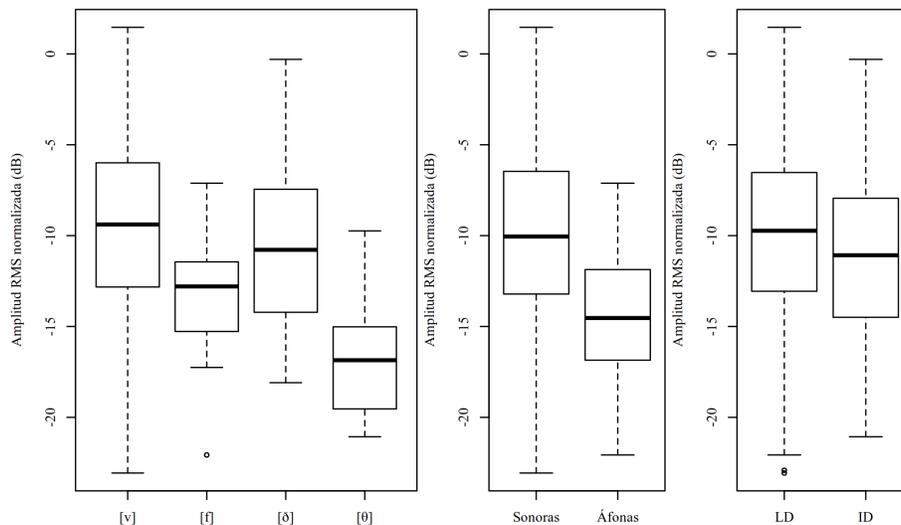


b) Amplitud normalizada

Se realizó una prueba ANOVA de tres vías para evaluar el efecto de las variables independientes de *sonoridad*, *punto de articulación* y *sexo* en los valores de la variable dependiente amplitud normalizada. Los resultados del análisis revelaron que existe un efecto principal estadísticamente significativo de la variable *sonoridad*, $F(1, 275) = 18,395$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,061$ y de la variable *punto de articulación*, $F(0,196) = 4,102$, $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,014$.

En cuanto a la variable *sonoridad*, la prueba t correspondiente mostró que las consonantes sonoras ($n = 261$, $\bar{x} = -9,82$, $\sigma = 4,97$) y áfonas ($n = 22$, $\bar{x} = -14,47$, $\sigma = 3,92$) presentan diferencias estadísticamente significativas $t(27,024) = 5,222$, $p < 0,001$, $d = 0,950$, tal que las consonantes sonoras presentan mayor amplitud normalizada que las consonantes áfonas. En el caso de la variable *punto de articulación*, los resultados de la prueba t indicaron que las fricativas interdientales (Hz) ($n = 107$, $\bar{x} = -10,88$, $\sigma = 4,66$) y las fricativas labiodentales ($n = 176$, $\bar{x} = -9,76$, $\sigma = 5,24$) poseen diferencias estadísticamente significativas $t(244,15) = -1,871$, $p < 0,05$, $d = -0,223$, con las consonantes labiodentales tendiendo a presentar mayores valores de amplitud normalizada. La Figura 11 presenta los gráficos de amplitud normalizada para todas las fricativas, para las fricativas sonoras y áfonas, y para las fricativas labiodentales e interdientales.

Figura 11. Panel izquierdo: valores de amplitud normalizada para todas las consonantes fricativas. Panel central: valores de las fricativas sonoras y áfonas. Panel derecho: amplitud normalizada de las fricativas labiodentales e interdentes.



4. Discusión

4.1 Parámetros acústicos de las consonantes [v], [f], [ð] y [θ] en Alto Biobío

En este estudio se realizó una serie de mediciones acústicas y análisis estadísticos para determinar cuáles son las características que diferencian las consonantes labiodentales sonoras [v] y áfonas [f] de las interdentes sonoras [ð] y áfonas [θ] en el mapudungun hablado en Alto Biobío. Los resultados obtenidos serán contrastados con los estudios de Jongman et al. (2000) sobre el inglés y Nirgianaki (2014) sobre el griego. En ambos estudios se incluyen los cuatro tipos de fricativas, y los análisis estadísticos son similares, por lo que es posible tener una referencia con lo que se ha reportado en la literatura con respecto a estas consonantes.

4.2 Parámetros espectrales

a) Picos de energía

Los resultados de la prueba ANOVA y las pruebas *post hoc* revelaron que los *picos de energía* no distinguen el *punto de articulación* de las consonantes fricativas labiodentales e interdentes del mapudungun. Estos resultados coinciden con los reportes de Nirgianaki (2014) para las fricativas del griego, pero no con los resultados para las fricativas del inglés (Jongman et al., 2000). En cuanto a la *sonoridad*, tampoco fue posible distinguir entre fricativas sonoras y áfonas, mientras que los dos estudios recién citados sí reportaron que los *picos de energía* diferenciaron la *sonoridad* de estas consonantes. La única variable que tuvo un efecto significativo fue *sexo*. Las mujeres presentan *picos de energía* en frecuencias más bajas (248,82 Hz) que los hombres (372 Hz), lo que difiere de las investigaciones de Jongman et al. (2000) y Nirgianaki (2014).

b) Momentos espectrales

Los resultados indicaron que los cuatro momentos espectrales (*centro de gravedad*, *varianza*, *oblicuidad* y *curtosis*) permiten distinguir entre el grupo de fricativas sonoras [v, ð] y el grupo de fricativas áfonas [f, θ]. Las fricativas áfonas presentan valores de *centro de gravedad* y *varianza* más altos que las consonantes sonoras, sin embargo, esto se revierte en la *oblicuidad* y la *curtosis*, donde las consonantes sonoras tienen valores más altos que las áfonas. En inglés, las

fricativas áfonas presentaron valores más altos de *centro de gravedad*, *curtosis* y *oblicuidad*, y solamente la *varianza* es más baja con respecto a las fricativas sonoras (Jongman et al., 2000). En griego, las áfonas presentaron mayor *centro de gravedad* y *curtosis* y valores más bajos de *oblicuidad*; en el caso de la *varianza*, no hubo un efecto de *sonoridad* (Nirgianaki, 2014).

De todos los momentos espectrales, solamente hubo un efecto estadísticamente significativo de *punto de articulación* en la variable dependiente *varianza*. El análisis *post hoc* reveló que existen diferencias estadísticamente significativas entre las consonantes labiodentales (492,22 Hz) e interdentes (552,32 Hz). Tanto en las fricativas del inglés como en las fricativas del griego la variable *punto de articulación* tuvo un efecto estadísticamente significativo en todos los momentos espectrales, no solamente en la *varianza*, como en mapudungun. Sin embargo, al realizar los análisis *post hoc*, en inglés no fue posible distinguir las consonantes fricativas labiodentales de las interdentes mediante el *centro de gravedad* y la *varianza* (Jongman et al., 2000). En griego, solamente el *centro de gravedad* logró diferenciar labiodentales e interdentes (Nirgianaki, 2014), por lo tanto, en ambas lenguas, fueron otras consonantes fricativas no incluidas aquí las que influyeron en la significatividad de *punto de articulación* en algunos de los momentos espectrales, lo que revela una potencial limitación de algunos momentos espectrales para evidenciar contrastes de punto articulatorio para la zona dental-labial. La variable *sexo* tuvo un efecto significativo solamente en la *varianza*. El análisis *post hoc* determinó que las mujeres presentan valores más altos de *varianza* (546,84 Hz) que los hombres (487,57 Hz) y que esta diferencia es estadísticamente significativa, lo que implica que las mujeres presentan una dispersión de energía mayor que los hombres. Esto concuerda con Jongman et al. (2000), pero en griego ocurre lo opuesto, pues son los hombres los que presentan mayor dispersión de energía que las mujeres (Nirgianaki, 2014).

En cuanto a las interacciones, se reveló una interacción significativa entre *sonoridad* y *sexo* para la variable *centro de gravedad*. Sin embargo, de acuerdo con los análisis *post hoc*, solamente existen diferencias significativas entre las realizaciones áfonas, pero no entre las realizaciones sonoras de mujeres y hombres. Por último, hubo una interacción significativa de todas las variables independientes, es decir, *sonoridad*, *punto de articulación* y *sexo* en la variable *varianza*. Los análisis *post hoc* revelaron diferencias estadísticamente significativas entre consonantes labiodentales [v] y [f] producidas por mujeres; y entre las mismas consonantes producidas por hombres. Sin embargo, en el caso de las interdentes [ð] y [θ] las diferencias no fueron estadísticamente significativas.

4.3 Parámetro de duración: duración absoluta

La duración absoluta resultó ser un buen diferenciador de las consonantes [v], [f], [ð] y [θ], ya que las variables independientes *sonoridad* y *punto de articulación* tuvieron un efecto estadísticamente significativo en la variable dependiente *duración*. Las fricativas áfonas (0,12s) tienen una duración mayor que las fricativas sonoras (0,09), aspecto que ha sido reportado en otros estudios de consonantes fricativas; por ejemplo, en Behrens y Blumstein, (1988a). Las diferencias de duración entre las consonantes labiodentales e interdentes también fueron estadísticamente significativas en mapudungun. En el caso de los estudios de Jongman et al. (2000) y Nirgianaki (2014), las fricativas áfonas también presentaron una mayor duración, sin embargo, en ambos trabajos se trató de una duración normalizada que tuvo como finalidad disminuir el efecto de la velocidad de habla en la duración de la fricativa (en la presente investigación no se realizó la normalización dado que las grabaciones provienen de listas léxicas). Esta misma medición no logró distinguir los puntos articulatorios labiodental e interdental en griego ni en inglés (Jongman et al., 2000).

A pesar de que la duración permite diferenciar las consonantes labiodentales de las interdentes y, además, las consonantes sonoras de las áfonas, los análisis *post hoc* de la interacción entre *sonoridad* y *punto de articulación* dieron como resultado que solamente existen diferencias estadísticamente significativas entre [v] y [f], pero no entre [ð] y [θ]. Consecuentemente, la interacción significativa entre *sonoridad*, *punto de articulación* y *sexo* reveló que la duración

permite distinguir las consonantes labiodentales sonoras de las áfonas elicítadas por mujeres y entre las mismas consonantes elicítadas por hombres, pero no las consonantes interdentales áfonas de las sonoras producidas por mujeres y por hombres. Entonces, si bien la duración permite distinguir estas fricativas por *sonoridad* y por punto articulatorio en la variante de Alto Biobío del mapudungun, no es posible diferenciar las cuatro fricativas [v], [f], [ð] y [θ] a partir de la duración.

4.4 Parámetros de amplitud: amplitud absoluta y amplitud normalizada

En el caso de la amplitud absoluta, las variables *sonoridad* y *sexo* tuvieron un efecto estadísticamente significativo en la variable amplitud absoluta. Los análisis *post hoc* indicaron que esta variable permite distinguir entre las fricativas sonoras y áfonas. También en el caso de la amplitud normalizada, las consonantes sonoras y áfonas presentan diferencias estadísticamente significativas, siendo las fricativas sonoras (-9,82) las que poseen mayor amplitud normalizada que las áfonas (-14,47). A diferencia de la amplitud absoluta, en la amplitud normalizada sí existe un efecto principal de *punto de articulación*. Los análisis *post hoc* revelaron que las diferencias entre las fricativas labiodentales e interdentales son estadísticamente significativas; en particular, las fricativas labiodentales (-9,76) poseen más amplitud normalizada mayor que las interdentales (-10,88) en mapudungun, al igual que en inglés (Jongman et al., 2000). En griego, por ejemplo, Nirgianaki (2014) indica que existe un efecto principal de *punto de articulación* en la amplitud absoluta, pero los análisis *post hoc* indicaron que esto no ocurre entre las fricativas labiodentales, dentales y velares. En inglés, la amplitud normalizada logró distinguir entre todos los puntos articulatorios de las fricativas de esa lengua.

4.5 Síntesis de los principales hallazgos

En resumen, la gran mayoría de las mediciones realizadas en este estudio, permiten distinguir entre las consonantes sonoras [v, ð] y las consonantes áfonas [f, θ]. En particular, la única medición que no logra diferenciar ambos tipos de fricativas fueron los *picos de energía*. En cuanto al *punto de articulación*, solamente la varianza, la duración y la amplitud normalizada lograron distinguir entre consonantes labiodentales [v, f] e interdentales [ð, θ]. Tanto la varianza como la duración fueron las medidas que entregaron más información de estas fricativas; sin embargo, en ambos casos, cuando se dio una interacción significativa de tres vías de las tres variables independientes –*sonoridad*, *punto de articulación* y *sexo*– las únicas fricativas que alcanzaron diferencias estadísticamente significativas en varianza y duración fueron las labiodentales sonoras y áfonas.

5. Conclusiones y proyecciones

El presente estudio, por una parte, permite confirmar que las realizaciones sonoras son mayoritarias en esta localidad y son características de la zona norte del cordón cordillerano pehuenche. En efecto, los porcentajes de ambas instancias sonoras superan el 80% de las realizaciones, por lo que puede asumirse que las variantes áfonas constituyen alófonos de los fonemas sonoros (esto, a partir del criterio de frecuencia sugerido por Salamanca, Cifuentes & Figueroa, 2011).

Ahora bien, en relación con el objetivo principal de este estudio –esto es, analizar las consonantes fricativas labiodentales e interdentales tanto sonoras como áfonas del mapudungun hablado en Alto Biobío desde una perspectiva cuantitativa– debemos recordar, con Figueroa y Kim (en prensa), que determinar cuáles son los correlatos acústicos que permiten diferenciar el *punto de articulación* y la *sonoridad* es uno de los desafíos que presenta el estudio de las consonantes fricativas. En este contexto, se realizaron mediciones de parámetros espectrales, temporales y de amplitud para determinar cuáles de ellas permitían distinguir estas consonantes por *punto de articulación* y *sonoridad*. Es así como los resultados permiten concluir que la varianza y la duración absoluta son las mediciones que entregan más información para distinguir estas consonantes y, en especial, para los contrastes entre las labiodentales sonoras y las áfonas. Este aporte se releva aún más si se piensa que, a la fecha, excepto por Fuentes y Salamanca (2016), no se habían

realizado estudios acústicos y estadísticos de estas consonantes en mapudungun. En términos generales, la gran mayoría de las investigaciones acústicas de las consonantes fricativas se han realizado para el inglés y con especial énfasis en la distinción de consonantes sibilantes. Por último, los resultados presentados en este trabajo dan cuenta de que el cuerpo de mediciones acústicas habitualmente utilizado para distinguir a estas consonantes no necesariamente es tan eficiente para los contrastes de los puntos labiodental e interdental.

Las proyecciones de este estudio son: (a) realizar mediciones de los parámetros de transición de formantes en estas fricativas para determinar si F1, F2 o las locus equations permiten distinguir a estas cuatro consonantes; (b) aplicar técnicas de análisis discriminante para conocer qué mediciones permiten clasificar a las consonantes [v], [f], [ð] y [θ] de manera más eficiente; y (c) analizar estas fricativas en una zona de habla mapuche en la que los sonidos áfonos tengan estatus fonológico para conocer si existen diferencias espectrales en las fricativas dependiendo de la función que el sonido cumpla en la lengua.

Agradecimientos y financiamiento

Quisieramos agradecer a la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo, Beca Doctorado Nacional 21161183 por el financiamiento de los estudios doctorales de la autora principal de este artículo. Por otra parte, agradecemos a los investigadores del Proyecto Fondecyt Regular 1131095 “Adscripción dialectal y re-análisis de aspectos controversiales de la fonología segmental del chedungun hablado en Alto Bío-Bío” por facilitarnos los datos para realizar esta investigación.

Referencias bibliográficas

- Álvarez-Santullano, P. (1986). Descripción fonemática del Huilliche: estudio comparativo. *Alpha*, 2, 45-50.
- Álvarez-Santullano, Risco, E. & Forno, A. (2016). Descripción fonético-fonológica del sistema consonántico del mapuche hablado en territorio huilliche en los albores del siglo XXI: a propósito de la noción de continuum. *RLA. Revista de Lingüística Teórica y Aplicada*, 54, 101- 127.
- Behrens, S. J., & Blumstein, S. E. (1988a). Acoustic characteristics of English voiceless fricatives: A descriptive analysis. *Journal of Phonetics*, 16(3), 295-298.
- Behrens, S.J., & Blumstein, S. E. (1988b). On the role of the amplitude of the fricative noise in the perception of place of articulation in voiceless fricative consonants. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 84(3), 861-867.
- Boersma, P., & Weenink, D. (2018). *Praat: doing phonetics by computer* [programa de computador]. Compilado de <http://www.praat.org>.
- Croese, R. (1980). Estudio dialectológico del mapuche. *Estudios Filológicos*, 15, 7-38.
- Figuroa Candia, M. A., & Kim, Y. S. (en prensa). Measuring Consonants. En R. Knight & J. Setter (Eds.), *Cambridge Handbook of Phonetic Sciences*. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
- Fuentes, D., & Salamanca, G. (2016). ¿Los fonemas/v/ y /ð/ presentan alófonos aproximantes en el Chedungun hablado en el Alto Bío-Bío?: Evidencias desde una perspectiva acústica. *Literatura y Lingüística*, 33, 267-288.
- Echeverría, M. (1964). Descripción fonológica del mapuche actual. *Boletín de Filología*, XVI, 13-19.

- Jongman, A., Wayland, R., & Wong, S. (2000). Acoustic characteristics of English fricatives. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 108(3), 1252-1263.
- Lagos, D. (1981). El estrato fónico del mapudungu(n). *Nueva Revista del Pacífico*, 19/20, 42-66.
- Lenz, R. (1895). Estudios araucanos. Anales de la Universidad de Chile XC–XCVIII.
- Leys, C., Ley, C., Klein, O., Bernard, P., & Licata, L. (2013). Detecting outliers: Do not use standard deviation around the mean, use absolute deviation around the median. *Journal of Experimental Social Psychology*, 49(4), 764-766.
- Nirgianaki, E. (2014). Acoustic characteristics of Greek fricatives. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 135(5), 2964-2976.
- Pérez, C., & Salamanca, G. (2017). El mapuche hablado en Curarrehue; fonemas segmentales, fonotaxis y comparación con otras variedades. *Literatura y Lingüística*, 35, 313-334.
- R Core Team (2018). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.
- Sadowsky, S., Painequeo, H., Salamanca, G., & Avelino, H. (2013). Mapudungun. *Journal of the International Phonetic Association*, 43(1), 87-96.
- Salamanca, G. (1997). Fonología del pehuenche hablado en el Alto Bío Bío. RLA. *Revista de Lingüística Teórica y Aplicada*, 35, 113-124.
- Salamanca, G., & Quintrileo, E. (2009). El mapuche hablado en Tirúa: Fonemas segmentales, fonotaxis y comparación con otras variedades. RLA. *Revista de Lingüística Teórica y Aplicada*, 47(1), 13-35.
- Salamanca Gutiérrez, G., Cifuentes Becerra, E., & Figueroa Candia, M. (2011). Sistematización de criterios para la determinación de fonos, alófonos y formas básicas de los fonemas del español de Chile: una herramienta para la investigación y la docencia. *Boletín de Filología*, 46(2), 107-133.
- Salamanca, G., Aguilar, E., Alvear, K. & Barrientos, K. (2009). Mapuche hablado en Melipeuco: Fonemas segmentales, fonotaxis y comparación con otras variedades. *Logos*, 19(2), 74-95.
- Salas, A. (1976). Esbozo fonológico del mapudungu, lengua de los mapuches o araucanos de Chile central. *Estudios Filológicos*, 11, 143-153.
- Sánchez, G. (1989). Relatos orales en pehuenche chileno. Anales de la Universidad de Chile. *Estudios en honor de Yolando Pino Saavedra*, 17, 289-360.
- Sánchez, M. & Salamanca, G. (2015). El mapuche hablado en Lonquimay: Fonemas segmentales, fonotaxis y comparación con otras variedades. *Literatura y Lingüística*, 31, 295-334.
- Suárez, J. A. (1959). The phonemes of an Araucanian dialect. *International Journal of American Linguistics*, 25(3), 177-181.