

**CARACTERIZACIÓN ARTICULATORIA DE *ELE*
EN ESPAÑOL Y EUSKARA**

**ARTICULATORY CHARACTERIZATION OF *ELE*
IN SPANISH AND BASQUE**

ALEXANDER IRIBAR
Universidad de Deusto
alex.iribar@deusto.es

ROSA MIREN PAGOLA
Universidad de Deusto
rpagola@deusto.es

ITZIAR TÚRREZ
Universidad de Deusto
itziar.turrez@deusto.es

Artículo recibido el día: 01/03/2013
Artículo aceptado definitivamente el día: 25/06/2013
Estudios de Fonética Experimental, ISSN 1575-5533, XXII, 2013, pp. 129-169

RESUMEN

Este trabajo ofrece una caracterización y comparación de la producción de /l/ en castellano y euskara. Para ello, en primer lugar, se ha medido, mediante el *software* DicomPas, una colección de parámetros articulatorios establecida a partir del análisis de imágenes obtenidas mediante resonancia magnética (MRI); en segundo lugar, esta información se complementa y contrasta con otros dos procedimientos experimentales: la electropalatografía y espectrografía. El análisis ha mostrado importantes diferencias entre ambas lenguas en la producción de /l/.

Palabras clave: *fonética articulatoria, MRI, EPG, LPC, lateral, español, euskara.*

ABSTRACT

This paper provides both a characterization and a comparison of the production of /l/ in Spanish and Basque. In the first place, we have measured, using DicomPas software, a collection of articulatory parameters taken from the analysis of images obtained through magnetic resonance. In the second place, this information has been complemented and contrasted with two other experimental procedures: electropalatography and spectrography. The analysis has shown significant differences in the production of /l/ in both languages.

Keywords: *articulatory phonetics, MRI, EPG, LPC, lateral, Spanish, Basque.*

1. PRESENTACIÓN

Este trabajo se inscribe en el marco del proyecto DAELPACE (*Descripción articulatoria experimental de la lengua: parámetros articulatorios del castellano y del euskara*)¹. La caracterización y comparación de los segmentos de las dos lenguas, realizada básicamente a partir del análisis de imágenes obtenidas mediante resonancia magnética (MRI), comenzó con la consonante lateral *ele*, común a ambas. Los resultados iniciales se avanzaron en el *V Congreso de Fonética Experimental* (Cáceres, 2011)²; en esta ocasión se presenta un análisis más completo, que incluye, por una parte, nuevos parámetros articulatorios, y, por otra, el contraste con otros procedimientos experimentales, como la electropalatografía y el análisis acústico.

La articulación de /l/ en español ha sido descrita, desde Navarro Tomás (1918), como lateral apicoalveolar. Según este autor, el dorso lingual, casi plano en posición intervocálica, puede hacerse ligeramente cóncavo en posición final de sílaba o de palabra, *pero sin llegar en ningún caso a la articulación hueca o velar de la *ele* inglesa o catalana* (Navarro Tomás 1918: 114). Quilis (1993) indica que /l/ puede pronunciarse con el ápice o con la región apicopredorsal. Martínez Celdrán y Fernández Planas (2007), apoyados en el análisis electropalatográfico, concluyen que la constricción se produce más bien en la parte posterior de los alveolos. En ambos casos, como se ve, el matiz añadido a la clásica descripción de Navarro contribuye a retrasar ligeramente la constricción apicoalveolar de /l/ en español. Navarro Tomás (1925) también estudió la articulación de /l/ en euskara, y la consideró básicamente semejante a la castellana. Sin embargo, para MacMurrugh (1981)³, este elemento puede presentar dos modelos de producción: uno semejante al descrito por Navarro Tomás y otro particular del euskara, de

¹ El proyecto se ha desarrollado durante el periodo 2010-2012 en la Universidad de Deusto gracias a la subvención del MICINN (referencia FFI2009-10706). El equipo investigador ha estado formado por dos subequipos: el fonético está compuesto por Rosa Miren Pagola Petrirena (IP), Alexander Iribar Ibabe e Itziar Túrrez Aguirrezabal, más las colaboradoras de investigación Maialen Garbizu Piñeiro, Ainara Iturbe Gojenola y Raquel Gómez Dávila; el técnico (ingeniería e informática) lo forman Begoña García Zapirain, Amaia Méndez Zorrilla e Ibon Ruiz Oleagordia, más la colaboración de José Luis Fernández Arroyo.

² Iribar, Pagola y Túrrez (en prensa): «Observaciones sobre la articulación de la lateral alveolar en euskara y castellano».

³ Aunque la publicación sea de 1981, el autor ya había presentado su hipótesis en diversos foros en años anteriores.

carácter claramente retroflejo⁴. Esta hipótesis es recogida en la obra fundamental de Txillardegi (1980).

Al menos dos trabajos posteriores, referidos al área navarra, señalan también la retroflexión de la *ele* vasca. Salaburu (1984) encuentra en Baztán –salvo en uno de sus informantes– una [l] apicoalveolar retrasada, casi siempre retrofleja. Pagola (1992), en su análisis dialectal de las hablas altonavarras, señala que la [l] es habitualmente no retrofleja en habla relajada, pero se hace frecuentemente retrofleja en habla cuidada, especialmente en posición implosiva.

Este trabajo pretende, por tanto, validar la descripción de /l/ en castellano y aportar datos experimentales sobre la hipótesis del doble modelo de producción en euskara.

2. METODOLOGÍA

Este trabajo sigue la metodología general desarrollada en el proyecto DAELPACE, expuesta en Pagola, Iribar y Túrrez (2012). Con respecto a las etapas anteriores del proyecto, el *software* de análisis de las imágenes MRI Dicompas presenta algunas novedades, como la extracción de coeficientes secundarios a partir de determinadas medidas, que enriquecen los parámetros articulatorios examinados. Una descripción completa del *framework* de DAELPACE se presenta en García Arroyo et al. (2013).

El objetivo de este trabajo es caracterizar y comparar articulatoriamente la lateral alveolar en castellano y euskara por medio del análisis de imágenes de resonancia magnética de su producción por parte de ocho informantes, cuatro por cada lengua. Estos informantes (numerados del C01 al C04 para el castellano y del E01 al E04 para el euskara) son todos universitarios, con edades comprendidas entre los 20 y los 49 años, y representativos del habla culta de ambas lenguas⁵. El euskara es la lengua materna y de uso más habitual de los informantes E01, E02, E03 y E04; los informantes de castellano, por su parte, apenas tienen contacto con esta lengua. Los datos de los ocho informantes son los siguientes:

⁴ MacMurraugh extiende la articulación retrofleja a la producción de las alveolares /l, n, ts/.

⁵ Una presentación inicial de los primeros resultados de esta tarea se realizó, como ya ha sido señalado, en Iribar, Pagola y Túrrez (en prensa).

1. C01: mujer, 49 años⁶, natural de Bilbao con estudios superiores.
2. C02: mujer, 42 años, natural de Barakaldo (Bizkaia), con estudios superiores.
3. C03: mujer, 48 años, natural de Bilbao, con estudios superiores.
4. C04: hombre, 41 años, natural de Bilbao, con estudios superiores.
5. E01: hombre, 48 años, natural de Azpeitia (Gipuzkoa), con estudios superiores.
6. E02: hombre, 23 años, natural de Hondarribia (Gipuzkoa), con estudios superiores.
7. E03: hombre, 20 años, natural de Mutriku (Gipuzkoa), con estudios superiores.
8. E04: mujer, 22 años, natural de Gernika (Bizkaia), con estudios superiores.

Se realizaron sesiones previas de entrenamiento en el Laboratorio de Fonética, para asegurar que los informantes produjeran adecuadamente el cuestionario. Éste consistía en la pronunciación del repertorio de sonidos de la lengua correspondiente en posición fonética normal (en el caso de [l], en sílaba abierta con [a]) y de manera sostenida durante el mayor tiempo posible. Cada elemento del repertorio era comunicado al informante mediante el comunicador del propio sistema. Las sesiones de grabación de las imágenes de MRI se realizaron en el Hospital Quirón de Bizkaia⁷, mediante un equipo GE 1,5T. –HealthCare–, que obtiene secuencias dinámicas SSFSE (*Single Shot Fast Spin Eco*) con TR de 4,8 y TE de 1,3, 24 fotogramas por minuto con un plano Sagital.

Para la caracterización articuladora de la *ele* en español y euskara, se propone la siguiente colección de parámetros, mensurables mediante DicomPas⁸ en las imágenes midsagitales de MRI:

⁶ La edad se refiere siempre al momento de realización de la encuesta.

⁷ Para el establecimiento del protocolo de grabación, contamos con la inestimable colaboración del Dr. Estepan Imanol Gainza Jauregi, especialista del propio hospital.

⁸ Las medidas de perímetros y distancias se realizan en mm., y las de áreas, en mm².

1. Parámetros de área de lengua:

- 1.1. A01: área-perímetro del ápice lingual
- 1.2. A02 – A02': área-perímetro del dorso lingual (desde el inicio o desde el centro de la constricción)
- 1.3. A03: área-perímetro del dorso lingual desde el ápice sublingual
- 1.4. A05: área-perímetro de la raíz lingual
- 1.5. A07: área total de la lengua

2. Parámetros de cavidad:

- 2.1. CE – CE': área-perímetro de la cavidad externa (desde el extremo externo o desde el punto central de los labios)
- 2.2. CB: área-perímetro de la cavidad bucal
- 2.3. CF: área-perímetro de la cavidad faríngea
- 2.4. CO: área-perímetro de la cavidad oral

3. Parámetros de distancia y de longitud:

- 3.1. D08 – D08': distancia entre los labios (desde el centro de los labios, o desde el centro del labio superior hasta el plano correspondiente al del labio inferior)
- 3.2. DCL: distancia de la constricción lingual
- 3.3. LL – LL': longitud de la lengua (desde el ápice sublingual o desde el inicio de la constricción)

La figura 1 muestra un ejemplo de cada uno de estos parámetros.

A partir de los valores obtenidos en los parámetros de áreas y cavidades, el *software* DicomPas proporciona además varios coeficientes de forma:

1. *Ferets*: la distancia máxima existente entre dos puntos de la envolvente convexa (*convex hull*) de la figura que forma el parámetro.
2. *Aspect ratio*: la relación entre la anchura y la altura de la figura.
3. *Circularity*: la desviación de la figura respecto de su círculo perfecto.
4. *Solidity*: la relación entre el área de la figura y su envolvente convexa (*convex hull*).

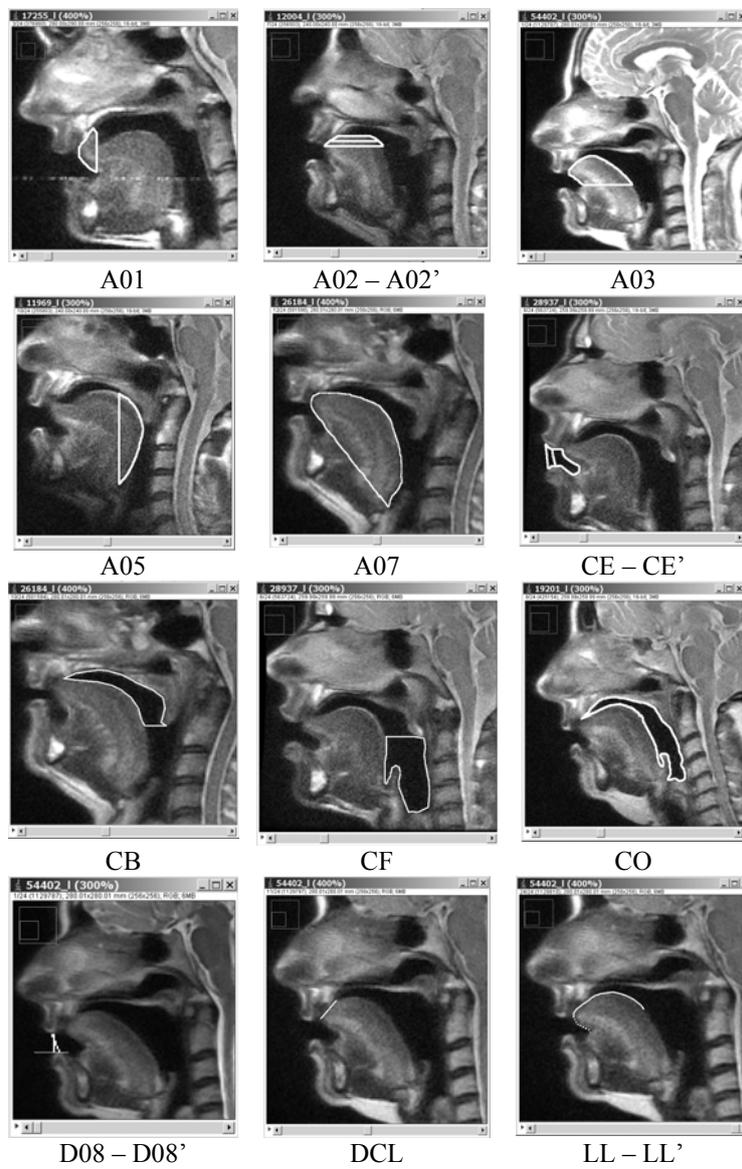


Figura 1. *Parámetros articulatorios.*

La base de datos articulatoria generada por Dicompas se ha procesado mediante el paquete estadístico SPSS.

La información obtenida mediante el análisis de las imágenes MRI ha sido contrastada con los datos procedentes de otros dos análisis:

1. Análisis electropalatográfico (EPG) de la articulación de dos de los ocho informantes seleccionados, uno para cada lengua: C02 y E01.
2. Análisis acústico mediante LPC de las realizaciones de dos informantes para cada lengua: C02, C04, E01 y E04.

3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Se presentan los resultados obtenidos en las diferentes pruebas experimentales realizadas.

3.1. Imágenes de MRI

3.1.1. La *ele* del español

En primer lugar, se presentan (figura 2) cuatro imágenes representativas del modelo de producción de la lateral de los cuatro informantes estudiados.

De la observación de las imágenes, puede decirse que la *ele* en español se produce con una constricción alveolar. El articulador activo es el ápice de la lengua, que adopta en ocasiones una posición retraída. En dos informantes (C01 y C02) interviene también el predorso, de modo que la superficie de contacto es, en estos dos casos, mayor. El contorno sublingual (la superficie ventral sublingual) puede ser recto o ligeramente convexo (C01).

El dorso de la lengua presenta un contorno más o menos recto (C02), en un plano que puede estar ligeramente inclinado hacia la parte anterior (C03) o hacia la parte posterior (C04); el dorso lingual también puede, en un plano recto, adoptar una forma ligeramente convexa (C01). La transición del dorso con el tercio lingual posterior, o raíz lingual, es abrupta (algo menos en C01, por su convexidad, y más

brusca en C02). Toda la parte posterior aparece siempre adelantada, de modo que la epiglotis queda separada.

Finalmente, los labios presentan una abertura moderada, algo mayor en C02 y algo menor en C04.

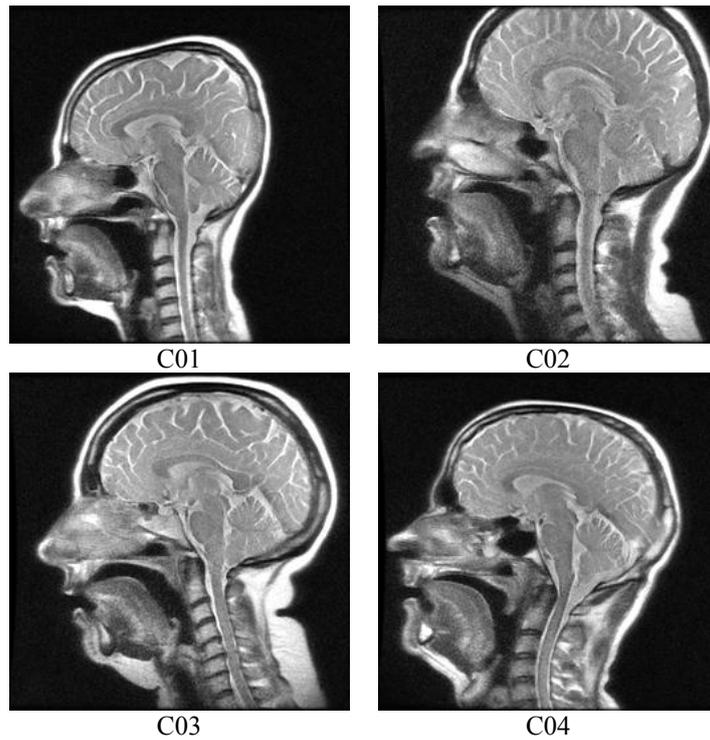


Figura 2. Imágenes representativas de [l] (español).

El análisis realizado en las imágenes MRI se condensa en los datos de la tabla 1:

Parámetros		Perímetro		Área		Coeficientes secundarios			
		X	ds	X	ds	Ferets	Aspect	Circ.	Solid.
Áreas	A01	56,21	2,76	153,90	13,03	22,52	2,12	0,61	0,99
	A02	102,37	11,12	377,37	162,86	45,50	4,78	0,43	0,99
	A02'	80,95	15,57	183,09	108,35	37,76	7,23	0,31	0,99
	A03	134,75	10,45	982,35	107,76	56,11	2,25	0,68	0,99
	A05	103,98	37,16	333,68	129,05	49,09	5,14	0,38	0,98
	A07	180,22	17,90	1765,99	379,51	75,97	1,25	0,67	0,98
Cavidades	CB	145,30	10,41	506,44	95,18	64,06	3,40	0,29	0,67
	CE	66,55	9,17	161,40	20,62	25,80	1,24	0,47	0,76
	CE'	56,15	5,92	134,27	20,75	22,87	1,16	0,54	0,84
	CF	175,34	19,25	794,94	185,80	61,74	1,69	0,31	0,72
	CO	276,71	27,65	1292,86	122,11	95,14	1,20	0,21	0,46

		Longitud	
		X	ds
Distancias	D08	9,65	2,46
	D08'	9,26	2,10
	DCL	12,37	2,64
	LL	70,29	5,36
	LL'	53,72	4,39

Tabla 1. *Parámetros articulatorios de [l] (español).*

El área del dorso lingual, considerada desde el centro de la constricción (parámetro A02'), es, lógicamente, menor que si se mide desde su inicio (parámetro A02). Sin embargo, la dispersión de su perímetro es mayor, lo que indica que la forma de la

superficie del dorso lingual es la más variable⁹. En el otro extremo, la zona lingual que menos variación presenta en su perímetro es la correspondiente al ápice (A01)¹⁰.

En general, la dispersión de los valores de área de estos parámetros es mucho mayor que la de sus perímetros, lo que indica que los parámetros delimitan superficies de forma bastante homogénea. La variabilidad del dorso lingual ya descrita explica que sean los parámetros A02 y A02' los que presenten los mayores valores relativos de dispersión.

En lo concerniente a los coeficientes secundarios, todos los parámetros de área de lengua presentan unos valores muy elevados de *Solidity*, que indica la regularidad de las superficies. El *Aspect Ratio* de la lengua, considerada en su conjunto (A07), es cercano a la unidad, mientras que, obviamente, medida en su zona dorsal (A02 y A02'), presenta un valor considerablemente mayor; entre esos dos extremos, las proporciones de A01 y A03 son similares. De igual modo, la forma de los parámetros A01, A03 y A07 presentan un valor de *Circularity* más alto que A02 y A02'. Los valores de *Ferets* guardan relación con el tamaño del área en cuestión.

En cuanto a las cavidades resonadoras, CF es mayor que CB (en torno al 50% más), pero sobre todo en lo referente a área, lo que indica, una vez más, que la mayor variación de forma está en el dorso lingual. Los valores de *Solidity* reflejan con claridad la mayor irregularidad del contorno de las cavidades respecto del de las áreas de lengua.

La comparación de los parámetros obtenidos por los cuatro informantes muestra una notable semejanza en los respectivos modelos de articulación. No obstante, pueden señalarse ciertas diferencias, tanto en las áreas (figura 3) como en los perímetros (figura 4)¹¹.

⁹ Esta idea se corrobora al examinar la media y la desviación de los parámetros LL y LL', que parecen indicar que la mayor variación de la curva está en la parte correspondiente al dorso.

¹⁰ Es preciso aclarar que los datos de A05 corresponden a un único informante (C04), puesto que, como ya se ha señalado, la raíz lingual aparece siempre adelantada. En este informante, sin embargo, la separación de la base de la epiglotis permite medir el parámetro.

¹¹ Los valores numéricos de todos los informantes se recogen en el Anexo 1.

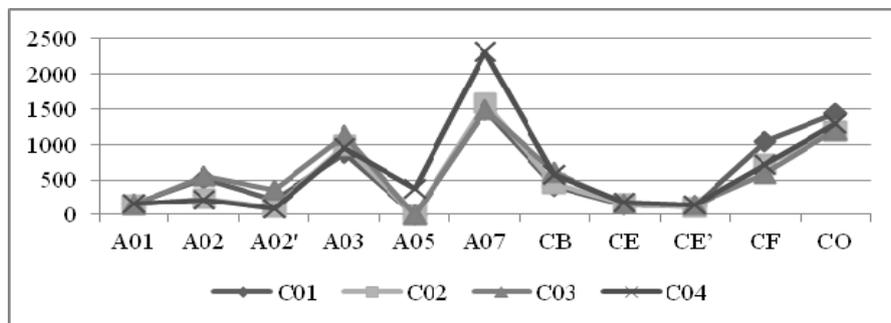


Figura 3. Valores medios de área de los parámetros de lengua y cavidad de los cuatro informantes de español.

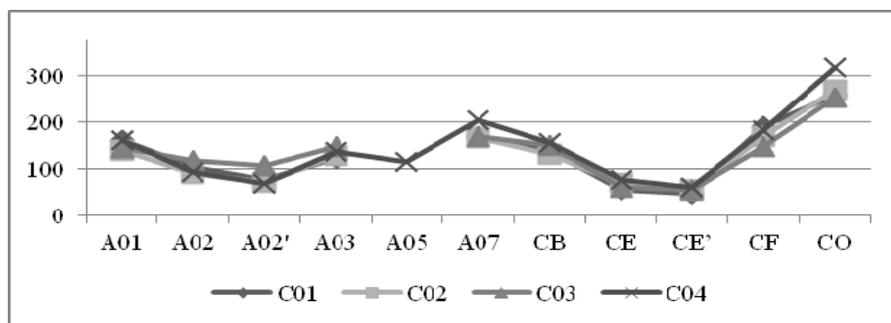


Figura 4. Valores medios de perímetro de los parámetros de lengua y cavidad de los cuatro informantes de español.

La distribución de los valores de A02 y A02' refleja las diferencias ya señaladas del dorso lingual, puesto que son mayores en C01 (dorso convexo) y en C03 (dorso recto inclinado hacia adelante), tanto en área como en perímetro¹².

¹² Los valores de área y perímetro para A02' de C01 se reducen más en relación con el de A02 que el de C03 por su mayor superficie de constricción (véase el parámetro DCL), y porque el área lingual de C03 se encuentra mayormente en la zona posterior.

Como ya se ha indicado, la parte posterior de la lengua está habitualmente adelantada, de modo que el parámetro A05 no puede ser aplicado. Sin embargo, la configuración lingual de C04 sí permite medir el parámetro; consiguientemente, el valor de A07 es mayor en este informante.

Las cavidades presentan diferencias entre los cuatro informantes, tanto de tamaño como de forma. El área de la CO de C01 es claramente mayor que la del resto, pero no así su perímetro, lo que indica que su forma es más regular que la de otros informantes. El contorno de la cavidad oral viene dado, lógicamente, por la configuración lingual de cada informante. La figura 5 muestra un contorno representativo de cada informante:

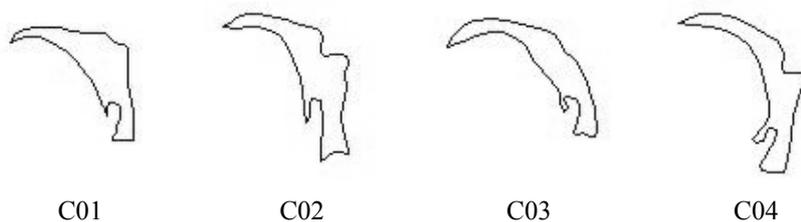


Figura 5. Contorno de la cavidad oral de [l] de los informantes de español.

La cavidad faríngea (parámetro CF) ocupa la mayor parte de la cavidad oral en el caso de C01, algo menos en C02 y C04, y es incluso más pequeña que la cavidad bucal (parámetro CB) en C03.

La abertura labial tiene una variación considerable, que oscila entre los 6,3 mm. de C04 (D08) y los 12,3 mm. de C02 (D08'). En cuanto a las dos maneras de medir la abertura labial, apenas hay diferencias, aunque éstas, presumiblemente por razones de orden anatómico, son de sentido contrario: D08' es mayor que D08 en C02 y C04, y menor en C01 y C03.

La constricción articulatoria ocupa una superficie mayor en C01 (15'8 mm.) que en los otros informantes (entre 10,1 y 11,6 mm.). La longitud de la lengua (parámetros LL y LL') no presenta grandes diferencias entre los informantes.

3.1.2. La *ele* del *euskara*

Como en el caso anterior, la figura 6 presenta las imágenes correspondientes a los cuatro informantes del *euskara*:

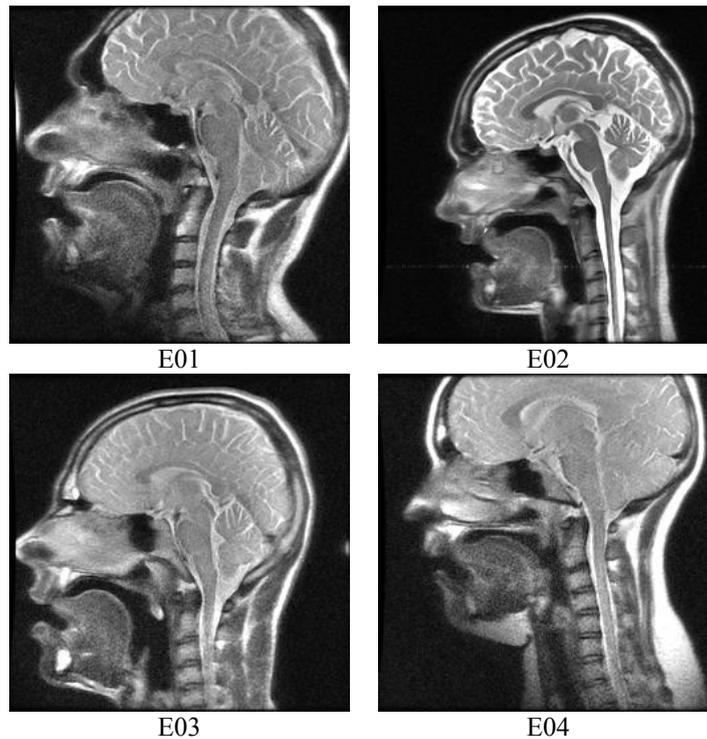


Figura 6. Imágenes representativas de [l] (*euskara*).

El punto de articulación de la lateral es alveolar o dentoalveolar. El articulador activo es el ápice de la lengua, que experimenta la elongación característica de la retroflexión. En un caso (E02), la retroflexión es más acusada, el ápice está curvado (*curled up*) y el contacto se produce con el ápice sublingual. Hay notables diferencias en la superficie de contacto, desde la menor de E01 hasta la mayor de E02. El contorno sublingual puede ser recto o ligeramente convexo.

Los datos de los parámetros analizados se presentan en la tabla 2:

Parámetros		Perímetro		Área		Coeficientes secundarios			
		X	ds	X	ds	Ferets	Aspect	Circ.	Solid.
Áreas	A01	62,01	8,63	197,74	57,40	24,84	2,06	0,63	0,97
	A02	130,40	12,35	535,56	101,83	58,31	4,43	0,40	0,94
	A02'	115,60	13,06	322,43	77,04	53,32	5,49	0,30	0,87
	A03	170,29	8,78	1604,52	214,27	67,06	2,05	0,69	0,97
	A05	113,17	35,85	393,83	279,69	52,30	6,38	0,33	0,99
	A07	197,34	20,09	2277,14	447,95	74,09	1,26	0,73	0,97
Cavidades	CB	160,83	30,21	503,72	217,79	68,74	2,74	0,24	0,52
	CE	78,26	10,41	240,70	52,10	30,30	1,16	0,49	0,79
	CE'	64,79	6,28	180,63	36,70	26,68	1,21	0,53	0,85
	CF	157,35	29,65	779,84	271,95	62,74	2,26	0,38	0,78
	CO	292,44	32,70	1277,74	370,17	102,13	1,34	0,18	0,38

		Longitud	
		X	ds
Distancias	D08	13,49	2,18
	D08'	12,83	2,55
	DCL	14,21	7,74
	LL	85,58	7,00
	LL'	64,41	6,14

Tabla 2. Parámetros articulatorios de [l] (euskara).

El dorso de la lengua adquiere, con diferentes grados, una doble curvatura: es cóncava en la parte anterior y convexa en la parte posterior. El dorso se sitúa siempre en un plano ascendente, que indica un cierto grado de velarización. La raíz lingual aparece siempre recta o retraída, pero nunca adelantada, salvo en E03, cuya epiglotis permanece separada. La transición entre el postdorso y el tercio posterior es gradual, especialmente en E04. La abertura labial es considerable.

La variabilidad de la superficie del dorso lingual explica que la variación del perímetro de A02 sea menor que el de A02', a pesar de que su área sea mayor. La zona lingual que menos varía es la correspondiente al ápice (A01). Los valores de la raíz lingual (A05) presentan una gran dispersión en sus valores de área, producidos por los diferentes grados de retraimiento de la lengua¹³

Dado que los parámetros delimitan superficies de forma bastante homogénea, los valores de dispersión de área suelen ser mayores que los de sus correspondientes perímetros.

En lo concerniente a los coeficientes secundarios, todos los parámetros de área de lengua presentan unos valores muy elevados de *Solidity*, que indica la regularidad de las superficies. El *Aspect Ratio* de la lengua, considerada en su conjunto (A07), es cercano a la unidad, mientras que la zona dorsal (A02 y A02') y la posterior (A05) presentan unos valores considerablemente mayores; entre esos dos extremos, las proporciones de A01 y A03 son similares. Del mismo modo, también son más altos los valores de *Circularity* de la zona dorsal (A02 y A02') y posterior (A05). Los valores de *Ferets* guardan relación con el tamaño del área en cuestión

En cuanto a las cavidades resonadoras, el área de CF es mayor que CB (en torno al 50% más), pero no así el perímetro, lo que indica que esta última presenta una forma más irregular que la CF, debido a la forma adoptada por el dorso lingual. Los valores de *Solidity* reflejan con claridad la mayor irregularidad del contorno de las cavidades respecto del de las áreas de lengua. La cavidad oral, en su conjunto, presenta un valor de *Aspect Ratio* menor que las cavidades bucal y faríngea, que poseen formas más estrechas y alargadas. Los valores de *Ferets* guardan relación con el tamaño del área en cuestión.

Los valores referidos a los cuatro informantes pueden apreciarse en la figura 7, correspondiente a las áreas, y en la figura 8, correspondiente a los perímetros:

¹³ El retraimiento lingual en el informante E03 es tan leve que no permite medir el parámetro.

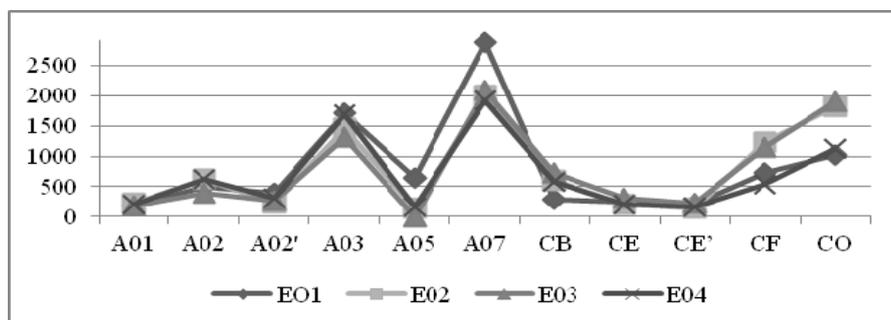


Figura 7. Valores medios de área de los parámetros de lengua y cavidad de los cuatro informantes de euskara.

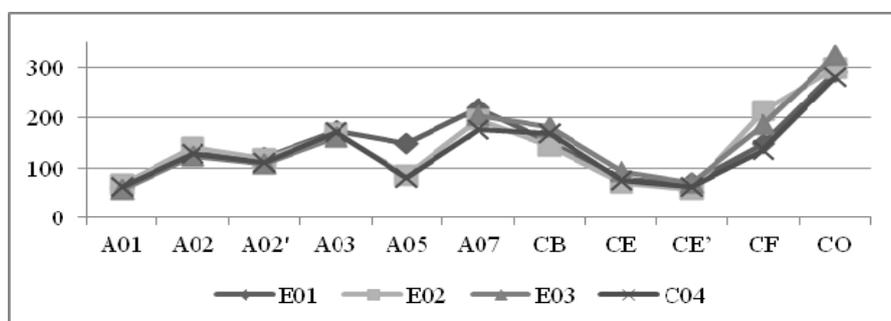


Figura 8. Valores medios de perímetro de los parámetros de lengua y cavidad de los cuatro informantes de euskara.

No se aprecian diferencias en los valores del ápice lingual (A01). Cabe destacar la diferencia entre los valores de A02 y A02' del informante E02: presenta el dato mayor (junto con E04) en el primer parámetro, pero el menor en el segundo; esto se debe a su mayor grado de retroflexión (*curled up*).

Como ya se ha indicado, la parte posterior de la lengua está habitualmente retrasada, aunque hay un caso (E03) en el que no puede medirse el parámetro correspondiente (A05). Este valor es especialmente elevado en E01, lo que hace que también se destaque en A07.

Dos informantes (E02 y E03) poseen una cavidad oral mayor, lo que se traduce en cavidades bucal y faríngea también mayores. El informante E04, cuya cavidad oral es relativamente pequeña, presenta en cambio un valor alto de CB, debido a las oscilaciones que registra en la elevación de la lengua (como muestra su desviación). Véanse los contornos representativos de cada informante en la figura 9:

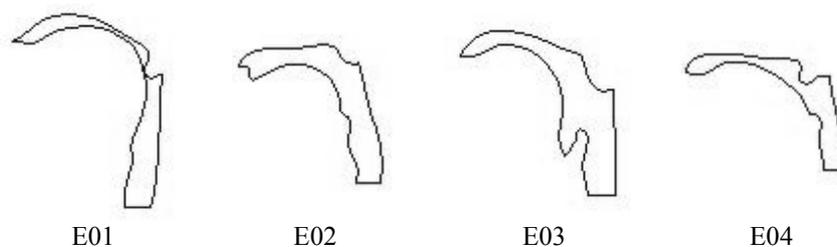


Figura 9. Contorno de la cavidad oral de [l] de los informantes de euskara.

Los valores de los cuatro informantes muestran una abertura labial (D08 y D08') similar, cuyos rangos de variación son respectivamente de 1,5 mm. y de 2,7 mm. Por el contrario, hay una clara diferencia entre los valores de DCL de los dos primeros informantes y el de E03, que guarda a su vez relación con los diferentes grados de retroflexión observados. La longitud lingual es similar en los informantes.

3.1.3. Comparación de las dos lenguas

Aunque la articulación de [l] es, en las dos lenguas, apicoalveolar, una diferencia acusada entre ambas reside en la distinta forma que adopta el ápice lingual: mientras que en castellano no se destaca, o incluso adopta una posición algo retraída, en euskara experimenta la elongación característica de las articulaciones retroflejas¹⁴. En consecuencia, el perímetro y sobre todo el área del parámetro A01 son significativamente mayores en euskara ($s=0,047$ y $s=0,005$, respectivamente)¹⁵.

¹⁴ En el Anexo II se muestran los diagramas de caja de los parámetros analizados.

¹⁵ Los valores de significatividad ($s < 0,005$) se han obtenido mediante pruebas de ANOVA de un factor. No obstante, debe tenerse en cuenta la relatividad de estos resultados estadísticos, puesto que los datos corresponden a un número reducido de informantes.

En esta lengua, los valores del área del dorso lingual (A02 y A02') son bastante regulares, mientras que en castellano se observa una distribución entre los informantes: dos de ellos (C01 y C03) poseen valores semejantes a los del euskara y los de los otros dos son inferiores. Esto explica que la prueba estadística no reconozca diferencias significativas asociadas al idioma. Sin embargo, la diferencia en el área del dorso lingual sí se refleja en la forma de dichas áreas, más regular en castellano y más curvada en euskara. En consecuencia, la diferencia entre los valores de los perímetros en ambas lenguas resulta significativa ($s=0,009$ para A02 y $s=0,015$ para A02'). Además, hay también una diferencia de forma, originada por la distinta localización antero-posterior de la elevación dorsal. La característica curvatura lingual observada en euskara genera unos valores de *Solidity* significativamente diferentes a los del castellano ($s=0,026$). Esta curvatura también queda reflejada en la longitud del dorso lingual, significativamente mayor que la del castellano ($s=0,005$ y $s=0,017$ en los parámetros LL y LL', respectivamente). Todo ello se puede observar en la figura 10:

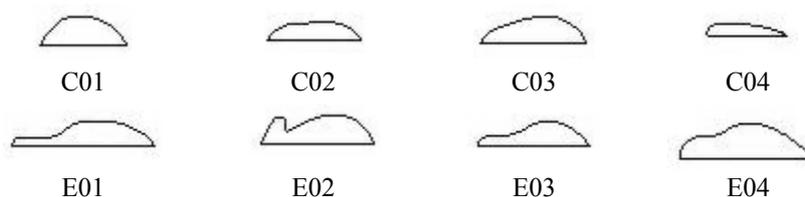


Figura 10. Formas del dorso lingual (parámetro A02) de los informantes de castellano y euskara.

Si se considera conjuntamente tanto el ápice como el dorso (parámetro A03), los valores de área y perímetro del euskara son significativamente mayores que los del castellano ($s=0,001$ para área y $s=0,002$ para perímetro). También es significativa la diferencia en los valores de *Solidity* ($s=0,043$).

La raíz lingual aparece habitualmente adelantada en castellano y retraída en euskara. Los resultados esperables en el parámetro A05, diseñado para medir este hecho (ciertos valores en euskara y ausencia en castellano) se han cumplido sólo parcialmente, puesto que ha habido una excepción en ambas lenguas: un caso con valor en castellano (C04) y otro sin él en euskara (E03). La razón de esta aparente excepción puede deberse al especial comportamiento de la epiglotis en estos dos informantes.

El área total de la lengua –y su perímetro– son ligeramente mayores en euskara, pero la diferencia no es significativa. Este parámetro (A07) no parece tener capacidad de discriminación.

La cavidad externa (parámetros CE y CE') es significativamente mayor en euskara ($s=0,011$ y $s=0,029$). Este hecho se relaciona indudablemente con la distancia entre los labios (parámetros D08 y D08'), también significativamente mayor en euskara ($s=0,029$ y $s=0,047$).

Los valores de la cavidad oral (parámetro CO), así como los de las cavidades bucal y faríngea (parámetros CB y CF), varían considerablemente entre los informantes, especialmente en euskara, y no permiten establecer ninguna diferencia asociada a la lengua.

3.2. Imágenes de EPG

El análisis articulatorio del apartado anterior se basa en imágenes obtenidas desde una perspectiva sagital. Se añade ahora la información proporcionada desde una perspectiva distinta por otra técnica de obtención de imágenes: la electropalatografía.

Para ello, se han confeccionados paladares artificiales a medida de dos de los ocho informantes: C02 para el castellano y E01 para el euskara¹⁶. Ambos han realizado una sesión de grabación en el Laboratorio de Fonética de la Universidad de Deusto con el electropalatógrafo WinEPG 1.18 de *Articulate Instruments*, de modo que puedan examinarse los puntos de contacto linguopalatal de las dos articulaciones laterales. En ambos casos, se han analizado dieciséis realizaciones de [l] en posición intervocálica entre la vocal [a].

Se muestran en la figura 11 dos ejemplos representativos de la articulación de los dos informantes:

¹⁶ Téngase en cuenta que el objetivo de este experimento no es completar un análisis palatográfico exhaustivo de *ele*, sino obtener una aproximación válida que permita el contraste con la información obtenida en el análisis de las imágenes MRI.

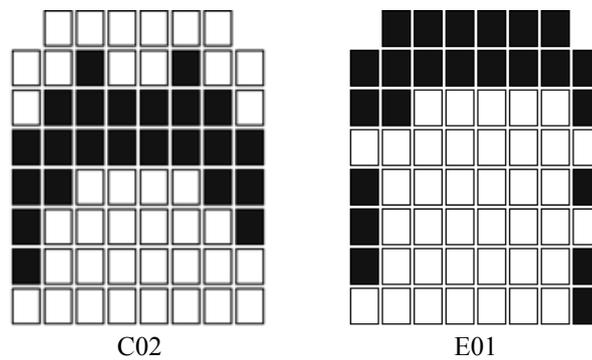


Figura 11. *Electropalatogramas representativos de [l] en español y euskara.*

Puede apreciarse a simple vista que las dos articulaciones son, efectivamente, diferentes. La *ele* del euskara produce unos contactos completos en las dos primeras filas. Según la clasificación de Fernández Planas (2007), F1 –la primera fila– corresponde a la zona dental, y F2 es la primera fila de las tres que componen la zona alveolar. Podría tratarse, por tanto, de una articulación dentoalveolar. Por su parte, la *ele* del informante de español muestra los contactos linguopalatales en F3, la segunda de las filas alveolares, y sobre todo en F4, que corresponde –siempre según Fernández Planas (2997)– a la subzona postalveolar; se trata, por tanto, de una articulación alveolar atrasada.

Estas diferencias se confirman con los datos numéricos de los coeficientes articulatorios calculados por el *software* de *Articulate Assistant*, algunos de los cuales se muestran en la tabla 3, que recoge la media y la desviación de los 16 casos analizados para cada informante:

	C02		E01	
	X	S	X	S
Anteriority	,769	,090	,998	,002
Posteriority	,722	,045	,870	,002
Centrality	,965	,009	,784	,044

Tabla 3. *Coefficientes articulatorios.*

Los valores de dispersión indican que C02 es más variable que E01 en lo que respecta al eje antero-posterior, mientras que es más estable en lo referente a la centralidad. Los coeficientes tanto de anterioridad como de posterioridad son mayores en euskara¹⁷; el de anterioridad se explica por la diferencia señalada en el punto de articulación; el de posterioridad, por la elevación del postdorso lingual ya descrito en las imágenes de MRI.

3.3. Análisis acústico

Para tratar de averiguar si las claras diferencias articulatorias advertidas en el análisis MRI, y parcialmente corroboradas con EPG, se reflejan en los valores formánticos de las *eles*, se ha llevado a cabo un sencillo experimento acústico. Se ha grabado repetidas veces la secuencia *lalala* a cuatro de los informantes estudiados (C02, C04, E01 y E04) y, mediante cálculo LPC, se han obtenido los valores de frecuencia y de ancho de banda de los cinco primeros formantes de 25 repeticiones de cada informante¹⁸. Los valores obtenidos¹⁹ –expresados en Hz.– se muestran en la figura 12.

Lo más relevante de esta figura es lo referido al tercer formante. El informante (E01) presenta dos picos en el espacio correspondiente a este formante: el primero (2.630 Hz.) está a la altura teórica esperada (en torno a los 2.500 Hz.); el segundo (3.136 Hz.), que hemos denominado F3', se encuentra entre el F3 y la altura teórica correspondiente al F4 (en torno a los 3.700 Hz.)²⁰. El otro informante de euskara (E04) presenta un único tercer formante, situado a la altura correspondiente al F3' de E01 (3.060 Hz.).

¹⁷ Todas estas diferencias son estadísticamente significativas, según el análisis de *T de Student*.

¹⁸ Las grabaciones se hicieron en el Laboratorio de Fonética de la UD. Se grabó directamente en el programa *Multi Speech* de *Kay Elemetric* mediante un micrófono *Sony ECM-717*. El análisis LPC se realizó con un rango de 5,5 KHz., un eventanado de 20 ms. y un filtro de valor 12.

¹⁹ Los valores numéricos de los cuatro informantes, así como sus agrupaciones por lengua y sexo, acompañados también por sus respectivos gráficos, se recogen en el Anexo 3.

²⁰ Fant (1960: 164) señalaba la presencia de tres picos entre un formante a 2.700 Hz. (que para él es F4) y los 5 KHz.

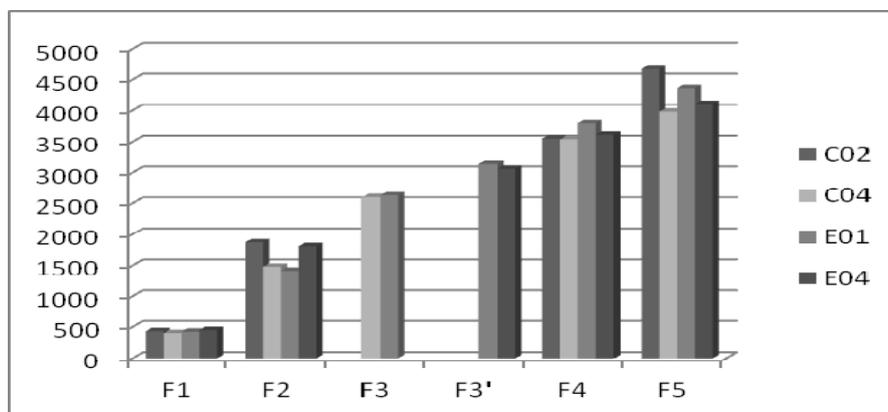


Figura 12. Diagrama de barras de los formantes de [l] en español y euskara.

El informante C04 presenta un único valor de F3 (2.599 Hz.) acorde con el teórico. Sin embargo, el informante C02 no tiene ningún pico entre sus valores de F2 (1.868 Hz.) y F4 (3.552 Hz.), es decir, muestra un antiformalte entre 2 y 3'5 KHz. La aparición de antiformaltes en la *ele* ha sido tratada con frecuencia, ya desde Fant (1960:164-167).

Los valores formánticos muestran una diferencia significativa asociada a la lengua, tanto en la zona baja del espectro (F1) como en la alta (F4 y F5). Obviamente, la asociación por sexo también resulta significativa, puesto que los valores de las informantes son más elevados en los dos primeros formantes –especialmente F2– y también en F5²¹.

4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El análisis MRI de /l/ en español confirma su carácter apicoalveolar. Las observaciones de Quilis (1993) y Martínez Celdrán y Fernández Planas (2007), que

²¹ Los valores estadísticos se muestran en el Anexo 3. Corresponden a una prueba de ANOVA de un factor (lengua o sexo) sobre las variables dependientes (altura de todos los formantes acústicos analizados) en todos los informantes.

retrasaban ligeramente la articulación, concuerdan con la amplia superficie de contacto observada en las imágenes, y resultan ratificadas con el análisis EPG.

A pesar de su concordancia básica, las imágenes MRI no se corresponden completamente con los esquemas articulatorios habituales:

1. El esquema de Navarro Tomás (1918: 113) –reproducido con ligeras variantes en numerosas obras posteriores– representa un dorso lingual cóncavo, mientras que las imágenes MRI muestran el dorso plano o ligeramente convexo. Tampoco refleja el adelantamiento que se observa habitualmente en el tercio posterior lingual.
2. El esquema de Quilis (1974: diapositiva 55; 1985: 58) refleja mejor el adelantamiento de la raíz lingual, pero su cavidad faríngea es más pequeña que la observada en las imágenes MRI.

El análisis MRI de /l/ en *euskara* confirma la existencia de la articulación retrofleja propuesta por MacMurrough (1981). La considerable variación en el grado de retroflexión podría explicar los dos modelos de producción propuestos por este autor, así como los matices de las descripciones de Salaburu (1984) y Pagola (1992). En cualquier caso, debe tenerse en cuenta la hiperarticulación inherente a la obtención de imágenes MRI, y que, según Pagola (1992), favorece la articulación retrofleja, que no aparecería por tanto en un habla más relajada. Esto podría explicar la ausencia de cualquier mención a la retroflexión en Navarro Tomás (1925).

Todas las imágenes de MRI muestran una característica forma elongada del ápice lingual de la /l/ en *euskara*, que no aparece en ninguno de los esquemas articulatorios presentados por los autores anteriores. El contacto sublingual de los esquemas de MacMurrough (1981) y Salaburu (1984) sólo se refleja fielmente en uno de los informantes (E02), mientras que el resto de los informantes presentan un esquema más parecido al de Txillardegui (1980).

En definitiva, aunque la retroflexión sea evidente en algunos casos, el margen de variación registrado, y el alto grado de formalidad del habla analizada, hacen desaconsejable describir, en términos generales, la *ele* del *euskara* como /l/. Por otra parte, el análisis EPG presenta unos contactos dentoalveolares. En su análisis de [t] en español, Fernández Planas (2007) muestra un electropalatograma con

unos contactos similares a los de esta *ele*, y señala que *no es exclusivamente dental sino dentoalveolar propiamente y predorsal o coronal más que apical* (Fernández Planas, 2007: 49); de acuerdo con esta información, la *ele* de E01 podría en principio describirse como dentoalveolar o incluso dental [l̪], pero la falta de continuidad en el contacto lateral puede indicar una diferencia de la forma de la lengua, característica de las laterales velares.

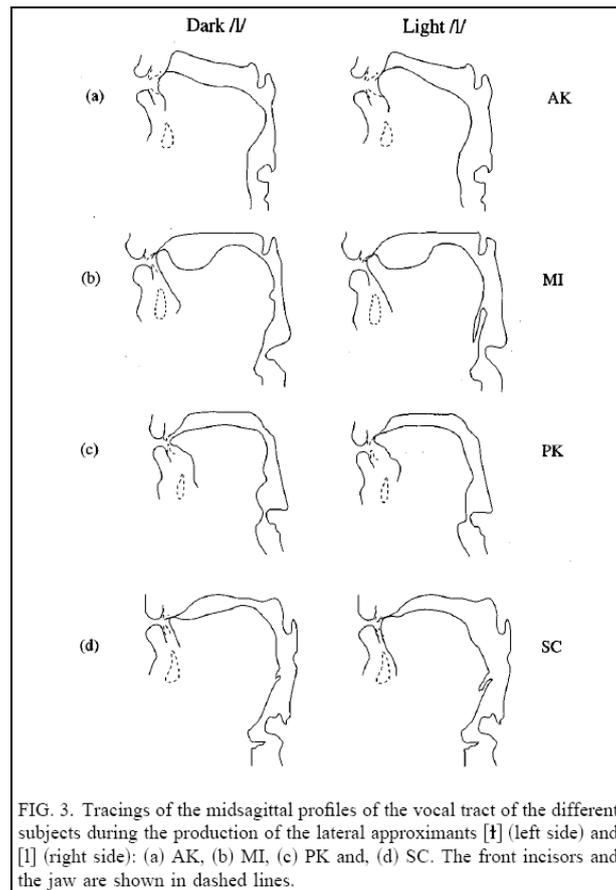


Figura 13. Esquemas articulatorios de /l/ en inglés (Narayanan, Alwan y Haker 1997: 1067).

Entre las lenguas del mundo, la lateral del inglés es probablemente la que más estudios con MRI ha originado²². Narayanan, Alwan y Haker (1997) estudian las diferencias entre la *dark /l/* y la *light /l/* inglesas mediante imágenes MRI de la producción de cuatro informantes²³. En realidad, las mayores diferencias no se registran entre las dos variantes, sino entre los cuatro informantes, como puede apreciarse en la figura 13. La gran variabilidad intralingüística de */l/*, repetida generalmente en las descripciones tanto articulatorias como acústicas, refuerza los resultados del presente trabajo: las ocho configuraciones analizadas de nuestros informantes poseen, desde luego, particularidades reseñables, pero también muestran una clara diferenciación por lengua y una evidente uniformidad en cada una de ellas, mucho mayor, en todo caso, que la que se observa en el cuadro de Narayanan, Alwan y Haker (1997).

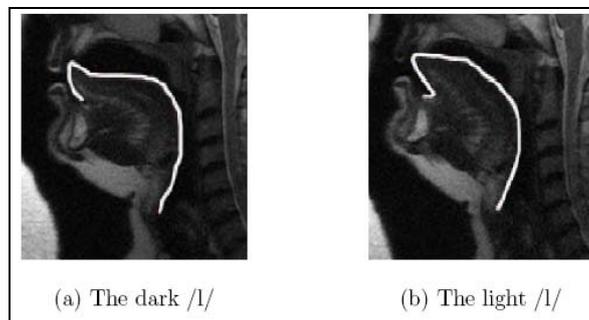


Figura 14. Esquemas articulatorios de */l/* en inglés (Zhou 2009: 82).

La *ele* del castellano guarda relación con la *light /l/* inglesa, pero ésta se articula por lo general con el ápice algo más destacado²⁴. La *dark /l/* inglesa se parece más

²² Recasens (2011) ofrece un amplio panorama de las variantes de */l/* en diferentes lenguas. Recasens y Espinosa (2005) repasan las características acústicas y articulatorias de las variantes *clara* y *oscura* de */l/*.

²³ Con respecto a la *light*, la *dark /l/* del inglés se ha caracterizado articulatoriamente sobre todo por la retracción de la parte posterior de la lengua (Giles y Moll: 1975) y la velarización, es decir, la elevación hacia el velo de la parte posterior del dorso lingual (Sproat y Fujimura: 1993).

²⁴ No obstante, Panchapagesan (2003) señala el mayor contacto linguoalveolar de la *light /l/* con respecto a la *dark*.

a la lateral del euskara. Véase, en la figura 14, el esquema propuesto por Zhou (2009) para el inglés, y su parecido con la /l/ de euskara y español, respectivamente.

En definitiva, las diferencias observadas en las imágenes MRI y EPG de castellano y euskara se aproximan bastante a las expuestas por Recasens (2011: 368-369) para las variantes *clara* y *oscura* de /l/:

A somewhat larger middle oral subcavity in the palatal region for the dark vs clear /l/ variety results from greater inward lateral compression [...]. In addition to exhibiting more contact at the sides of the palate, clear /l/ may exhibit more laminal involvement than apical dark /l/ and thus, more central contact at constriction location [...]; moreover, the place of articulation may be more anterior for the dark vs the clear cognate, i.e., dentoalveolar vs plain alveolar [...]. A lower predorsum position for dark /l/ than for clear /l/ is expected to cooccur with more jaw lowering for the former vs latter consonant variety [...].

Por otra parte, parece oportuno considerar que las variantes *clara* y *oscura* son más bien dos extremos de un *continuum* (Recasens y Espinosa: 2005), cuya gradación podría explicar no sólo las variantes observadas en el presente trabajo, sino las señaladas en la bibliografía sobre el euskara.

La *ele* en euskara también puede relacionarse con la /l/ velar del catalán, cuya configuración lingual es similar, como puede observarse en la figura 15, tomada de la web *Imatges de Resonància Magnètica* del Laboratorio de Fonètica de la *Universitat de Girona*:

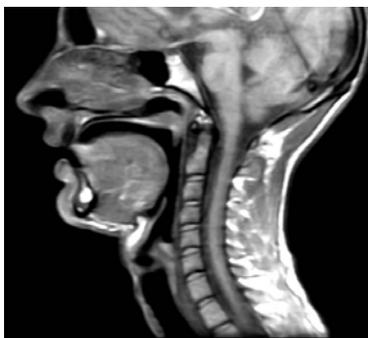


Figura 15. Imagen de la articulación de /l/ en catalán.

Las diferencias articulatorias observadas no se refrendan en su totalidad con los datos acústicos²⁵. Tampoco hay que perder de vista que las consonantes líquidas (laterales y vibrantes) poseen una variabilidad acústica muy acusada²⁶. En cualquier caso, los valores de frecuencia obtenidos no se alejan de los valores teóricos suministrados para las dos lenguas²⁷: los dos primeros formantes son más altos que los teóricos en castellano y algo más bajos en euskara; el F3 es prácticamente idéntico en español y algo más alto en euskara. Por otra parte, los valores de los tres primeros formantes de las dos lenguas son parecidos entre sí.

De acuerdo a lo observado desde la perspectiva articulatoria, los valores formánticos de la *ele* en las dos lenguas podrían guardar relación con los correspondientes a las variantes *clara* y *oscura* de la lateral en diversas lenguas. Para el inglés, Espy-Wilson (1992) –entre otros– indica que la *light /l/* tiene algo más bajo el F1 y más alto el F2, lo que también sucede en el castellano en relación al euskara, aunque resulte estadísticamente significativo sólo en el F1²⁸. Por su parte, Lehman y Swartz (2000) señalan que F2 o F3 pueden atenuarse o incluso desaparecer en la variante *light*, pero no en la *dark*, lo que también coincidiría con la antirresonancia encontrada en C02. No obstante, los diferentes antifonemas señalados para las dos variantes por Zhou (2009) no se reflejan en nuestros datos.

Los valores de F3 de la variante *dark* suministrados por Recasens y Espinosa (2005) son más altos que los de la *light*. Esto explicaría que el F3 del informante E04 se asimile a los de F3' de E01, mientras que el del informante C04 corresponda a F3 de E01.

²⁵ El propio tamaño de la muestra analizada imposibilita cualquier conclusión definitiva en este aspecto.

²⁶ De hecho, suelen ser un índice habitual en los trabajos de identificación de locutor (Nolan, 1983).

²⁷ Seguimos, para el castellano, los valores proporcionados por Quilis et al. (1979): 340, 1.500 y 2.600 Hz. para F1, F2 y F3, respectivamente. En el caso del euskara, calculamos la media de los valores suministrados en nuestro portal *FonAtari: Euskal Fonetikaren Atari*: 466, 1.805 y 2.501 Hz. para F1, F2 y F3, respectivamente.

²⁸ Véase la nota 21.

5. CONCLUSIONES

Con respecto a la versión preliminar de este trabajo presentada en Iribar, Pagola y Túrrez (2011), se ha avanzado en la descripción articulatoria de /l/ en castellano y euskara: se ha validado la colección de parámetros articulatorios –mensurables en imágenes MRI mediante el *software* Dicompas– anteriormente manejada, y se ha enriquecido con la inclusión de otros nuevos; la información así obtenida se ha implementado, además, con la utilización de otras dos técnicas de análisis: electropalatografía y espectrografía.

La colección de parámetros articulatorios manejada es capaz, en su conjunto, de dar cuenta de las características de la producción de este elemento. En general, los parámetros relacionados con la forma de la lengua resultan más potentes que los de las cavidades. No obstante, el estudio de las cavidades resonadoras mejoraría sensiblemente con la aplicación de una técnica de reconstrucción tridimensional. Además, el 3D permitiría un análisis específico de la lateralidad, que ha quedado postergada en este trabajo.

De los tres tipos de medida asociados a los parámetros anteriores, el referido a las áreas es más eficaz que el concerniente a los perímetros; por su parte, los coeficientes de forma (especialmente *Solidity*) resultan válidos sobre todo para discriminar las diferencias del ápice y el dorso lingual.

También los parámetros de distancia y longitud resultan eficaces para la descripción articulatoria (dorso lingual y abertura labial).

En castellano, la articulación /l/ puede describirse como lateral apicoalveolar, ligeramente atrasada al menos en ocasiones, con una superficie de contacto linguoalveolar no pequeña, con una forma del dorso lingual habitualmente plana y con un adelantamiento regular de la zona posterior lingual.

En euskara, la articulación de /l/ puede describirse como lateral apicoalveolar o apicodentoalveolar, con distintos grados de retroflexión, una superficie de contacto linguoalveolar no pequeña, una característica elongación del ápice, una forma del dorso lingual cóncavo-convexa y la zona posterior habitualmente retraída, con diversos grados de velarización.

Se registran variaciones en la articulación, tanto en las dos lenguas como en los ocho informantes, aunque tal vez la variación puede ser mayor en euskara.

Se han constatado evidentes diferencias entre la articulación en las dos lenguas. Ambas son apicoalveolares, pero la constricción en castellano tiende a atrasarse, y la del euskara, a adelantarse (apicodentoalveolar). En euskara, la /l/ se articula con una mayor abertura labial; el ápice de la lengua adopta una elongación característica, con diferentes grados de retroflexión, que no aparece en castellano; el dorso lingual presenta una curvatura cóncavo-convexa, mientras que en castellano es más o menos plano; la raíz lingual está retraída, mientras que en castellano aparece adelantada; en consecuencia, se producen en euskara diversos grados de velarización, que no se registran en castellano. Estos dos tipos se asemejan en cierto modo a las realizaciones *clara* y *oscura* de *ele* descritas para otras lenguas.

Además de la línea futura de análisis 3D de las imágenes MRI, queda pendiente la ampliación de la muestra para el análisis EPG y, muy especialmente, para el acústico, que permitirá, además, el estudio de otros registros de habla. Por último, esta información deberá ser completada y contrastada desde la perspectiva perceptiva.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ESPY-WILSON, C. Y. (1992): «Acoustic measures for linguistic features distinguishing the semivowels /w j r l/ in American English», *Journal of the Acoustical Society of America*, 92 (2), pp. 736–757.
- FERNÁNDEZ PLANAS, A. M. (2007): «Cuestiones metodológicas en palatografía dinámica y clasificación electropalatográfica de las vocales y de algunas consonantes linguales del español peninsular», *Estudios de Fonética Experimental*, XVI, pp. 11-80.
- GARCÍA ARROYO, J. L.; M. B. GARCÍA ZAPIRAIN; I. OLEAGORDIA, I. y A. MENDEZ (2013): «Marco de trabajo tecnológico para la realización de estudios de caracterización articulatoria sobre imágenes MRI», *Estudios de Fonética Experimental*, XXII, pp. 367-404.
- GILES, S.B. y K. L. MOLL (1975): «Cineflurographic study of selected allophones of English /l/», *Phonetica*, 31, pp. 206-227.
- IRIBAR, A.; R. M. PAGOLA e I. TÚRREZ (en prensa): «Observaciones sobre la articulación de la lateral alveolar en euskara y castellano», *V Congreso de Fonética Experimental*, Cáceres, 2011.

-
- LABORATORI DE FONÈTICA DE LA UNIVERSITAT DE GIRONA: *Imatges de Resonància Magnètica*.
<http://web.udg.edu/labfon/imatge.htm>. [25/02/2013]
- LABORATORIO DE FONÈTICA DE LA UNIVERSIDAD DE DEUSTO: *FonAtari. Euskal Fonetikaren Ataria*.
<http://www.fonatari.org>. [25/02/2013]
- LEHMAN, M. E. y B. SWARTZ (2000): «Electropalatographic and spectrographic descriptions of allophonic variants of /l/», *Perceptual & Motor Skills*, 90 (1), pp. 47–61.
- MACMURRAUGH, K. (1981): «Euskal fonetika», *Euskalarien Nazioarteko Jardunaldiak, Iker* 1, pp. 77-81.
- MARTÍNEZ CELDRÁN, E. y A. M. FERNÁNDEZ PLANAS (2007): *Manual de fonética española*, Barcelona, Ariel, 2013.
- NAVARRO TOMÁS, T. (1918): *Manual de pronunciación española*, Madrid, CSIC, 1989²³.
- NAVARRO TOMÁS, T. (1925): «Pronunciación guipuzcoana: contribución al estudio de la fonética vasca», *Homenaje ofrecido a Menéndez Pidal*, III, pp. 593-653.
- NARAYANAN, S. S.; A. A. ALWAN y K. HAKER (1997): «Toward articulatory-acoustic models for liquids aproximants bases on MRI and EPG data. Part I. The laterals», *Journal of the Acoustical Society of America*, 101, 2, pp. 1064-1077.
- NOLAN, F. (1983): *The phonetic bases of speaker recognition*, Cambridge studies in speech science and communication, Cambridge-Nueva York, Cambridge University Press.
- PAGOLA, R. M. (1992): *Euskal fonetika Nafarroan*, Iruñea, Nafarroako Gobernua.
- PAGOLA, R. M.; A. IRIBAR e I. TÚRREZ. (2012): «La descripción articulatoria de los sonidos en euskara y castellano: el proyecto DAELPACE», en M. Acillona (ed.): *Marcos interpretativos de la realidad social contemporánea*, Bilbao, Universidad de Deusto, pp. 107-118.

-
- PANCHAPAGESAN, S. (2003): *Modeling the production of /l/ based on MRI data*, Los Angeles, University of California.
- QUILIS, A. (1974): *Fonética española en imágenes*, Madrid, La Muralla.
- QUILIS, A. (1993): *Tratado de fonología y fonética españolas*, Madrid, Gredos.
- QUILIS, A.; M. ESGUEVA; M. L. GUTIÉRREZ ARAUS y M. CANTARERO (1979): «Características acústicas de las consonantes laterales españolas», *Lingüística Española Actual*, 1, pp. 233-343.
- RECASENS, D. (2011): «A cross-language acoustic study of initial and final allophones of /l/», *Speech Communication*, 54, pp. 368-383.
- RECASENS, D. y A. ESPINOSA (2005): «Articulatory, positional and coarticulatory characteristics for clear /l/ and dark /l/: evidence for two Catalan dialects», *Journal of the International Phonetic Association*, 35/1, pp. 1-25.
- SALABURU, P. (1984): *Hizkuntz teoria eta Baztango euskalkia: fonetika eta fonologia*, Leioa, EHU-UPV.
- SPROAT, R. y O. FUJIMURA (1993): «Allophonic variation in English /l/ and its implications for phonetic implementation», *Journal of Phonetics*, 21 (3), pp. 291-311.
- TXILLARDEGI (1980): *Euskal fonologia*, Donostia, Ediciones Vascas.
- ZHOU, X. (2009): *An MRI-based articulatory and acoustic study of American English liquid sounds /r/ and /l/*, tesis doctoral, Universidad de Maryland. http://drum.lib.umd.edu/bitstream/1903/9143/1/Zhou_umd_0117E_10239.pdf. [25/02/2013]

ANEXO I. MEDIAS DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS EN LAS IMÁGENES MRI DE CADA INFORMANTE

		Perímetro				Área			
		C01	C02	C03	C04	C01	C02	C03	C04
Área	A01	55,66	58,06	53,76	57,15	160,88	141,03	145,69	162,24
	A02	106,32	90,34	118,79	95,36	517,72	229,44	559,68	213,11
	A02'	78,67	72,73	108,98	68,94	214,72	102,28	256,81	82,44
	A03	123,93	129,55	148,94	136,50	887,51	988,76	1128,52	946,29
	A05	-	-	-	147,67	-	-	-	652,48
	A07	170,61	166,70	168,77	205,87	1496,75	1588,45	1485,75	2318,10
Cavidades	CB	140,71	132,19	151,23	156,62	414,05	442,08	616,52	578,03
	CE	57,32	69,67	61,20	77,31	151,47	165,23	155,55	172,74
	CE'	49,29	56,25	55,47	63,11	129,70	112,93	142,01	148,09
	CF	190,42	168,71	147,54	182,42	1041,17	725,42	591,60	713,79
	CO	258,11	269,25	254,38	317,14	1435,20	1188,53	1204,24	1285,09

		Longitud			
		C01	C02	C03	C04
Distancia	D08	10,78	11,80	10,60	6,38
	D08'	9,41	12,36	9,20	6,99
	DCL	15,82	11,64	11,32	10,17
Longitud	LL	65,56	66,27	70,45	77,70
	LL'	51,69	47,66	55,68	58,69

Tabla 1. Datos correspondientes al castellano.

		Perímetro				Área			
		E01	E02	E03	E04	E01	E02	E03	E04
Área	A01	59,64	68,92	58,68	62,24	176,40	219,02	194,04	208,95
	A02	128,77	141,29	123,88	128,57	501,01	617,16	400,13	618,93
	A02'	119,60	117,92	109,33	110,34	387,17	233,14	264,53	310,62
	A03	173,83	169,64	162,04	170,07	1707,07	1452,21	1303,74	1680,59
	A05	147,67	85,21	-	80,12	652,48	153,40	-	156,40
	A07	218,64	197,33	203,83	175,80	2877,43	1993,97	2080,14	1918,23
Cavidades	CB	152,13	143,38	181,58	169,24	300,50	599,13	735,55	579,80
	CE	78,86	70,29	93,63	74,57	247,53	213,77	308,60	210,42
	CE'	69,79	57,86	69,47	63,34	197,71	154,57	222,03	160,72
	CF	147,54	213,71	186,28	135,24	719,54	1235,39	1150,33	548,51
	CO	290,93	298,64	324,11	281,61	1025,44	1810,78	1888,36	1118,36

		Longitud			
		E01	E02	E03	E04
Distancia	D08	13,73	14,17	12,67	13,22
	D08'	14,29	12,89	11,51	11,89
	DCL	16,11	15,33	9,83	12,62
Longitud	LL	91,20	81,62	86,23	82,05
	LL'	67,90	64,04	64,90	58,23

Tabla 2. Datos correspondientes al euskara.

ANEXO II. DIAGRAMAS DE CAJA DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS PARÁMETROS ARTICULATORIOS ANALIZADOS.

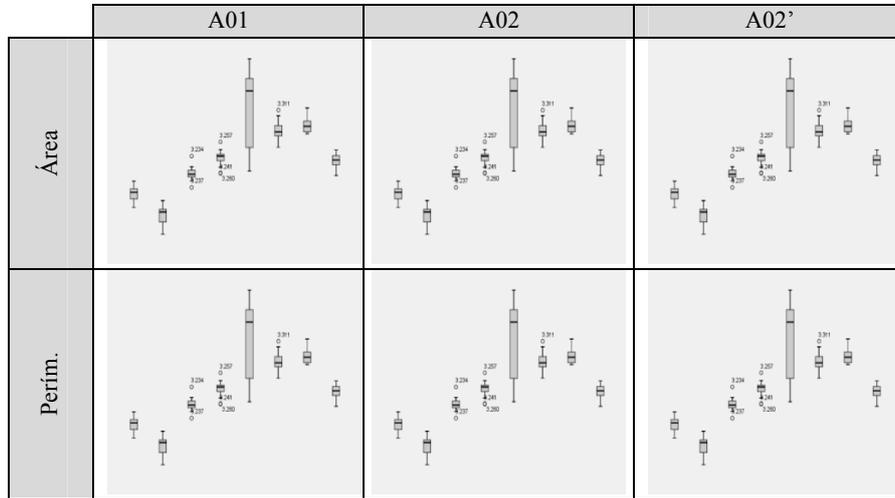


Tabla 3. Datos correspondientes a los parámetros A01, A02 y A02'.

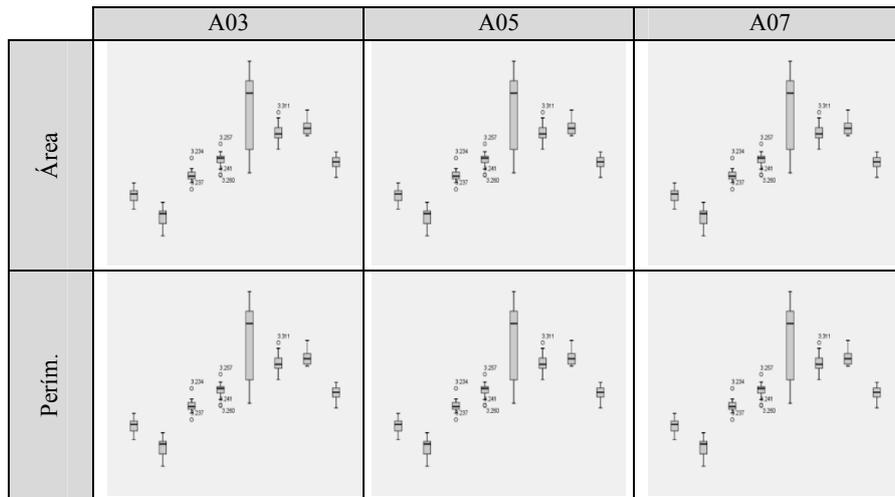


Tabla 4. Datos correspondientes a los parámetros A03, A05 y A07.

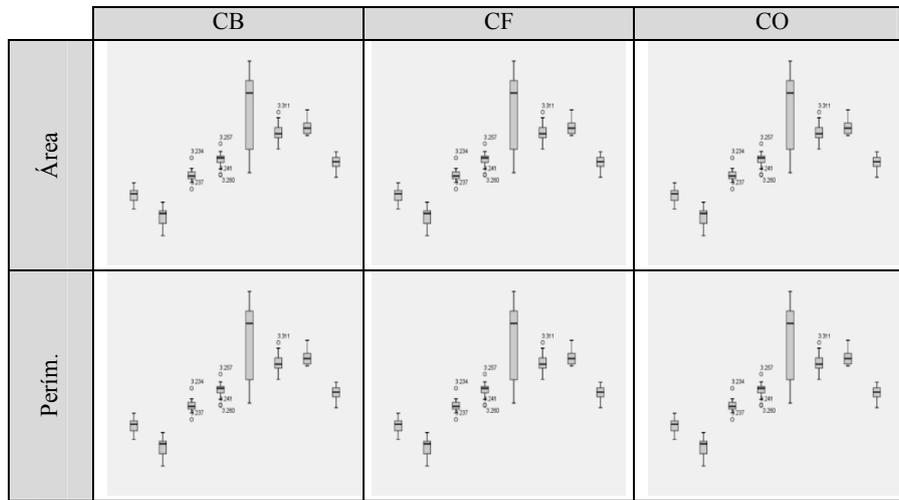


Tabla 5. Datos correspondientes a los parámetros CB, CF y CO.

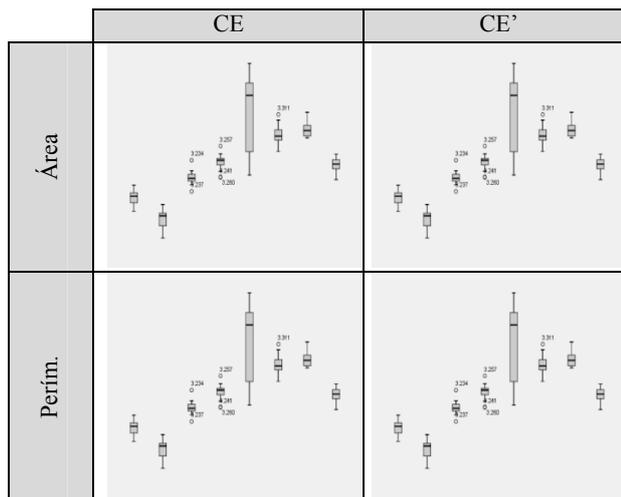


Tabla 6. Datos correspondientes a los parámetros CE, CE'.

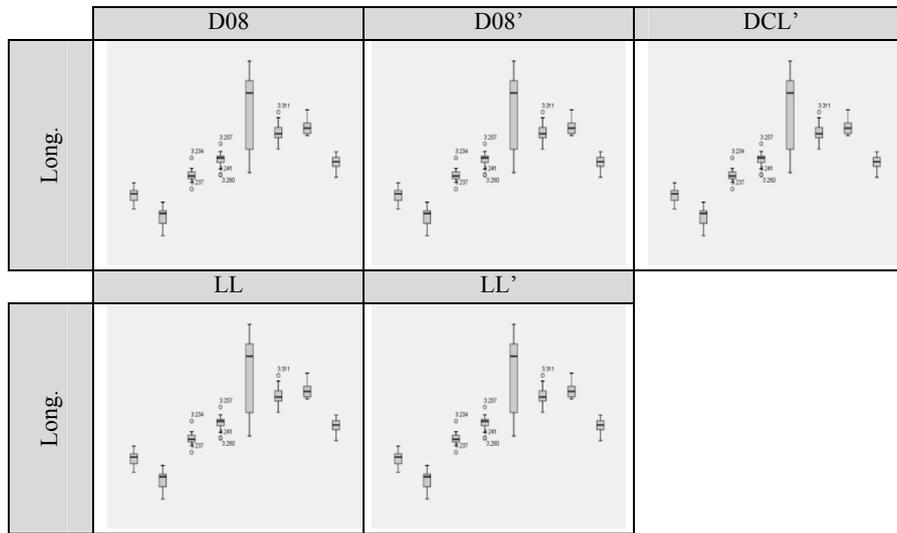


Tabla 7. Datos correspondientes a los parámetros D08, D08', DCL', LL y LL'.

ANEXO III. DATOS ACÚSTICOS

			F1	F2	F3	F3'	F4	F5
C02	Frec.	X	432,81	1868,42			3552,23	4671,45
		S	24,95	61,62			324,49	115,01
	A.B.	X	31,52	124,55			239,03	185,26
		S	16,94	65,01			134,94	75,54
C04	Frec.	X	401,88	1479,25	2599,63		3539,63	3979,63
		S	19,52	48,08	45,08		101,20	115,93
	A.B.	X	64,17	99,58	133,25		127,08	118,50
		S	30,59	30,27	64,44		50,81	51,91
E01	Frec.	X	423,60	1412,50	2630,25	3136,00	3796,58	4364,37
		S	24,20	44,70	132,68	113,04	113,17	129,22
	A.B.	X	164,85	256,95	219,60	345,12	215,68	339,42
		S	69,58	93,00	121,90	150,45	73,92	140,71
E04	Frec.	X	449,87	1805,65		3060,52	3614,09	4109,35
		S	27,66	66,75		65,06	149,91	154,44
	A.B.	X	70,83	292,83		111,64	275,83	286,30
		S	29,14	108,86		40,32	94,14	99,14

Tabla 8. Valores de frecuencia y ancho de banda, con sus respectivas desviaciones, de los formantes acústicos de los cuatro informantes.

			F1	F2	F3	F3'	F4	F5
Esp.	Frec.	X	419,31	1698,60	2599,63		3546,39	4369,56
		S	27,34	202,56	45,08		249,20	364,65
	A.B.	X	45,76	113,65	133,25		189,28	156,13
		S	28,73	53,80	66,44		119,32	73,72
Eusk.	Frec.	X	437,65	1622,79	2630,25	3092,60	3696,64	4224,71
		S	29,00	206,42	132,68	95,17	161,66	191,40
	A.B.	X	114,56	276,14	222,00	213,41	248,62	310,33
		S	69,90	102,21	119,32	155,52	89,84	121,17

Tabla 9. Valores de frecuencia y ancho de banda agrupados por lengua.

			F1	F2	F3	F3'	F4	F5
Homb.	Frec.	X	411,75	1448,91	2613,55	3136,00	3652,86	4149,63
		S	24,13	57,01	95,41	113,04	166,85	227,80
	A.B.	X	109,93	171,11	172,50	345,12	166,23	216,12
		S	72,19	102,93	104,01	150,45	75,74	149,28
Mujer	Frec.	X	440,07	1841,69		3060,52	3579,08	4432,04
		S	27,25	70,57		65,06	263,04	310,00
	A.B.	X	48,26	196,22		111,64	255,00	228,30
		S	30,00	119,85		40,32	119,34	99,26

Tabla 10. Valores de frecuencia y ancho de banda agrupados por sexo.

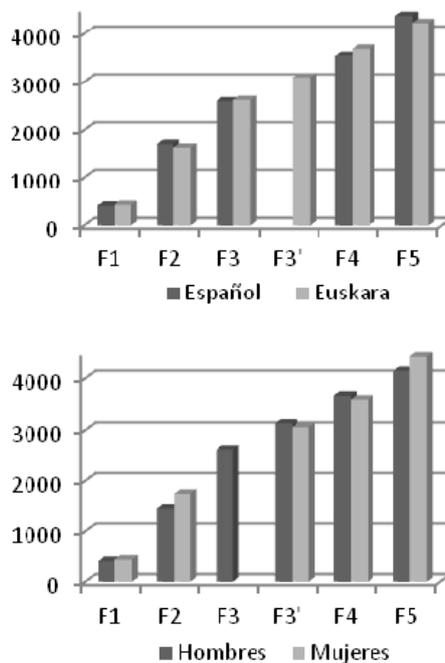


Figura 1. Gráficos de los valores de frecuencia agrupados por lengua y sexo.

		Lengua	Sexo
F1	Frec.	0,002	0,000
	A.B.	0,000	0,000
F2	Frec.	0,071	0,000
	A.B.	0,000	0,275
F3	Frec.	0,294	-
	A.B.	0,003	-
F3'	Frec.	-	0,011
	A.B.	-	0,000
F4	Frec.	0,001	0,114
	A.B.	0,009	0,000
F5	Frec.	0,021	0,000
	A.B.	0,000	0,632

Tabla 11. Valores de significatividad asociados a la prueba de ANOVA de un factor sobre los valores de frecuencia y ancho de banda de los formantes acústicos agrupados por lengua y sexo.