

**CARACTERIZACIÓN ACÚSTICA
DE LA REDUCCIÓN VOCÁLICA
EN EL ESPAÑOL DE BOGOTÁ (COLOMBIA)**

**ACOUSTIC CHARACTERISTICS
OF VOWEL REDUCTION
IN THE SPANISH OF BOGOTA (COLOMBIA)**

JOSÉ ALEJANDRO CORREA DUARTE
Instituto Caro y Cuervo
alejandro.correa@caroycuervo.gov.co

Artículo recibido el día: 24/10/2016
Artículo aceptado definitivamente el día: 07/02/2017
Estudios de Fonética Experimental, ISSN 1575-5533, XXVI, 2017, pp. 63-91

RESUMEN

Este artículo analiza la reducción fonética de las vocales en el español de Bogotá (Colombia). El principal objetivo es comparar los efectos del estilo de habla (habla leída vs. habla no leída), el acento y el tipo de vocal (/i, e, a, o, u/) sobre la duración, los formantes vocálicos (F1- F2) y la distancia euclidiana. Los resultados indican que las átonas /e, o, u/ tienen menor duración y un F1 más bajo en habla no leída que las tónicas producidas en habla leída. La vocal central /a/ se realiza fonéticamente como una vocal abierta [a], una medio abierta [ɐ] o una central media [ə]. Las tónicas /a/ y /o/ presentan una ligera posteriorización, mientras que las tónicas /e/ y /u/ se anteriorizan. En general, la vocal cerrada /i/ permaneció estable en las diferentes condiciones experimentales analizadas.

Palabras clave: *reducción fonética de las vocales, acento léxico, duración, estilo de habla, español colombiano.*

ABSTRACT

This article examines phonetic vowel reduction in the Spanish of Bogota (Colombia). The main objective is to compare the influence of speech condition (read vs. unread speech), stress and vowel type (/i, e, a, o, u/) on duration, F1 and F2 frequencies, and the euclidian distance. Results show that unstressed vowels /e, o, u/ are shorter and have a lower first formant in unread speech than stressed vowels produced in read speech. /a/ is variably realized as an open vowel [a], a central near-open vowel [ɐ] or a schwa [ə]. The stressed vowels /a/ and /o/ are slightly backed, and the stressed /e/ and /u/ are slightly fronted. The high vowel /i/ remains somewhat stable in the experimental conditions studied.

Keywords: *phonetic vowel reduction, stress, duration, speech style, Colombian Spanish.*

1. INTRODUCCIÓN

Las vocales del español (/i, e, a, o, u/) se describen articulatoriamente como cerradas, medias o abiertas según la altura de la lengua, y como anteriores, centrales o posteriores según la ubicación dentro de la cavidad oral (Martínez Celdrán y Fernández Planas, 2007). Su timbre no varía con el acento (Quilis y Esgueva, 1983:243) y las diferencias entre dialectos son relativamente pequeñas (Hualde y Colina, 2014:124). Por este motivo se dice que el español tiene un sistema vocálico sencillo, simétrico y estable. Es importante tener en cuenta, sin embargo, que muchos estudios sobre las vocales del español tienen como objetivo establecer valores de referencia y, por tanto, se basan en el análisis de un inventario controlado de palabras. Harmegnies y Poch (1992) han mostrado que las vocales producidas en la lectura de palabras se ubican en la periferia del espacio acústico, mientras que en habla espontánea tienen mayor variabilidad, se solapan y se desplazan hacia la posición de una vocal central media [ə] o *schwa*. Este proceso se conoce como *reducción vocálica* y, como mostraremos en este estudio, causa modificaciones importantes en la organización interna del sistema vocálico del español.

Es necesario distinguir entre *reducción fonética* y *reducción fonológica* de las vocales. En las lenguas con reducción fonética las vocales pueden centralizarse a causa de factores relacionados con la producción del habla, como la coarticulación, y también por la variación de algunos parámetros acústicos, como la duración, los cuales responden a su vez a las demandas de la situación comunicativa. En cambio, la reducción fonológica se caracteriza porque las oposiciones fonológicas se neutralizan en las sílabas átonas respecto a las tónicas, de manera que se restringe el número de vocales posibles en este contexto o se realizan como una vocal central. Por ejemplo, el inglés americano usa cuatro vocales átonas en posición final (/i, ə, ʊ, ə/) y en otras posiciones una vocal central alta [ɪ] (Flemming y Johnson, 2007). Estas realizaciones son parte de la pronunciación de las palabras del inglés americano, y, por consiguiente, los hablantes siempre reducen las vocales en los mismos contextos fonológicos. En las lenguas con reducción fonética como el español, el grado de centralización varía de hablante a hablante y aparentemente no hay un patrón sistemático de variación (Poch, Huet y Harmegnies, 2001; Nadeu, 2014). A continuación, se discuten los factores fonéticos que determinan la reducción vocálica.

1.1 Factores determinantes de la reducción vocálica

La hipótesis más aceptada sostiene que la reducción vocálica depende de la duración y del grado de asimilación de las vocales al entorno consonántico. Según Stevens y House (1963), esto ocurre cuando el hablante intenta producir una vocal, pero no alcanza la posición articulatoria adecuada (*vowel undershoot*) porque el sonido es breve y/o está alejado del punto de articulación de las consonantes adyacentes. Por esta razón, Lindblom (1963) afirma en su clásico trabajo que la duración es el principal determinante de la reducción vocálica y, por tanto, puede afectar a las vocales átonas o a las producidas con velocidad de habla rápida. En un trabajo posterior, sin embargo, Moon y Lindblom (1994) mostraron que los efectos de la duración pueden contrarrestarse aumentando el esfuerzo articulatorio.

Desde un punto de vista acústico, la reducción vocálica se refleja en el segundo formante (F2). Cuando la duración de la vocal es breve, los hablantes no realizan una postura lingual específica, y el contorno de F2 no alcanza un valor estable sino que depende de las transiciones consonánticas (van Bergem, 1994). Los estudios sobre el sueco (Nord, 1986), el neerlandés (van Bergem, 1993, 1995), el inglés (Kondo, 1994; Flemming, 2009) y el alemán (Mooshammer y Geng, 2008) confirman estas observaciones. Todos concuerdan, por un lado, en interpretar la centralización de F2 como un efecto de la asimilación de las vocales a las consonantes. Por otro lado, consideran que el primer formante (F1), correlato acústico del grado de la abertura, presenta poca variación y, en algunos casos, que no participa de la reducción fonética.

Otros autores consideran que la reducción vocálica está relacionada con el acento léxico. Según su hipótesis, las características espectrales de las vocales pueden considerarse un correlato acústico del acento junto con la duración, la intensidad y el F₀ (Rietveld y Koopmans van Beinum, 1987). Esto explica, por ejemplo, por qué las vocales son periféricas en las sílabas tónicas y se centralizan en las sílabas átonas. De Jong (1995) considera que la presencia de acento induce a la hiperarticulación de la sílaba tónica (*localized hyperarticulation*) porque esto facilita su percepción y la identificación de las oposiciones fonológicas formadas por las vocales. Nadeu (2014) ha mostrado, sin embargo, que esta hipótesis es aplicable a lenguas con reducción fonológica como el inglés o el catalán, pero no puede extenderse completamente a lenguas sin neutralización de las átonas como el español.

Una manera de explicar la reducción vocálica sin apelar al contexto consonántico o a la posición del acento consiste en interpretar la centralización de las vocales

como una consecuencia del estilo de habla. Desde esta perspectiva, el espacio vocálico se contrae y las vocales se centralizan cuando el participante usa un estilo de habla espontánea o no presta atención a su pronunciación. Por el contrario, se espera que el hablante produzca vocales periféricas y presente un espacio acústico con mayor dispersión cuando lee palabras o acude a una pronunciación cuidadosa (Koopmans van Beinum, 1983). Siguiendo a Lindblom (1990), varios autores han explicado este efecto como una adaptación de la articulación a la situación: dado que los movimientos articulatorios están prospectivamente organizados, los hablantes ajustan su pronunciación a las demandas de la situación comunicativa en un continuo de hipo e hiperarticulación.

La centralización de las vocales y el grado de reducción se han estimado tradicionalmente con la *distancia euclidiana*, la cual se calcula sumando el cuadrado de la distancia entre los formantes de cada vocal (F1-F2) y el centro del espacio vocálico, y extrayendo luego la raíz cuadrada del resultado (Harrington, 2010). Una de las ventajas de la distancia euclidiana es que permite determinar la organización del sistema vocálico con respecto a un centro acústico y, como ya se ha dicho, extraer generalizaciones que no dependen de la prosodia léxica de la lengua o de la influencia del entorno consonántico. Este procedimiento ha permitido medir el grado de reducción de los sistemas vocálicos de diferentes lenguas: Koopmans van Beinum (1983) presenta datos sobre el neerlandés, el italiano y el japonés. Harmegnies y Poch (1992; 2010) y Harmegnies, Poch y Martín Butragueño (2008) presentan datos sobre el español en una serie de estudios que analizan el efecto del estilo de habla sobre la variabilidad vocálica. En la misma dirección, Nicolaidis (2003) y Lengeris (2012) aportan datos sobre el griego y, recientemente, DiCanio *et al.* (2015) hacen un análisis del mixteco de Yoloxóchitl que es consistente con las investigaciones sobre lenguas europeas.

En resumen, la reducción vocálica es un fenómeno que puede producirse debido a factores articulatorios, a propiedades prosódicas como el acento, y a las condiciones impuestas por la situación comunicativa. Aun es necesario analizar una mayor variedad de lenguas para saber cómo interactúan las variables mencionadas, pues los datos disponibles provienen principalmente de lenguas germánicas occidentales (inglés, neerlandés, alemán) y septentrionales (sueco). Por ejemplo, una investigación reciente sobre el tongano muestra que en esta lengua no hay reducción de F2 ni modificaciones del espacio acústico condicionadas por el acento (Garellek y White, 2015). Esto sugiere que las hipótesis actuales deben evaluarse a la luz de nuevos datos fonéticos para que puedan aplicarse a lenguas con diferentes características tipológicas.

1.2 Reducción fonética de las vocales del español

Los estudios sobre el español señalan que hay una ligera centralización y una contracción del espacio acústico en las vocales átonas (Quilis y Esgueva, 1983; Martínez Celdrán y Fernández Planas, 2007:188). En cambio, las tónicas se producen con un mayor grado de abertura, lo cual se refleja en un F1 alto (Álvarez González, 1989; Albalá *et al.*, 2008; Torreira y Ernestus, 2011). Chládkova, Escudero y Boersma (2011) encontraron que esta tendencia es más acusada en los hablantes de Madrid que en los hablantes de Lima. La vocal central /a/, por ejemplo, es pronunciada como una vocal media [ɐ] por los hablantes peruanos, mientras que es abierta [a] para los hispanohablantes. En todo caso, las diferencias espectrales entre tónicas y átonas en español se consideran mínimas en comparación con lenguas como el inglés, el francés o el alemán (Delattre, 1969).

Como ya se ha mencionado, la reducción vocálica del español se ha estudiado en relación con el estilo de habla¹. En particular, el trabajo de Harmegnies y Poch (1992) mostró que las vocales tienden a realizarse como una central media o *schwa* en habla espontánea. En un estudio posterior, Poch *et al.* (2003) analizaron la distancia de las vocales producidas por un hablante nativo del español conversando con un aprendiz de español como lengua extranjera, y encontraron que el hablante nativo modificó el campo de dispersión para hacer más comprensible la información a su interlocutor. Martín Butragueño (2014) estudió la distancia euclidiana de vocales obtenidas por medio de entrevistas sociolingüísticas en la Ciudad de México, y reporta un alto grado de centralización, particularmente en los informantes masculinos.

Las vocales afectadas por la reducción tienen realizaciones fonéticas que se ubican en un espacio acústico muy amplio y las estrategias articulatorias utilizadas varían de hablante a hablante. Según los autores que han abordado el tema, esto ocurre porque [ə] no tiene estatus fonológico en español y, por este motivo, puede ser el resultado de la centralización de diferentes vocales del sistema (Poch, Huet y Harmegnies, 2001; Nadeu, 2014). También es cierto, sin embargo, que no se puede

¹ El término *reducción vocálica* también ha sido usado para hacer referencia al debilitamiento/ensordecimiento de las vocales átonas en el español de México y en el español andino de Perú, Ecuador, y Bolivia (Delforge, 2008; Sessarego, 2012). En este caso, las vocales adyacentes a la sibilante alveolar /s/ se ensordecen en una escala que va desde el debilitamiento de los formantes hasta la desaparición completa de la vocal. Siguiendo a Delforge (2008: 112), preferimos llamar a este fenómeno ensordecimiento de las vocales átonas (*unstressed vowel devoicing*) y restringir el término reducción vocálica para hacer referencia al proceso de centralización del espacio acústico formado por F1 y F2.

explicar toda la variabilidad porque no contamos con suficientes investigaciones que expliquen la importancia de factores como el acento, la duración, el entorno consonántico y su interacción con diferentes estilos de habla. En este trabajo se presentan datos acústicos del español de Bogotá (Colombia) con el objetivo de contribuir a la comprensión de la reducción fonética y sus manifestaciones en la lengua española.

1.3 Preguntas de investigación

Para determinar el grado de reducción se midieron la duración vocálica, el valor de los dos primeros formantes (F1-F2) y la distancia euclidiana. Como variables independientes consideramos el estilo de habla, la tonicidad de la sílaba y el tipo de vocal (/i, e, a, o, u/). El entorno consonántico se trató como una variable controlada como se explica en la sección 2.3. En este trabajo nos interesa responder a las siguientes preguntas:

1. ¿El estilo de habla afecta los valores espectrales de las vocales del español de Bogotá? Si la respuesta es positiva, ¿el efecto es el mismo para todas las vocales del sistema?
2. ¿La tonicidad de la sílaba y el estilo de habla afectan la duración de las vocales? Si la respuesta es positiva, ¿los efectos de estas variables tienen la misma dirección?
3. ¿La tonicidad afecta los valores espectrales de las vocales del español de Bogotá? Si la respuesta es positiva, ¿el efecto es el mismo para todas las vocales del sistema?
4. ¿Cuál es la distancia de /i, e, a, o, u/ con respecto al centro del espacio acústico?, ¿el efecto es similar a otros dialectos o hay diferencias apreciables en el grado de centralización?

La primera pregunta busca confirmar los resultados obtenidos en investigaciones previas sobre la relación entre el estilo de habla y la reducción fonética de las vocales. Para ampliar las observaciones, hemos elegido dos tipos de habla de laboratorio comúnmente usados en los estudios lingüísticos: el habla narrada y las frases leídas, a los cuales nos referiremos en adelante como *habla no leída* y *habla leída* respectivamente. De acuerdo con la bibliografía, se espera que F2 y, en menor medida, F1 se desplacen al centro del espacio vocálico en la primera condición, mientras que en la lectura las vocales deben estar alejadas del centro acústico. Dado que la duración es un factor determinante del fenómeno en cuestión, con la segunda pregunta se quiere investigar si hay variaciones

temporales asociadas a la tonicidad de la sílaba y a la tarea de recolección de datos. La tercera pregunta busca determinar si las vocales tónicas y átonas tienen realizaciones fonéticas diferentes y, además, determinar si estas diferencias afectan por igual a todas las vocales del sistema. En este caso, esperamos encontrar mayor duración en tónicas que en átonas. Por último, con la cuarta pregunta se busca establecer la distancia de las vocales con respecto al centro acústico en las diferentes condiciones estudiadas y comparar estos resultados con los trabajos previos.

2. METODOLOGÍA

2.1 Participantes

Los datos provienen de 5 hombres nacidos en Bogotá con edades cercanas a los treinta años de edad (media= 30.8, rango= 27–36). Los participantes cuentan con estudios de posgrado, han vivido la mayor parte de sus vidas en la ciudad de Bogotá, usan el español en todas sus interacciones comunicativas, pero tienen conocimientos de, al menos, una lengua extranjera (inglés, francés o portugués). En el momento del experimento todos eran estudiantes o investigadores. Con esta selección de informantes se buscó verificar la existencia y construir un modelo preliminar de la reducción fonética, así que en investigaciones futuras esperamos incluir otras variables fonéticas (entorno consonántico y velocidad de elocución), participantes de ambos sexos y con diferentes características socioculturales.

2.2 Materiales y procedimiento

Las grabaciones fueron tomadas en la cabina insonorizada del Laboratorio de Fonética Experimental del Instituto Caro y Cuervo en dos sesiones separadas por dos meses de diferencia. Para corroborar la relación entre la reducción vocálica y factores como el estilo de habla y la tonicidad de la sílaba, se analizaron narraciones y frases leídas (*habla no leída* y *habla leída*, respectivamente). Para grabar el habla no leída se presentó a cada informante el video de Wallace Chafe (1980) *La historia de las peras*, una herramienta creada para obtener datos lingüísticos que ha sido usada para documentar lenguas indígenas norteamericanas y variedades lingüísticas habladas en China. Cada participante observó el video — cuya duración es de 6 minutos— en un ordenador y luego lo narró detalladamente.

La duración promedio de las muestras fue de 5 m, pero la duración individual se ubicó entre 3,5 y 5,8 m. Las grabaciones se transliteraron ortográficamente, y en una segunda sesión cada informante leyó su propio discurso con la ayuda de una pantalla con entradas de texto creadas en Praat (Boersma y Weenink, 2016). Por cada hablante se analizaron alrededor de 20 grupos fónicos o grupos de entonación (media=23, rango=17-29), para un total de 230 casos. El rango de grupos es alto porque los hablantes realizaron la narración en diferentes lapsos de tiempo.

2.3 Análisis de los datos

La transcripción de los datos se realizó de manera semiautomática con *EasyAlign* (Goldman, 2011) y fue corregida manualmente en *Praat* (Boersma y Weenink, 2016). Cada muestra se segmentó en grupos fónicos o grupos de entonación, es decir, en porciones de discurso delimitadas por dos pausas o por una entonación determinada (Aguilar, 2000:116). Estos grupos se transcribieron en tres niveles: (1) palabra ortográfica, 2) transcripción de fonos y (3) un nivel para establecer marcas y extraer el valor de los formantes. La selección de cada caso fue hecha cuidadosamente para controlar la influencia del entorno consonántico y la posición del sonido dentro del grupo de entonación o grupo fónico. Después de realizar una grabación de prueba (cuyos resultados no se consideran aquí) se decidió: (1) las vocales escogidas para el análisis no debían portar foco estrecho o ser un constituyente del tonema (núcleo o vocal final), pues en estas posiciones de prominencia prosódica la duración vocálica suele ser mayor; (2) se excluyeron las vocales cercanas a las consonantes /b, d/, ya que en el español hablado en Bogotá se eliden estas consonantes en posición intervocálica (Flórez, 1973; Montes *et al.*, 1998), por ejemplo, *estaba* se pronuncia [es'ta:]; finalmente, (3) se descartaron las vocales nasalizadas porque suelen tener un F1 más alto que las vocales orales (Stevens y House, 1956) y este hecho puede inducir a una interpretación errónea de los valores de este formante.

La duración de las vocales se definió a partir de la forma de onda y teniendo en cuenta las transiciones de los formantes. Los valores de F1 y F2 se tomaron en el pulso glotal de mayor intensidad de la parte estable del contorno del formante. Este pulso generalmente coincidió con el pulso intermedio de la vocal, pero no necesariamente con la mitad de su duración. Los datos se extrajeron con un script en el programa *Praat* (Boersma y Weenink, 2016) y se corrigieron manualmente. En total se analizaron 683 vocales por estilo de habla, para un total de 1366 casos. Como se muestra en la figura 1, las vocales más frecuentes fueron las átonas /a/ (25,9%), /e/ (24,1%) y /o/ (16,1%). Los valores individuales de las vocales

periféricas /i u/ no superaron el 4 % en ambas posiciones acentuales. Dentro de las tónicas, las vocales /'e/ y /'a/ fueron las más comunes con el 7,4 % y el 11 % respectivamente. Todas las vocales extraídas de los monólogos se compararon con su correspondiente versión en habla leída, de manera que si una vocal no cumplía con los criterios establecidos arriba, su versión en el otro estilo de habla también fue descartada del análisis.

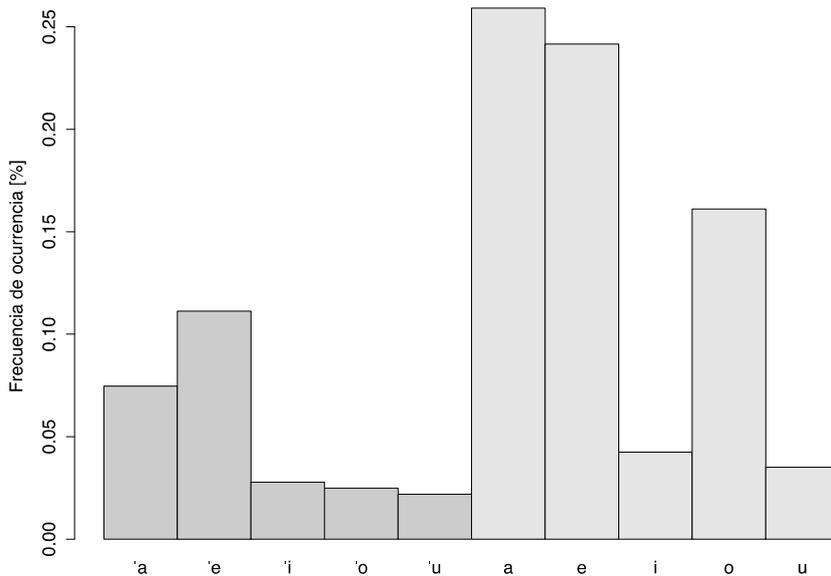


Figura 1. Diagrama de barras con la frecuencia de ocurrencia de las vocales tónicas (oscuro) y átonas (claro) analizadas en cada estilo de habla.

3. RESULTADOS

3.1 Modelos lineales de efectos mixtos

Las mediciones se realizaron usando la técnica de modelos lineales de efectos mixtos, los cuales se implementaron con el paquete *lm4* (Bates *et al.*, 2015) en el entorno R (R Development Core Team, 2012). Los valores de p para cada coeficiente fueron calculados con el paquete *lmerTest* (Kuznetsova, Brockhoff y Christensen, 2015), y la significatividad de los factores se determinó con el test de razón de verosimilitud (*likelihood ratio test*), como se explica en Baayen (2008). Finalmente, se realizó una inspección visual de los residuos para verificar su normalidad y la ausencia de heterocedasticidad². La razón principal por la que hemos elegido esta técnica es porque permite trabajar con diseños experimentales que violan el *supuesto de independencia*, lo cual ocurre cuando el valor de un dato depende del valor de un dato previo. En nuestro caso, cada grupo de entonación y cada vocal fueron repetidos dos veces por el mismo hablante, de manera que la información analizada no se puede considerar independiente.

3.2 Duración

La tabla 1 y la figura 2 ilustran la duración media de las vocales tónicas y átonas en habla leída y en habla no leída. Para analizar la duración, construimos un modelo mixto con el tipo de vocal (/i, e, a, o, u/), la presencia de acento (tónica *vs.* átona) y el estilo de habla (habla leída *vs.* habla no leída) como factores fijos, mientras que el hablante se trató como un efecto aleatorio. Como indican los coeficientes (tabla 1), la vocal con mayor duración es /a/ con 56.2 ± 1.8 ms, seguida por la posterior media /o/ con una diferencia de -6.7 ± 1.2 ms y la posterior cerrada /u/ con -6.2 ± 1.9 ms. La vocal /e/ tiene un valor intermedio con -8.2 ± 1.0 ms y la anterior cerrada /i/ presentó la menor duración con un descenso de -14.8 ± 1.7 ms con respecto a la intercepta /a/.

La presencia de acento afecta la duración de las vocales átonas ($\chi^2(1) = 261.59$, $p < .001$) incrementando su valor en 16.6 ± 0.9 ms ($t = 16.9$, $p < .001$). Encontramos una interacción entre acento y vocal que resultó apenas significativa para /u/ y se

² La ausencia de *heterocedasticidad*, o también llamada *homocedasticidad*, es un supuesto fundamental de la técnica de modelos mixtos según el cual los residuos deben tener la misma varianza en todas las condiciones analizadas (Baayen, 2012:672).

refleja en un incremento de 10.1 ± 4.0 ms ($p < .05$) en presencia de acento. El test de razón de verosimilitud muestra que la inclusión de pendientes aleatorias (*random slopes*) para el factor acento mejora el modelo ($\chi^2(2) = 8.4$, $p < .01$), lo cual implica que los efectos del acento sobre la duración varían de hablante a hablante. Para la variable dependiente *duración* no encontramos diferencias significativas entre los dos estilos analizados ($\chi^2(1) = 1.610$, $p = .205$).

	Estimada	Error estándar	Valor de t	Valor de p
Intercepta /a/	56.2	1.8	30	$p < .001$
/e/	-8.2	1.0	-8.0	$p < .001$
/o/	-6.7	1.2	-5.4	$p < .001$
/i/	-14.8	1.7	-8.3	$p < .001$
/u/	-6.2	1.9	-3.2	$p < .001$
átona vs. tónica	16.6	0.9	16.9	$p < .001$
no leída vs. leída	1.0	0.8	1.2	$p = .205$
acento[tónica]*vocal /u/	10.1	4.0	2.5	$p < .05$

Tabla 1. Resumen de los estadísticos de los efectos fijos acento, estilo y vocal; la variable dependiente es la duración vocálica. La estimada de la intercepta corresponde a la vocal /a/ en posición átona, observaciones: 1366, hablantes= 5, estilos= 2).

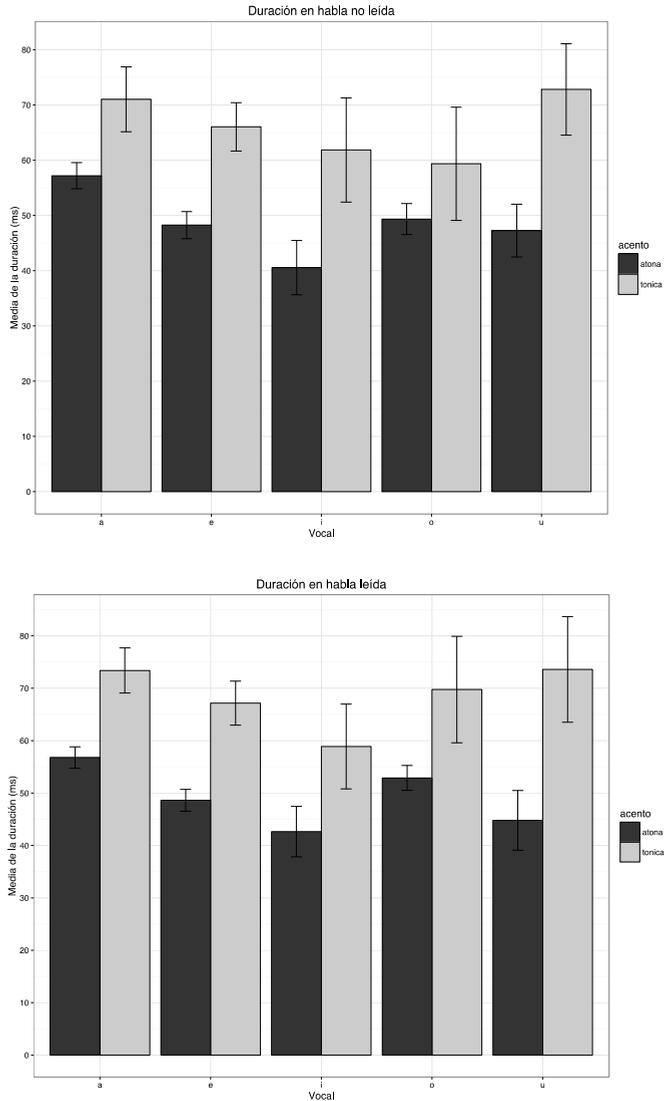


Figura 2. Valor medio y error estándar de la duración (ms) de las vocales en función del acento y el tipo de vocal. Las tónicas se representan en gris y las átonas en negro. El habla no leída se ilustra en la parte superior y el habla leída abajo.

3.3 Formantes

3.3.1 Primer formante

El primer formante incrementa 47.7 ± 5.2 Hz cuando la vocal es tónica ($\chi^2(5)=156.1$, $p < .001$). El estilo de habla tiene el mismo efecto sobre F1, pues en la lectura sube 23.6 ± 2.4 Hz ($\chi^2(1)=88$, $p < .001$). En consecuencia, las vocales átonas y las vocales producidas en habla no leída se producen con menor apertura del tracto vocal y, por tanto, presentan un F1 más bajo (figura 3).

Como se ve en la tabla 2, la intercepta para /a/ es de 541.8 ± 11.8 Hz, valor prototípico de una central media, y que podemos transcribir [a - ɐ - ə] según la posición del acento, el hablante o el estilo (figura 3). Las vocales medias /e/ y /o/ se mantienen a una distancia de -150 ± 10.9 Hz y -141 ± 13.6 Hz respectivamente y, como se ilustra en la figura, en ausencia de acento se realizan fonéticamente como vocales cerradas [ɛ, ɔ]. Por otra parte, se encontró una interacción significativa entre acento y vocal ($\chi^2(4)=33.4$, $p < .001$), de manera que las vocales tónicas /i, u/ tienen un F1 más bajo y, por este motivo, son más cerradas que las átonas. Finalmente, el test muestra que el factor *estilo de habla* ($\chi^2(1) = 88$, $p < .001$) mejora el modelo. La inclusión de pendientes aleatorias para el factor vocal resultó significativa ($\chi^2(2) = 4.02$, $p < .001$), lo cual indica que la varianza se explica por diferencias entre hablantes y debido al tipo de vocal.

	Estimada	Error estándar	Valor de t	Valor de p
Intercepta /a/	541.8	11.8	45.9	p < .001
/e/	-150	10.9	-13.7	p < .001
/o/	-141	13.6	-10.3	p < .001
/i/	-254	9.6	-26.3	p < .001
/u/	-224	15.2	-14.7	p < .001
átona vs. tónica	47.7	5.2	9.1	p < .001
no leída vs. leída	23.6	2.4	9.5	p < .001
acento[tónica]*vocal /i/	-48.7	10.9	-4.4	p < .001
acento[tónica]*vocal /u/	-54.4	12.4	-4.3	p < .001

Tabla 2. Resumen de los estadísticos de los efectos fijos acento, estilo y vocal; la variable dependiente es F1. La estimada de la intercepta corresponde a la vocal /a/, observaciones: 1366, hablantes= 5, estilos= 2).

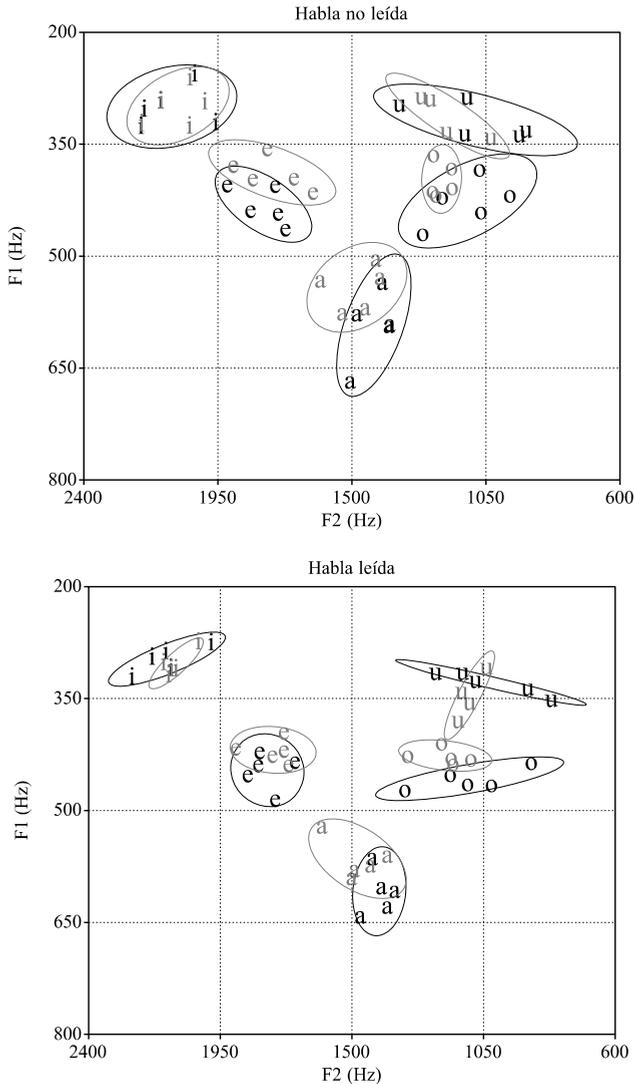


Figura 3. Vocales tónicas (negro) y átonas (gris) en habla leída (arriba) y no leída (abajo). Cada vocal representa los valores medios de un hablante y las elipses 1 desviación estándar.

3.3.2 Segundo formante

La presencia de acento provoca un descenso de -21.5 ± 9.7 Hz errores estándar ($\chi^2(1)=4.92$, $p < .05$) en F2. Este coeficiente alcanza un valor de -62.9 ± 17.3 Hz cuando se incluye en el modelo una interacción entre los factores *acento* y *vocal* ($\chi^2(4)=25.2$, $p < .001$). La vocal /e/ es anteriorizada y la /u/ es centralizada en presencia de acento, pues el segundo formante tiene un incremento de 83.9 ± 23 y 82.3 ± 39.8 Hz respectivamente. El test de razón de verosimilitud indica claramente que la presencia del factor *estilo de habla* no mejora el modelo de manera significativa ($\chi^2(1) = 1.8$, $p = .178$).

La vocal central /a/ es la intercepta de nuestro modelo y tiene una estimada para F2 de 1487 ± 25.8 Hz. Según muestran los coeficientes (tabla 3), el segundo formante de las vocales medias /e/ y /o/ se mantiene equidistante al centro del espacio vocálico. En el caso de la vocal posterior /u/, la mayor de las veces está centralizada, mientras que la vocal anterior cerrada /i/ tiene mayor distancia con una diferencia de 605 ± 21.8 Hz con respecto a la intercepta. La inclusión de pendientes aleatorias (*random slopes*) para el factor *vocal* mejoró el modelo ($\chi^2(14) = 71.7$, $p < .001$), mostrando que parte de la varianza se explica por diferencias entre hablantes y entre vocales (particularmente en el caso de las vocales posteriores).

	Estimada	Error estándar	Valor de <i>t</i>	Valor de <i>p</i>
Intercepta /a/	1487	25.8	57.6	$p < .001$
/e/	285	11.8	24.1	$p < .001$
/o/	-283	13.3	-21.1	$p < .001$
/i/	605	21.8	27.7	$p < .001$
/u/	-378	23.8	-15.8	$p < .001$
átona vs. tónica	-62.9	17.3	-3.6	$p < .001$
no leída vs. leída	-11.1	8.3	-1.3	$p = .183$
acento[tónica]*vocal /e/	83.9	23	3.6	$p < .001$
acento[tónica]*vocal /u/	82.3	39.8	2.0	$p < .05$

Tabla 3. Resumen de los estadísticos de los efectos fijos *acento*, *estilo* y *vocal*; la variable dependiente es F2. La estimada de la intercepta corresponde a la vocal /a/, observaciones: 1366, hablantes= 5, estilos= 2).

3.4 Distancia Euclidiana

Para medir el grado de centralización, Harmegnies y Poch-Olivé (1992) usan la distancia euclidiana, la cual se calcula sumando el cuadrado de la distancia entre los formantes de cada vocal y los correspondientes a una central media [ə], y luego se extrae la raíz cuadrada:

$$ed = [(F_1 - 500)^2 + (F_2 - 1500)^2]^{1/2}$$

En la tabla 4 se muestran los resultados obtenidos al aplicar la ecuación anterior a nuestros datos. Los valores altos indican que la vocal está alejada de *schwa* [ə], mientras los valores bajos significan una mayor proximidad y, en consecuencia, mayor centralización. Como ilustra la figura 4, las vocales se alejan del centro del espacio acústico en el orden $a > e > u > o > i$. Las vocales anteriores tienen una distancia euclidiana similar en las diferentes condiciones de acento y estilo. Sin embargo, en el caso de /i/ la distancia incrementa en las vocales tónicas y en el habla leída, mientras que /e/ resultó más alejada del centro del espacio acústico cuando se produjo en habla no leída y sin acento. Las vocales restantes /a, o, u/ son centralizadas cuando se realizan como átonas y, particularmente, cuando corresponden al habla no leída.

En la tabla 5 y en la figura 5 se comparan los estilos analizados en este trabajo con las distancias euclidianas reportadas por Harmegnies y Poch-Olivé (1992) para las vocales de un informante español en habla de laboratorio (lectura de palabras) y en habla espontánea (conversación). También se incluyen los datos de entrevistas sociolingüísticas realizadas a cuatro hombres originarios de la Ciudad de México (Martín Butragueño, 2014). Como se ve, las vocales cerradas /i, u/ producidas en el laboratorio por el hablante español son las más periféricas y equidistantes del conjunto de datos, con una distancia de 668 Hz en ambos casos. En cambio, en habla espontánea las vocales son centralizadas, lo cual es particularmente notorio en el caso de las vocales anteriores /i, e/.

Las distancias euclidianas para /i, e, a, o, u/ tienen el mismo patrón en las dos variedades de español americano, aunque en los hablantes de la Ciudad de México (figura 5) tienen vocales más centralizadas. Por ejemplo, /i/ tiene una distancia de 483 Hz, mientras que en nuestros datos alcanza los 627 ± 112 Hz en habla leída. En las dos variedades de español americano /a/ tiene menor distancia y, por tanto, un timbre cercano a *schwa* [ə], mientras que en el español peninsular la vocal más cercana al centro del espacio acústico es la anterior media /e/ (Harmegnies y Poch-Olivé, 1992, Harmegnies, Huet y Poch-Olivé, 2001).

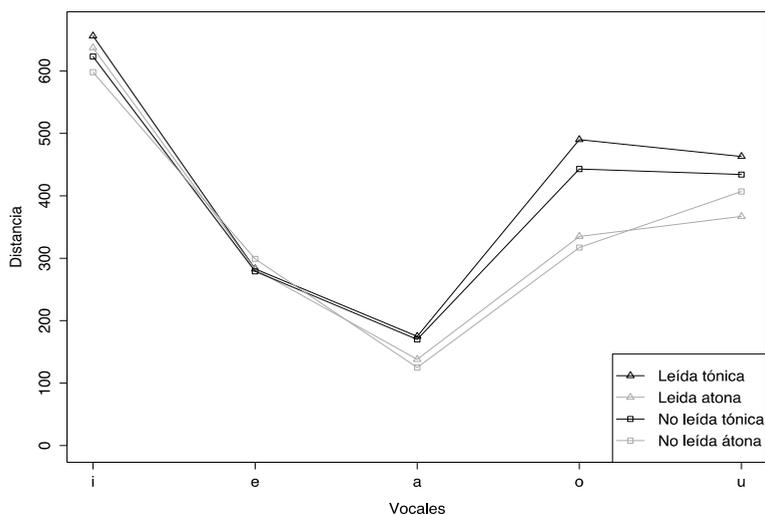


Figura 4. Distancia euclidiana (Hz) de las vocales tónicas y átonas del español hablado en Bogotá en habla leída y habla no leída. A menor distancia, mayor centralización de la vocal.

Vocal	Habla no leída				Habla leída			
	Tónicas		Átonas		Tónicas		Átonas	
	M	N	M	N	M	N	M	N
i	623 (134)	19	598 (116)	29	656 (119)	19	637 (109)	29
e	279 (132)	76	299 (157)	165	283 (122)	76	282 (151)	165
a	170 (72)	51	125 (87)	177	175 (79)	51	138 (84)	177
o	443 (157)	17	307 (142)	110	490 (177)	17	335 (148)	110
u	434 (140)	15	407 (197)	24	463 (164)	15	367 (190)	24

Tabla 4. Distancia euclidiana (Hz) para las vocales tónicas y átonas en habla no leída y habla leída.

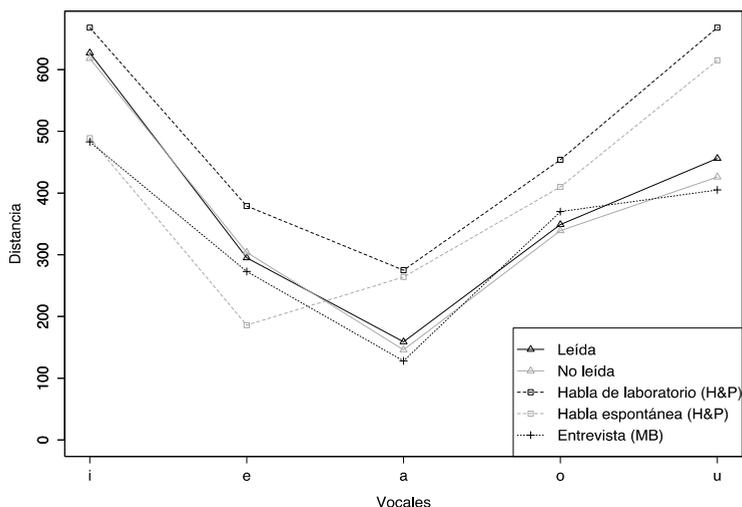


Figura 5. Distancias euclidianas (Hz) de las vocales /i e a o u/ en los dos estilos analizados (habla leída y no leída), en habla de laboratorio (lectura de palabras) y habla espontánea según Harmegnies y Poch-Olivé (1992), y en entrevistas sociolingüísticas analizadas por Martín Butragueño (2014). A menor distancia, mayor centralización de la vocal.

Vocal	Leída	No leída	Habla espontánea (H&P)	Habla laboratorio (H&P)	Entrevista (MB)
i	627 (112)	618 (122)	489 (115)	668 (101)	483
e	295 (143)	304 (149)	186 (107)	379 (125)	273
a	159 (84)	146 (84)	264 (102)	275 (76)	128
o	349 (156)	339 (147)	410 (134)	454 (121)	370
u	456 (178)	426 (176)	615 (131)	668 (89)	407

Tabla 5. Media de la distancia euclidiana (Hz) de las vocales bogotanas en habla leída y no leída, junto con los datos reportados por Harmegnies y Poch-Olivé (H&P) y por Martín Butragueño (MB).

4. DISCUSIÓN

El objetivo de este trabajo ha sido analizar la reducción fonética de las vocales en el español de Bogotá (Colombia). En particular, hemos comparado los efectos del estilo de habla (habla leída vs. habla no leída), la tonicidad de la sílaba (tónica vs. átona) y el tipo de vocal (/i, e, a, o, u/) sobre la duración, los formantes vocálicos (F1- F2) y la distancia euclidiana. A continuación, resumimos las aportaciones de este estudio y la respuesta a las preguntas formuladas en la sección 1.3.

4.1 Estilo de habla y valores formánticos

En las vocales producidas en habla leída F1 incrementa 23.6 ± 2.4 Hz, lo cual significa que los hablantes produjeron las vocales con un mayor grado de abertura. F2 no presentó variaciones significativas asociadas al estilo de habla. Las distancias euclidianas representadas en la figura 4 indican que, efectivamente, las diferencias entre las dos condiciones de elocución son pequeñas y, en el caso de las vocales anteriores /i, e/, no significativas.

Al comparar nuestros datos con trabajos previos (figura 5), vemos que el grado de centralización que alcanzaron los hablantes en la narración (habla no leída) y en la lectura de frases (habla leída) es semejante al reportado por Martín Butragueño (2014) en el análisis de entrevistas sociolingüísticas y, en el caso de las vocales /a, o, u/, presentan mayor centralización que el habla espontánea estudiada por Harmegnies y Poch-Olivé (1992). Esto sugiere que el estilo de habla condiciona el grado de centralización pero, como veremos más adelante, para explicar el fenómeno es necesario considerar otros factores como la tonicidad de la sílaba, el tipo de vocal y el dialecto.

4.2 Acento, estilo y duración vocálica

En concordancia con la bibliografía para el español y para otras lenguas, las vocales tónicas resultaron más largas que las átonas, alcanzando un incremento de 16.6 ± 0.9 ms (Gendrot y Adda Decker, 2007; Ortega Llebaria y Prieto, 2011; Nadeu, 2014; Aguilar *et al.*, 1997; Mairano *et al.*, 2015). La vocal posterior cerrada /u/ presentó mayor diferencia de duración entre tónicas y átonas (figura 2). La vocal con mayor duración es la central /a/ y la vocal más breve es la anterior cerrada /i/, sin embargo, como muestran los coeficientes del modelo (tabla 1), la diferencia en milisegundos entre estas vocales, aunque estadísticamente

significativa, es relativamente pequeña. El estilo de habla no afectó a ninguna vocal de manera significativa. Nuestros datos sobre la duración son limitados porque en el presente estudio analizamos casos que no tenían el entorno consonántico balanceado, lo cual nos impide afirmar si los casos de centralización de las vocales breves son causados por el acento o el entorno consonántico. No obstante, como se discute después, los datos sobre el acento y el tipo de vocal sugieren que la duración no es la principal causa de la reducción vocálica en español.

4.3 Acento y valores formánticos

El primer formante de las vocales tónicas sube 47.7 ± 5.2 Hz con respecto a las átonas, de manera que son más abiertas (sobre este punto véase también Álvarez González, 1989; Albalá *et al.*, 2008; Torreira y Ernestus, 2011). Este efecto, que produce los mismos cambios sobre F1 que el habla leída, es particularmente notorio en el caso de las vocales medias /e/ y /o/: nótese en la figura 3, por ejemplo, que para la mayoría de los hablantes las tónicas son abiertas y las átonas se realizan fonéticamente como vocales cerradas [e̞, o̞]. No obstante, este efecto no tiene las mismas consecuencias sobre todas las vocales del sistema. Las vocales /i/ y /u/ son más cerradas en presencia de acento y, en general, el campo de dispersión de las átonas se ubica dentro del campo de dispersión de las tónicas. En tanto, la vocal central /a/ varía fonéticamente entre una vocal abierta y una vocal central [a - e - ə]. Si bien las realizaciones átonas de /a/ se reducen espectralmente, en este caso, las diferencias que se observan en F1 dependen principalmente del hablante, pues la mayoría acude a realizaciones centralizadas [e̞ - ə] tanto para vocales tónicas como para átonas.

El segundo formante de las vocales tónicas /a, o/ desciende -62.9 ± 17.3 Hz. La vocal media /e/ tiene un incremento de F2 de 83.9 ± 23 Hz, lo cual sugiere que la articulación es más anterior en presencia de acento. La posterior cerrada /u/ también tiene un F2 alto cuando es acentuada, lo cual indica una tendencia a la centralización. Dado que el número de casos para /u/ es bajo en nuestros datos (4 %), se realizó un análisis manual de cada caso y se determinó que la centralización de esta vocal es causada por la influencia del entorno consonántico. En el caso de /i/ no se encontraron diferencias significativas asociadas con el segundo formante o con el estilo de habla. Esto concuerda con varios trabajos sobre el español, el francés, el italiano, el alemán y el chino que reportan que esta vocal presenta poca variabilidad en sílabas tónicas y átonas, y es resistente a la coarticulación con el

entorno consonántico (Recasens, 1999:81; Tabain y Pascal, 2005; Gendrot y Adda Decker, 2007; Mooshammer y Geng, 2008).

La distancia euclidiana de los formantes con respecto al centro del espacio vocálico (figura 4) señala que el acento no introduce mayor variación en las vocales anteriores /i, e/, mientras que /a, o, u/ se centralizan cuando no están acentuadas. De cualquier manera, concordamos con Nadeu (2014:17) en que los efectos del acento sobre los F1 y F2 presentan una enorme variación entre hablantes, como se ve en el caso de las vocales /a, o, u/ del español de Bogotá.

4.4 Tipo de vocal y comparación con otros dialectos

Como se dijo anteriormente, las vocales /a, e, u, o/ se reducen en el español de Bogotá, mientras que la vocal anterior cerrada /i/ se mantuvo alejada del centro del espacio vocálico en las diferentes condiciones. La vocal central /a/ tiene la distancia euclidiana más baja y, por tanto, el grado mayor de centralización, lo cual concuerda con los datos sobre F1 y F2 resumidos arriba. El patrón de reducción del español de Bogotá es similar al reportado para los hablantes de la Ciudad de México, a excepción de /i/, que es más centralizada en esta última variedad (Martín Butragueño, 2014). El conjunto de datos disponible sobre el español de España, México y Perú (Harmegnies, Huet y Poch-Olivé, 2001; Chládkova, Escudero y Boersma, 2011; Martín Butragueño, 2014) y los resultados presentados aquí muestran que /a/ puede alcanzar un timbre cercano a *schwa* [ə] en las variedades americanas, mientras que en el español peninsular la vocal más cercana al centro del espacio acústico es la anterior media /e/.

5. CONCLUSIÓN

En el presente estudio analizamos los efectos del estilo de habla, el acento y el tipo de vocal sobre la duración, los formantes vocálicos y la distancia euclidiana con el objetivo de determinar las manifestaciones acústicas de la reducción vocálica en el español de Bogotá. Se concluye que el fenómeno se manifiesta acústicamente en el primer formante y, en consecuencia, modifica el grado de abertura de las vocales: /i, e, a, o, u/ son más cerradas en habla no leída y en sílabas átonas, y son más abiertas durante el habla leída y en las sílabas tónicas. Así, una de las principales consecuencias de la reducción vocálica es que la vocal /a/ se realiza con un timbre cercano a una central media [a - ə - ə]. Por lo que respecta al segundo formante, las

vocales /a, o/ reducen el valor de frecuencia en presencia de acento, mientras que /e, u/ incrementan su F2; la vocal cerrada /i/ permanece relativamente estable en todas las condiciones. Finalmente, uno de los resultados más interesantes es que el uso de habla narrada y la lectura de frases (habla leída y no leída) permitieron capturar la reducción fonética con la misma efectividad que procedimientos de recolección de datos utilizados en trabajos previos como el habla espontánea o la entrevista sociolingüística. Debido a que nuestros datos incluyen un número limitado de factores, no es posible explicar toda la variabilidad. Las investigaciones futuras deberán incluir, entonces, una cantidad mayor de hablantes y variables como el entorno consonántico y la velocidad de elocución.

AGRADECIMIENTOS: Este trabajo ha sido realizado dentro del marco del proyecto «Propiedades fonéticas de los estilos de habla en el español bogotano», financiado por el Instituto Caro y Cuervo y dirigido por José Alejandro Correa. El autor agradece a los participantes por su tiempo y colaboración en este estudio, a María Machuca por sus comentarios a las versiones previas de este artículo y a los evaluadores anónimos por sus anotaciones detalladas. Todos los errores que puedan permanecer son de mi entera responsabilidad.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR, L. (2000): «La entonación», en S. Alcoba (coord.): *La expresión oral*, Barcelona, Ariel, pp. 115-145.
- AGUILAR, L.; J. A. GIMÉNEZ, M. J. MACHUCA, R. MARÍN y M. RIERA (1997): «Catalan vowel duration», en G. Kokinnakis (ed.): *EUROSPEECH '97, 15th European Conference on Speech Communication and Technology*, Rhodes, ISCA.
- ALBALÁ, M. J.; E. BATANER, M. CARRANZA, J. GIL, J. LLISTERRI y M. J. MACHUCA (2008): «VILE: Nuevos datos acústicos sobre vocales del español», *Language Design. Journal of Theoretical and Experimental Linguistics*, 1, pp. 1-14.
- ÁLVAREZ GONZÁLEZ, J. A. (1989): «Influencias de los sonidos contiguos en el timbre de las vocales (estudio acústico)», *Revista de la Sociedad Española de Lingüística*, 11, pp. 427-445.

-
- BAAYEN, R. H. (2008): *Analyzing Linguistic Data. A Practical Introduction to Statistics Using R*, Cambridge, Cambridge University Press.
- BAAYEN, R. H. (2012): «Mixed-effects models», en A. Cohn, C. Fougeron, M. Huffman y M. Renwick (eds.): *The Oxford Handbook of Laboratory Phonology*, Oxford, Oxford University Press, pp. 668-678.
- BATES, D.; M. MAEHLER, B. BOLKER y S. WALKER (2015): «Fitting linear mixed-effects models using lme4», *Journal of Statistical Software*, 67, pp. 1-48.
- BOERSMA, P. y D. WEENINK (2016): *Praat: Doing phonetics by computer*. [Computer program], versión 6.0.19. <http://www.praat.org/> [20/06/16]
- CHLÁDKOVÁ, K.; P. ESCUDERO y P. BOERSMA (2011): «Context-specific acoustic difference between Peruvian and Iberian Spanish vowels», *Journal of the Acoustical Society of America*, 130, pp. 416-428.
- DE JONG, K. (1995): «The supraglottal articulation of prominence in English: Linguistic stress as localized hyperarticulation», *Journal of the Acoustical Society of America*, 97, pp. 491-504.
- DELATTRE, P. (1969): «An acoustic and articulatory study of vowel reduction in four languages», *International Review of Applied Linguistics in Language Teaching*, 7, pp. 295-326.
- DELFORGE, A. (2008): «Unstressed vowel reduction in Andean Spanish», en L. Colantoni y J. Steele (eds.): *Selected Proceedings of the 3rd Conference on Laboratory Approaches to Spanish Phonology*, Somerville, Cascadilla Proceedings Project, pp. 107-124.
- DICANIO, C.; H. NAM, J. AMITH, R. CASTILLO y D. WHALEN (2015): «Vowel variability in elicited versus spontaneous speech: Evidence from Mixtec», *Journal of Phonetics*, 48, pp. 45-59.
- FLEMMING, E. (2009): «The phonetics of schwa vowels», en D. Minkova (ed.): *Phonological Weakness in English. From Old to Present-Day English*, Londres, Palgrave MacMillan, pp. 78-95.
- FLEMMING, E. y S. JOHNSON (2007): «Rosa's roses: Reduced vowels in American
-

-
- English», *Journal of the International Phonetic Association*, 37, pp. 83-96.
- FLÓREZ, L. (1973): *Las "Apuntaciones críticas" de Cuervo y el español bogotano cien años después. Pronunciación y fonética*, Bogotá, Instituto Caro y Cuervo.
- GARELLECK, M. y J. WHITE (2015): «Phonetics of Tongan stress», *Journal of the International Phonetic Association*, 45, pp. 13-34.
- GENDROT, C. y M. ADDA-DECKER (2007): «Impact of duration and vowel inventory size on formant values of oral vowels: An automated formant analysis from eight languages», en J. Trouvain y W. J. Barry (eds.): *International Congress of Phonetic Sciences*, Saarbrücken, ICPHS, pp. 1417-1420.
- GOLDMAN, J. P. (2011): «EasyAlign: an automatic phonetic alignment tool under Praat», en P. Cosi, R. de Mori, G. di Fabbrizio y R. Pieraccini (eds.): *INTERSPEECH 2011, 12th Annual Conference of the International Speech Communication Association*, Florencia, ISCA, pp. 3233-3236.
- HARMEGNIES, B. y D. POCH OLIVÉ (1992): «A study of style-induced vowel variability: Laboratory versus spontaneous speech in Spanish», *Speech Communication*, 11(4-5), pp. 429-437.
- HARRINGTON, J. (2010): *Phonetic Analysis of Speech Corpora*, Oxford, Willey Blackwell.
- HUALDE, I. y S. COLINA (2014): *Los sonidos del español*, Cambridge, Cambridge University Press.
- KONDO, Y. (1994): «Targetless schwa: Is that how we get the impression of stress-timing in English?», *Proceedings of the Edinburgh Linguistics Department Conference*, 94, pp. 63-76.
- KOOPMANS-VAN BEINUM, F. (1983): «Systematics in vowel systems», en M. van der Broecke, V. van Heuven y W. Zonneveld (eds.): *Sound Structures. Studies for Antonie Cohen*, Dordrecht, Fortis Publications, pp. 217-229.
- KUZNETSOVA, A.; P. B. BROCKHOFF y R. H. B. CHRISTENSEN (2015): «LmerTest: tests for random and fixed effects for linear mixed effect models (lmer

- objects of lme4 package)), [R package], versión 2.0-6, [20/06/16].
- LENGERIS, A. (2012): «Phonetic vowel reduction in Standard modern Greek», en Z. Gavriilidou, A. Efthymiou, E. Thomadaki y P. Kambakis-Vougioklis (eds.): *Selected Papers of the 10th International Conference of Greek Linguistics*, Komotini, Democritus University of Thrace, pp. 401-407.
- LINDBLUM, B. (1963): «Spectrographic study of vowel reduction», *Journal of the Acoustical Society of America*, 35, pp. 1773-1781.
- LINDBLUM, B. (1990): «Explaining phonetic variation: A sketch of the H&H theory», en W. Hardcastle y A. Marchal, (eds.): *Speech Production and Speech Modeling*, Dordrecht, Kluwer, pp. 403-439.
- MAIRANO, P., F. SANTIAGO y A. ROMANO (2015): «Cross-linguistic differences between accented vs. unaccented vowel durations», en The Scottish Consortium for ICPhS 2015 (ed.): *International Congress of Phonetic Sciences*, Glasgow, ICPhS.
- MARTÍN-BUTRAGUEÑO, P. (2014): «Vocales en contexto», en E. Herrera y R. Barriga (eds.): *Lenguas, Estructuras y Hablantes: Estudios en Homenaje a Thomas C. Smith Stark*, México, El Colegio de México, pp. 971-992.
- MARTÍNEZ CELDRÁN, E. y A. M. FERNÁNDEZ PLANAS (2007): *Manual de Fonética Española. Articulaciones y Sonidos del Español*, Barcelona, Ariel.
- MONTES, J.; J. FIGUEROA, S. MORA, M. LOZANO, R. APARICIO, M. ESPEJO y G. DUARTE (1998): *El Español Hablado en Bogotá. Análisis Previo de su Estratificación Social*, Bogotá, Instituto Caro y Cuervo.
- MOON, S. J. y B. LINDBLUM (1994): «Interaction between duration, context, and speaking style in English stressed vowels», *Journal of the Acoustical Society of America*, 96, pp. 40-55.
- MOOSHAMMER, C. y C. GENG (2008): «Acoustic and articulatory manifestation of vowel reduction in German», *Journal of the International Phonetic Association*, 38, pp. 117-136.
- NADEU, M. (2014): «Stress- and speech rate-induced vowel quality variation in Catalan and Spanish», *Journal of Phonetics*, 46, pp. 1-22.

-
- NICOLAIDIS, K. (2003): «Acoustic variability in Greek Spontaneous Speech», en M. J. Solé, D. Recasens y J. Romero (eds.): *International Congress of Phonetic Sciences*, Barcelona, ICPHS, pp. 3221-3224.
- NORD, L. (1986): «Acoustic studies of vowel reduction in Swedish», *STL-Quarterly Progress and Status Report*, 27, pp. 19-36.
- ORTEGA LLEBARIA, M. y P. PRIETO (2011): «Acoustic correlates of stress in Central Catalan and Castilian Spanish», *Language and Speech*, 54, pp. 73-97.
- POCH OLIVÉ, D. y B. HARMEGNIES (2010): «Centralización y reducción en las lenguas románicas», en M. Iliescu, P. Danler y H. Siller (eds.): *Actes du XXVe CILPR Congrès International de Linguistique et de Philologie Romanes*, Berlín, De Gruyter, pp. 137-146.
- POCH OLIVÉ, D.; B. HARMEGNIES, P. MARTÍN BUTRAGUEÑO (2008): «Influencia del estilo de habla sobre las características de las realizaciones vocálicas en el español de México», *Actas del XV Congreso Internacional ALFAL*, Montevideo, 2008.
- POCH OLIVÉ, D.; K. HUET y B. HARMEGNIES (2001): «Variabilidad acústica y estatus fonológico de la vocal central en las lenguas románicas», en F. Sánchez Miret (ed.): *Actas del XXIII Congreso Internacional de Lingüística y Filología Románica*, Berlín, De Gruyter, pp. 263-270.
- POCH OLIVÉ, D.; C. DHAINAUT, K. HUET y B. HARMEGNIES (2003): «La adaptación del locutor al interlocutor: dinámica del sistema vocálico del español en función de las características de los participantes en la conversación», *Estudios de Lingüística. Universidad de Alicante (ELUA)*, 17, pp. 519-530.
- QUILIS, A. y M. ESGUEVA (1983): «Realización de los fonemas vocálicos españoles en posición fonética normal», en M. Esgueva y M. Cantarero (eds.): *Estudios de Fonética I*, Madrid, CSIC, pp. 137-252.
- R CORE TEAM (2013): *R: A Language and Environment for Statistical Computing* [Manual de software informático], Vienna, Austria.

-
- RECASENS, D. (1999): «Lingual coarticulation», en W. Hardcastle y N. Hewlett (eds.): *Coarticulation: Theory, Data and Techniques*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 80-104.
- RIETVELD, T. y F. KOOPMANS-VAN BEINUM. (1987): «Vowel reduction and stress», *Speech Communication*, 6, pp. 217-229.
- SESSAREGO, S. (2012): «Unstressed vowel reduction in Cochabamba, Bolivia», *Revista Internacional de Lingüística Iberoamericana*, 10, pp. 213-227.
- STEVENS, K. y A. HOUSE (1956): «Studies of formant transitions using a vocal tract analog», *Journal of the Acoustical Society of America*, 28, pp. 578 - 585.
- STEVENS, K. y A. HOUSE (1963): «Perturbation of vowel articulations by consonantal context: An acoustical study», *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 6, pp. 111-128.
- TABAIN, M. y P. PERRIER (2005): «Articulation and acoustics of /i/ in preboundary position in French», *Journal of Phonetics*, 33, pp. 77-100.
- TORREIRA, F. y M. ERNESTUS (2011): «Realizations of voiceless stops and vowels in conversational French and Spanish», *Laboratory Phonology*, 2, pp. 331-353.
- VAN BERGEM, D. R. (1993): «Acoustic vowel reduction as a function of sentence accent, word stress, and word class», *Speech Communication*, 12, pp. 1-23.
- VAN BERGEM, D. R. (1994): «A model of coarticulatory effects on the schwa», *Speech Communication*, 14, pp. 143-162.
- VAN BERGEM, D. R. (1995): «Perceptual and acoustic aspects of lexical vowel reduction, a sound change in progress», *Speech Communication*, 16, pp. 329-358.
- WALLACE, C. (ed.) (1980): *The Pear Stories: Cognitive, Cultural and Linguistic Aspects of Narrative Production*. Norwood, Ablex.

