

Albalá, M. J., Battaner, E., Carranza, M., Gil, J., Llisterri, J., Machuca, M. J., . . . Ríos, A. (2008). VILE: Nuevos datos acústicos sobre vocales del español. *Language Design. Journal of Theoretical and Experimental Linguistics. Special Issue 1: New Trends in Experimental Phonetics: Selected Papers From the IV International Conference on Experimental Phonetics (Granada, 11-14 February 2008)*, 1, 1-14.

http://liceu.uab.cat/~joaquim/phonetics/VILE/VILE_IVCFE08_Vocales.pdf

VILE: nuevos datos acústicos sobre vocales del español

ALBALÁ, M. J.*; BATTANER, E.**; CARRANZA, M.+; GIL, J.*;
LLISTERRI, J.+; MACHUCA, M.J.+; MADRIGAL, N.+; MARQUINA,
M.+; MARRERO, V.#; DE LA MOTA, C.+; RIERA, M.+ y A. RÍOS[†]

* Consejo Superior de Investigaciones Científicas

** Universidad Rey Juan Carlos

+ Universidad Autónoma de Barcelona

Universidad Nacional de Educación a Distancia

En esta comunicación se presentan los datos acústicos sobre vocales recogidos para el proyecto VILE (*Variación inter e intralocutor en español*, BFF2001-2551. Battaner *et al.* 2007). En otro trabajo, publicado en este mismo volumen, se describen los datos suprasegmentales relativos al grupo fónico (Albalá *et al.* 2008)

1. Muestra

Contamos con 30 locutores masculinos, pertenecientes a la base de datos AHUMADA (Ortega, González y Marrero, 2000). Cada uno de ellos fue grabado en tres sesiones para dos estilos de habla (habla espontánea y lectura).

En un texto fonéticamente equilibrado seleccionamos las vocales en los contextos con menor influencia coarticulatoria: las vocales en sílaba abierta y entre oclusivas sordas o /s/ (nos interesaba estudiar este último elemento para los fines del proyecto, aunque no se incluirá aquí). La vocal /u/ fue excluida porque en el corpus estudiado no presentaba contextos en estas condiciones. El total de sonidos vocálicos analizados fue el siguiente¹:

	Tónicas	Átonas	Total
/i/	90	89	179
/e/	84	536	620
/a/	270	83	353
/o/	450	265	715
Subtotales	894	973	1867

Tabla 1. Número de vocales analizadas

¹ Resultado de multiplicar los 30 locutores seleccionados por las tres sesiones y por el siguiente número de contextos:

[i]	[í]	[e]	[é]	[a]	[á]	[o]	[ó]
1	1	6	1	1	3	3	5

En 23 casos no se han obtenido datos, y por eso no aparecen en la tabla 1.

Se extrajeron los siguientes parámetros²:

- Distribución espectral
- Frecuencias centrales de los cuatro primeros formantes³
- Frecuencia fundamental

2. Resultados

a. Frecuencia fundamental

En el total de la muestra, la frecuencia fundamental media se situó en torno a los 120 Hz (recordemos que se trataba, en todos los casos, de voz masculina), con unos 20 Hz de desviación estándar.

F0 y acento

El promedio de F0 en vocales átonas fue de 117 Hz, mientras que en vocales tónicas fue de 123 Hz. La diferencia entre ambos grupos resultó estadísticamente muy significativa ($p < 0,001$), debido sobre todo a las distancias entre /i/ e /í/, y, en menor medida, entre /o/ y /ó/.

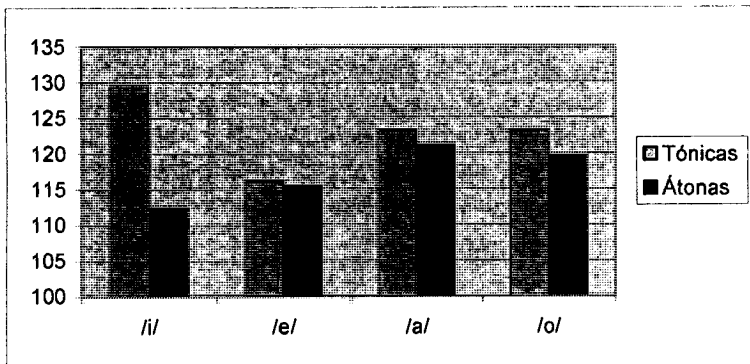


Gráfico 1. F0 en vocales tónicas y átonas

² Mediante extracción automática con Praat y revisión manual posterior.

³ Aunque inicialmente se obtuvieron también los valores relativos a los anchos de banda, los descartamos para esta descripción porque sus elevadas desviaciones estándar parecían indicar un error en el algoritmo de extracción.

Frecuencia fundamental intrínseca de las vocales

Si consideramos los cuatro timbres vocálicos analizados, los valores medios de F0 en /a, i, o/ se situaron en torno a los 120-124 Hz, y las diferencias entre ellos no fueron significativas.

En cambio, el promedio de F0 en /e/ era más bajo (115 Hz) y su diferencia con las demás vocales resultó estadísticamente significativa.

	Media	Desv. Est.	Nº casos
/i/	120	21	179
/e/	115	20	620
/a/	123	22	353
/o/	121	24	715

Tabla 2. Valores en Hz para F0

En el próximo apartado se analizará y comentará este resultado. Por el momento, tan sólo indicaremos que, por una parte, para el análisis de /e/ teníamos seis contextos átonos (536 realizaciones) frente a sólo uno tónico (84 realizaciones). Por lo tanto, el promedio total para la vocal está muy determinado por el carácter inacentuado de la mayoría de las vocales analizadas. Por otro lado, ese único contexto de [é] tónico ocupa una posición final en la curva melódica⁴ que provoca un descenso de la curva entonativa con repercusiones, lógicamente, en la F0 de la vocal.

b. Distribución espectral

Los dos primeros formantes

En cuanto a la distribución espectral de F1 y F2: los valores medios del primer formante van ascendiendo de /i/ (345 Hz) a /e/-/o/ (entre 440 y 475 Hz) y /a/ (en torno a 600 Hz). Los del segundo, por el contrario, descienden

⁴ La frase completa que los locutores leyeron para ese contexto era la siguiente (resaltamos la [é] seleccionada): “A mi edad, comienzan a faltarme las fuerzas, ya casi no soy joven, y la muerte de mi mujer en la guerra me pesa mucho”. En ella, por lo general, la curva tonal es descendente, y aunque el pico del F0 de la tónica se suele apreciar bien en el contexto, su valor absoluto es relativamente bajo respecto al total de la muestra.

paulatinamente: /i/ (algo más de 2000 Hz), /e/ (sobre 1700), /a/ (alrededor de 1300) y /o/ (algo por encima de 1000):

	F1		F2		Nº casos
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	
/i/	345	31	2089	161	179
/e/	432	33	1764	193	620
/a/	603	48	1375	149	353
/o/	477	46	1062	190	715

Tabla 3. Valores en Hz para F1 y F2

En la siguiente carta de formantes puede verse la distribución por separado de las vocales tónicas frente a las átonas; el círculo corresponde a la desviación estándar de los valores obtenidos.

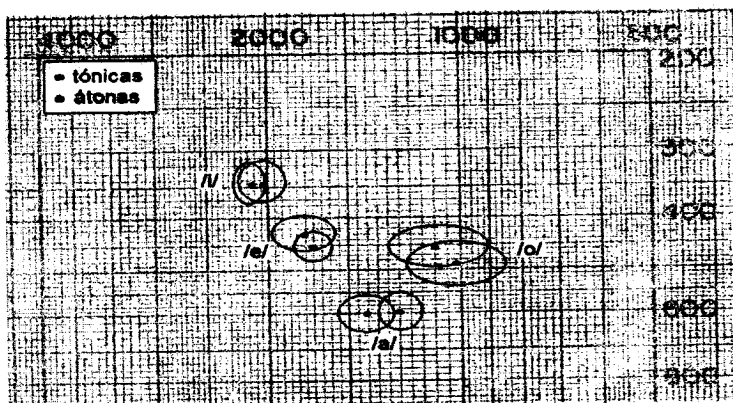


Gráfico 2. Carta de formantes de las vocales analizadas

Las vocales tónicas resultaron ligeramente más abiertas que las átonas en todos los casos, al presentar un primer formante más elevado. Esta diferencia resultó estadísticamente muy significativa ($p < 0.0001$) para /e/ y /o/, pero no para /i/, /a/⁵.

El segundo formante, como vemos, se comporta también de modo diferente en las vocales medias, /e/-/o/, con valores inferiores para las

⁵ Las diferencias entre las medias de tónicas y átonas, en Hz, fueron de los 3 Hz en /i/, o los 9 en /a/, hasta 24 en /e/ y 34 en /o/.

realizaciones tónicas, que en las extremas /i/-/a/, donde el patrón es el contrario; en esta ocasión, todas las diferencias son estadísticamente significativas⁶. La dispersión más elevada respecto a la media, y por tanto, la mayor variabilidad, según refleja la desviación estándar, corresponde a los segundos formantes de /o/, tanto tónica como átona: si atendemos a su correspondencia genética, esto indicaría que las realizaciones de nuestros informantes presentaban un abanico amplio en grados de anteroposterioridad⁷.

En las vocales anteriores las realizaciones tónicas resultaron más estables que las átonas (menor desviación), como podía esperarse en general. No obstante, el estilo de habla analizado, la lectura de un texto, limita la variabilidad mucho más que el habla espontánea.

El tercer y el cuarto formantes

Finalmente, presentamos la distribución -mucho menos conocida- de los formantes más altos.

El F3 presentó, en el total de la muestra, un valor cercano a los 2500 Hz⁸. Sin embargo, varió para las cuatro vocales, de forma muy significativa excepto para las diferencias entre /e/ y /o/.

	Media	Desv. Est.	Nº de casos
/i/	2693	221	179
/e/	2485	249	620
/a/	2296	311	353
/o/	2459	298	715

Tabla 3. Valores en Hz para F3 en vocales

En cuanto a las diferencias entre tónicas y átonas, las únicas significativas fueron las que respectan a [i] / [í] y [o] / [ó]:

	Media	Desv. Est.
[i]	2611	289
[í]	2774	312
[e]	2482	265

⁶ $P < 0,0001$ en /i/, /a/, /o/ y $p < 0,004$ en /e/.

⁷ Como puede comprobarse en la tabla 1, nuestra muestra para /o/ incluye más de 600 realizaciones, unas 20 por locutor, por lo que puede considerarse bastante representativa del habla estudiada.

⁸ Concretamente 2458, con una desviación estándar de 289.

[é]	2516	212
[a]	2301	245
[á]	2287	224
[o]	2514	284
[ó]	2429	332

Tabla 4. Valores en Hz para F3 en tónicas / átonas

El valor medio global de F4 fue de 3626 Hz. Como en el caso anterior, también encontramos diferencias entre los cuatro timbres analizados:

	Promedio	Desv. Est.	Nº de casos
/i/	3678	263	179
/e/	3677	328	620
/a/	3628	360	353
/o/	3566	328	715

Tabla 5. Valores en Hz para F4 en vocales

	Media	Desv. Est.
[i]	3652,19	249,61
[í]	3706,49	272,67
[e]	3682,64	324,10
[é]	3644,15	349,41
[a]	3640,62	368,42
[á]	3588,93	331,89
[o]	3570,13	336,75
[ó]	3553,19	346,77

Tabla 6. Valores en Hz para F3 en tónicas / átonas

En esta ocasión, las diferencias entre tónicas y átonas resultaron estadísticamente irrelevantes. No así las diferencias entre timbres: todas las vocales se diferencian de modo significativo o muy significativo entre sí, excepto /i/-/e/.

3. Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio dan pie a algunas reflexiones. En primer lugar y por lo que respecta al valor medio de la F0 en la muestra analizada, esto es, 120 Hz, cabe señalar que se ajusta casi con exactitud a las cifras avanzadas en trabajos ya clásicos de fonética española, como Borzone

de Manrique (1980), que habla de 125 Hz., Canellada y Kuhlman (1987), que dan también 120 Hz. como promedio en las acentuadas libres, o Quilis (1993), donde la media se fija en torno a los 123 Hz. Nuestro resultado, además, coincide exactamente con el valor proporcionado en algunos títulos de la bibliografía sobre fonética general, como por ejemplo, con el que da Laver (1994). Según es sabido, los especialistas difieren en este punto porque, entre otras razones, en las variaciones de la F0 intervienen diversos factores, algunos extralingüísticos, como la edad de los hablantes, la lengua en la que se expresan, su estado emocional o su perfil sociocultural. No obstante, el valor recogido en esta muestra es el más esperable de acuerdo con las coordenadas relativas a sexo y edad señaladas por Mackenzie Beck en su estado de la cuestión sobre este asunto (1999: 282).

También se ha observado en la bibliografía relevante que las vocales suelen tener una F0 intrínseca más alta cuanto más cerradas son⁹. De hecho, este fenómeno se ha considerado como un universal fonético, al que se ha tratado de buscar explicaciones fisiológicas y/o acústicas (cf. Whalen y Levitt, 1995). Estudios centrados en el español, como, por ejemplo, el de Mateo (1988) corroboran esta correspondencia aparentemente universal.

Sin embargo, no ha resultado ser así en la muestra estudiada por nosotros, en la cual los valores medios de /a, o, i/ no presentan diferencias significativas¹⁰. Sin duda, los datos obtenidos merecen un estudio más detenido, que calibre la influencia de las distintas variables contextuales. Pero conviene apuntar aquí que la explicación de su peculiaridad tal vez pueda derivarse de un factor sólo recientemente considerado por Verhoeven y Van Hoof (2007): el tamaño del inventario vocálico de la lengua en cuestión. Estos autores argumentan en su estudio que en las lenguas con inventarios vocálicos pequeños o medios (como el castellano) el tono intrínseco de una vocal, en tanto que es un rasgo que contribuye a la identificación de cada una de ellas con respecto a las demás, tiene mucha menos importancia y puede, por ello, ser menos notorio o más variable, mientras que en las lenguas con sistemas más amplios de vocales, las diferencias tonales intrínsecas contribuyen en mayor medida a subrayar la cualidad vocálica y a individualizarla

⁹ Cf. las revisiones de los principales estudios relacionados con este punto que realizan Hombert (1978) y t'Hart (1990).

¹⁰ Conviene señalar que, aunque las diferencias no sean significativas, son mayores entre la /i/ y la /e/ que entre la /e/ y la /a/, lo que confirmaría la conclusión de Mateo (1988, 177): "En general, las diferencias tonales entre las vocales altas y medias es superior a las diferencias entre éstas últimas y la vocal baja".

perceptivamente dentro de un espacio vocálico ya muy ocupado, por lo que son más acusadas y, sobre todo, sistemáticas¹¹.

Así pues, el hecho de que en español no siempre se verifique la correspondencia entre ciertos valores frecuenciales y determinados timbres¹² pudiera tener una justificación más de tipo fonológico que fonético.

Por lo que respecta a la influencia del acento, nuestros datos acústicos corroboran los resultados de trabajos anteriores, obtenidos en estudios perceptivos, y ponen nuevamente de manifiesto que, en español, la percepción como tónica de una vocal, y por ende de una sílaba, obedece fundamentalmente a la combinación de una modificación en la F0 con otras alteraciones en la duración o en la intensidad. Así, mientras que el promedio de F0 en las vocales átonas es de 117 Hz., en las tónicas asciende a 123 Hz¹³. Además, la oposición acentuada-inacentuada conlleva un mayor grado de abertura de la tónica en todos los casos, fenómeno éste ya registrado en la bibliografía: Álvarez (1981) por ejemplo, concluye a partir de su análisis de unas 5000 vocales, que las tónicas poseen en español un timbre más abierto que las átonas¹⁴.

En nuestra muestra, las diferencias son mayores y más significativas entre /i/-/í/ y /o/- /ó/. Coincidimos así con Mateo (1988): con $p < 0.01$ únicamente se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre /i/-/í/, /o/-/ó/ y /u/-/ú/.

¹¹ En el congreso que dio lugar a este volumen se presentaron algunas comunicaciones con indicios, más o menos directos, de la poca relevancia del F0 intrínseco para las vocales del español. Entre las primeras, Pape (2008), mostraba la pobre capacidad de discriminación al respecto de los hablantes españoles, comparados con los de otras lenguas con inventarios vocálicos más amplios. Entre los segundos, Meyer y Casimiro (2008) ponían de manifiesto cómo la codificación del español de La Gomera en el silbo seleccionaba claves formánticas y no tonales para la codificación del timbre vocálico (concretamente, una síntesis del los formantes altos), a diferencia de otras lenguas, como el mazateco mexicano, cuyas claves eran primordialmente tonales. Cfr. también Meyer (2007) y Meyer, Meunier y Dentel (2007).

¹² Por ejemplo, Mateo (1988) cita un trabajo experimental de J. F. Dorado en el cual la hipótesis universalista del tono intrínseco no se vio confirmada tampoco en el caso de las voces femeninas.

¹³ En este sentido, en Llisterri *et al.* (2006) se revisan las aportaciones realizadas previamente por diversos especialistas y, más en particular, se ratifican mediante nuevos experimentos los resultados alcanzados por Enríquez *et al.* (1989).

¹⁴ No todos los autores coinciden en este particular. En Almeida (1990) puede encontrarse un sucinto repaso de las conclusiones a las que han llegado los diferentes fonetistas que han tratado esta cuestión.

En cuanto a los valores formánticos, nuestros resultados no se alejan de manera llamativa de los previamente publicados (Quilis y Esgueva 1983, Quilis 1993, Martínez Celdrán 1984, 1995) y, en todo caso, entran dentro de los campos de dispersión que se establecen, tras un estudio detallado, en Martínez Celdrán y Fernández Planas (2007). Como allí mismo se explica (p. 173), los datos puntuales acerca de los valores formánticos son cifras de referencia; lo que realmente importa es el campo de dispersión de cada vocal y sus límites. En este sentido podemos afirmar que las vocales de nuestra muestra se ajustan a lo esperable.

La gran variación de la /o/, tanto tónica como átona, puede deberse a que el rasgo de labialización, que las otras vocales estudiadas no poseen, contribuya a su discriminación y permita un mayor margen de variación en su localización articulatoria. Los resultados sobre la vocal /u/ ayudarían a corroborar esta hipótesis.

Por último, en lo que se refiere a los formantes superiores, F3 y F4, los datos registrados en este estudio confirman también las observaciones previamente realizadas por otros autores (aunque por primera vez, hasta donde sabemos, se presentan datos sobre el español). Por una parte, el valor medio del F3, en torno a los 2.500 Hz., se inscribe en la gama esperable para este formante en voces masculinas: de 1200 a 3500 Hz (cf. Fant 2004).

El F3, como en general todos los formantes superiores, no parece tener, en principio, un papel exclusivamente lingüístico, funcionando también como índice de la individualidad del hablante. Por ejemplo, a partir de los valores medios del F3 puede estimarse la longitud general del tracto vocal, de modo que, según defienden algunos autores, los oyentes “construyen” un marco de referencia en el que situar todas las vocales producidas por el hablante en cuestión a partir precisamente de los datos del F3.

Ahora bien, se ha comprobado una relación sistemática entre la altura del F3 y el tamaño de la cavidad de resonancia bucal, en particular de la zona situada tras los incisivos inferiores¹⁵: cuanto menor sea la dimensión de esta última, más alto estará ubicado el F3 (Sundberg 1973, 1974). En la tabla 3 podemos observar que los valores de F3 más altos se dan en la vocal /i/, y los más bajos en /a/, mientras que las vocales /e/-/o/, de abertura media, también presentan un valor intermedio en este formante. A medida que se abre la vocal (de /i/ a /a/), el ápice de la lengua se va retrayendo, y la cavidad de resonancia tras los incisivos inferiores aumenta, con la consiguiente

¹⁵ También se ha señalado la relación entre la altura del F3 y otros fenómenos lingüísticos, como la retroflexión y la nasalización vocálicas, que no nos atañen en este momento.

disminución en la altura del F3. Nuestros datos ratificarían, pues, esta relación.

El F4 presenta, por otro lado, un valor medio cercano a los 3626 Hz. Se observa que las cifras van descendiendo a medida que vamos retrocediendo a lo largo del eje anteroposterior de la cavidad oral: la /i/ ofrece el resultado más alto, mientras que la /o/ presenta el más bajo (faltan los datos sobre la /u/). Ciertamente, la /o/ es la vocal que presenta un resonador bucal más largo, por efecto del redondeamiento labial, lo cual, como ya precisaron Lindblom y Sundberg (1971) influye no sólo en el F3, sino también en el F4 (y, en general, en todos los formantes). La altura de la laringe, que puede variar individualmente, condiciona asimismo el valor de este formante.

En definitiva, los resultados de nuestro estudio, en su mayor parte, corroboran aspectos ya conocidos sobre la fonética del español, tanto por lo que respecta al tono (como es el valor medio de F0, o su peso en la percepción del acento), como en lo que concierne al timbre (la distribución de los dos primeros formantes vocálicos, las diferencias de abertura y anteroposterioridad entre tónicas y átonas, o la mayor variabilidad de éstas). Alguno, sin embargo (F0 intrínseca), aun divergente de la bibliografía española, puede encontrar explicaciones en comparaciones interlingüísticas, además de requerir análisis más pormenorizados. Otros, por último, ofrecen nuevos datos para el español, especialmente los relacionados con los formantes altos (F3 y F4): situación, sensibilidad al timbre y sensibilidad al acento.

4. Conclusión

Entre las aportaciones de nuestro estudio podemos destacar, de forma muy esquemática, las siguientes:

A) Frecuencia fundamental

- a. Valores medios, voz masculina en lectura de texto: 120 Hz y 20 de desviación estándar.
- b. Las vocales tónicas presentan unos 6 Hz más, de promedio, que las átonas; esta diferencia es significativa en /i/ y /o/, pero no en /e/ y /a/.
- c. La única diferencia estadísticamente relevante entre el F0 de las cuatro vocales analizadas separa /e/ (más baja) del resto.

B) Valores formánticos

- a. F1 y F2
 - i. El triángulo vocálico del habla analizada (locutores masculinos, lectura de texto) está delimitado por

valores que en el F1 comienzan en 350 Hz (/i/) y terminan en 600 (/a/), mientras que en el F2 van desde 2100 (/i/) a 1050 (/o/).

- ii. La mayor variabilidad en los resultados aparece en las realizaciones átonas y en el F2 de /o/.
- iii. Diferencias estadísticamente significativas entre vocales tónicas y átonas:
 1. De abertura: las vocales medias tónicas ([é] y [ó]) resultaron más abiertas que las átonas.
 2. De anteroposterioridad: [é] y [ó] aparecen más adelantadas que [e] – [o], mientras que [á] e [í] resultaron más retrasadas que sus correlatos átonos.

b. F3 y F4

- i. El tercer formante se sitúa en unos 3500 Hz de media, y el cuarto a 1.125 Hz de diferencia, aproximadamente.
- ii. Los dos formantes altos son sensibles a las diferencias de timbre entre vocales, pero no de la misma manera: F3 no distingue significativamente entre /e/ y /o/ (ambas vocales de abertura media), mientras que en F4 las diferencias irrelevantes son las que separan /i/ de /e/ (ambas vocales de localización anterior).
- iii. El carácter tónico o átono de la sílaba no influyó de modo relevante en el F4. En el F3 sí supuso diferencias significativas, pero sólo respecto a las vocales /i/ y /o/.

Como conclusión, nuestro estudio, motivado por el doble propósito de aportar nuevos datos sobre la naturaleza acústica de las vocales del español y avanzar en el proceso de determinar el peso de cada parámetro acústico en la identificación de las características individuales del habla, ratifica en lo fundamental los hallazgos recogidos en la bibliografía pertinente, con mayor detalle de lo conocido hasta el momento en algunos parámetros, especialmente los relativos a los formantes de frecuencias altas. Las divergencias encontradas pueden deberse a diferencias en el procedimiento de análisis o a variables de mayor enjundia vinculadas con la siempre sugerente cuestión de la relación entre la fonética y la fonología.

5. Referencias bibliográficas

- ALBALÁ, M.J., BATTANER, E., CARRANZA, M., GIL, J., LLISTERRI, J., MACHUCA, M.J., MADRIGAL, N., MARQUINA, M., MARRERO, V., DE LA MOTA, C., RIERA, M. & RÍOS, A. 2008 "VILE: Análisis estadístico de los parámetros relacionados con el grupo fónico", *IV Congreso de Fonética Experimental*. Granada, Universidad de Granada.
- ALMEIDA, M. 1990 "El timbre vocálico en español actual", *Revista de Filología Románica* 7, págs. 75-86.
- ÁLVAREZ, J. 1981 "Influencias de los sonidos contiguos en el timbre de las vocales (Estudio acústico)". *Revista de la Sociedad Española de Lingüística* 11, 2, págs. 427-445.
- BATTANER, E.; CARBÓ, C.; GIL, J.; LLISTERRI, J.; MACHUCA, M.J.; MADRIGAL, M.; MARRERO, V.; DE LA MOTA, C.; RIERA, M. & A. RÍOS 2007 "VILE: estudio acústico de la variación inter e intralocutor en español". En *Actas do 3º Congreso Internacional de Fonética Experimental*. Santiago de Compostela, Xunta de Galicia, págs. 157-167.
- BORZONE DE MANRIQUE, A. Mª 1980 *Manual de fonética acústica*, Buenos Aires: Hachette.
- CANELLADA, Mª J. & J. KUHLMAN 1987 *Pronunciación del español. Lengua hablada y literaria*, Madrid: Castalia.
- ENRÍQUEZ, E., C. CASADO & A. SANTOS 198) "La percepción del acento en español", *Lingüística Española Actual* 11, págs. 241-269.
- FANT, G. (2004) *Speech Acoustics and Phonetics*, Dordrecht: Kluwer.
- HOMBERT, J.-M. 1978 "Consonant types, vowel quality, and tone", en V. Fromkin (ed.) *Tone: A Linguistic Survey*, Nueva York: Academic Press, págs. 77-111.
- LAVER, J. 1994 *Principles of Phonetics*, Cambridge: Cambridge University Press.
- LINDBLOM, B. & J. SUNDBERG 1971 "Acoustical consequences of lip, tongue, jaw and larynx movement", *Journal of the Acoustical Society of America* 50, 4, págs. 1166-1179.
- LLISTERRI, J., Mª J. MACHUCA, C. DE LA MOTA, M. RIERA & A. RÍOS 2006 "La percepción del acento léxico en español", en *Filología y lingüística. Estudios ofrecidos a Antonio Quilis*, Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas - Universidad Nacional de Educación a Distancia - Universidad de Valladolid. Vol. 1, págs. 271-297.
- MACKENZIE BECK, J. 1999 "Organic variation of the vocal apparatus", en W. J. HARDCASTLE y J. LAVER (eds.) *The Handbook of Phonetic Sciences*, Oxford: Blackwell, págs. 256-289.
- MARTÍNEZ CELDRÁN, E. 1984 *Fonética*, Barcelona: Teide.
- MARTÍNEZ CELDRÁN, E. 199) "En torno a las vocales del español: análisis y reconocimiento", *Estudios de fonética experimental* 7, Barcelona: PPU, págs. 195-218.
- MARTÍNEZ CELDRÁN, E. & A. Mª FERNÁNDEZ PLANAS 2007 *Manual de fonética española*, Barcelona: Ariel.

- MATEO, A. M^a. 1988 "Experimento sobre el tono intrínseco de las vocales castellanas", *Estudios de fonética experimental* 3, Barcelona: PPU, págs. 157-180.
- MEYER, J. 2007: "Acoustic Features and Perceptive Cues of Songs and Dialogues in Whistled Speech: Convergences with Sung Speech". *Proceedings of the International Symposium on Musical Acoustics 2007*. Barcelona. <http://www.lemondesiffle.free.fr/projet/science/JulienMeyerISMA2007Cor.pdf>.
- MEYER, J. & J. CASIMIRO 2008 "Exploiting the didactic role of whistled speech: interactions between phonetic research and education in Gómero Spanish and Mazatec". *IV Congreso de Fonética Experimental*. Granada, Universidad de Granada.
- MEYER, J., MEUNIER, F. y DENTEL, L. 2007 "Identification of Natural Whistled Vowels by Non-Whistlers". *InterSpeech 2007*. <http://www.lemondesiffle.free.fr/projet/science/PerceptionWhistledInterspeechFini.pdf>
- ORTEGA, J.; J. GONZÁLEZ & V. MARRERO 2000 "AHUMADA: a large corpus of Spanish for speaker characterization and identification", *Speech Communication* 31, 2-3, págs. 255-264.
- PAPE, D. 2008 "Spanish and Portuguese listeners perceive intrinsic pitch in a different manner: evidence from a crosslinguistic perception experiment". *IV Congreso de Fonética Experimental*. Granada, Universidad de Granada.
- QUILIS, A. 1993 *Tratado de fonética y fonología españolas*, Madrid: Gredos.
- QUILIS, A. & 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, págs. 137-252.
- SUNDBERG, J. 1973 "Observations on a professional soprano singer", *STL-QPSR* 1, págs. 14-24.
- SUNDBERG, J. 1974 "Articulatory interpretation of the 'singing formant'", *J. Acoust. Soc. Am.* 55, págs. 838-844.
- VERHOEVEN, J. & S. VAN HOOFF 2007 "Intrinsic vowel pitch in Dutch and Arabic". Comunicación presentada en el *XVI Intern. Congr. of Phon. Sc.* Saarbrücken, agosto 2007. <http://www.icphs2007.de/conference/Papers/1198/1198.pdf>
- WHALEN, D. y A. LEVITT 1995 "The universality of intrinsic F₀ of vowels", *Journal of Phonetics* 23, págs. 349-366.