

Euskararen txistukariak aztertze indize akustikoez

Aitor Iglesias, Iñaki Gaminde, Leire Gandarias eta Lorea Unamuno

EUDIA ikerketa-taldea, Euskal Herriko Unibertsitatea
aitor.iglesias@ehu.eus, inaki.gaminde@ehu.eus, leiregandarias@gmail.com, lorea.unamuno@ehu.eus

Abstract

This article presents an acoustic analysis of voiceless sibilants in Basque language. It is worth mentioning that, in some varieties of language, the three fricatives and affricates turn into and are often reduced to only one, and sometimes this distribution is linked to gender identity. In each variety it is essential to work out acoustic analyses, in order to specify which type of pronunciation it is in each case. On the one hand, this article analyzes the acoustic indicators that may be used to carry out the acoustic analysis, and on the other hand, in order to conduct this analysis, these indicators are used to analyze one variety, Beizama's, which correctly differentiates the six sibilants existing in Basque.

Laburpena

Artikulu honetan euskararen txistukari ahoskabeen azterketa akustiko bat aurkezten da. Ezaguna da euskaraz dauden hiru frikariak zein afrikatuak barietate batzuetan bira eta askotan bakarrera murriztu direla eta zenbaitetan banaketa hau genero identitatearekin lotuta dagoela. Barietate bakoitzean unean uneko artikulazio mota zein den zehazteko azterketa akustikoak egitea ezinbestekoa dugu. Lan honetan batetik, azterketa akustikoak egiteko erabil daitezkeen adierazle akustikoak aztertzen dira eta, bestetik, horiek erabiltzen dira euskaraz dauden sei txistukariak ondo bereizten dituen barietate baten, Beizama, azterketa egiteko.

Keywords: Phonetics, acoustics, sibilant, fricative, affricate.

Gako hitzak: Fonetika, akustika, txistukaria, frikaria, afrikatuak.

1. Sarrera¹

Euskararen barietateetan agertzen diren txistukari ahoskabeek (frikariak eta afrikatuak) sistema konplexua osatzen dutena gauza jakina da. 1. irudiko taulan euskara estandarerako proposatu direnak eta hainbat barietateetan daudenak agertzen dira.

	Albeolo apikaria	Albeolo laminarra	Sabaiaurrekoa
Frikariak	ɬ	ʃ	ʃ (ç)
Afrikatuak	tɬ	tʃ	tʃ (tç)

1. Irudia: Euskararen frikariak eta afrikatuak.

Barietate batzuetan hiru frikari ahoskabeak erabiltzen diren arren, mendebaldeko barietate askotan bitara murriztu dira eta beste askotan bakarrera. Frikari bakarra erabiltzen den barietateetan berori ɬ edo ʃ izan daiteke.

Afrikatuetan antzera gertatzen da; barietate batzuetan hirurak ondo bereizten dira; baina Bizkaiko barietateetan aspaldi bitara murriztu ziren (tɬ eta tʃ) eta aspaldion barietate askotan bakarra erabiltzen da. Bakarra erabiltzen den kasuetan berori tɬ izan daiteke edo tʃ ; gainera, zenbaitetan esan den moduan (Gaminde eta lag., 2012 eta Gaminde eta lag., 2013), banaketa hau hiztunen genero identitateari lotuta dago.

Anabasa hau ikusita, uste dugu txistukarien azterketa akustikoez² lagun diezaguketela zehazten barietate bakoitzean zein den unean uneko artikulazio mota; batez ere, murriztapenak gertatzen ari diren kasuetan. Edozelan ere, deskripzio akustikoak egin baino lehen, interesgarri iritzi diogu egin diren deskripzio artikulatorioak hona ekartzeari.

Frikariei dagokienez, ɬ frikari albeolar apikari ahoskabetzat jotzen da (Oñederra, 2004, Pagola, 1992, Hualde, 2003). ʃ frikari albeolar laminar ahoskabetzat jotzen da (Hualde, 2003). ʃ frikari sabaiaurreko ahoskabetzat jotzen da gehienetan (Oñederra, 2004, Hualde, 2003, Pagola, 1992). Txillardegik (1982) eta Yarnoz-ek (2001, 2002) proposatu duten bezala, kasu batzuetan albeolo sabaikarizat ere jo daitekeela uste dugu [ç].

Afrikatuei dagokienez, tɬ afrikatu albeolar apikari ahoskabetzat jotzen da (Oñederra, 2004; Hualde, 2003). tʃ afrikatu albeolar laminar ahoskabetzat hartzen da (Oñederra, 2004, Pagola, 1992) Hualdek laminar izatea aipatzen du bereziki (Voiceless lamino-alveolar affricate, Hualde, 2003). Artikulatorioki tʃ afrikatu sabaiaurreko ahoskabetzat hartzen dute Oñederrak (2004) eta Hualdek (2003); Pagolak (1992) sabaikotzat jotzen du eta Yárnoz (2001, 2002), Bortzirietan egindako lanean, albeolo sabaikarizat tç .

¹ Euskal Herriko Unibertsitateak diruz lagundutako proiektua da (UPV/EHU GIU13/23), 2013-2016 bitartean gauzatzeko.

² Palatografia dinamikoa edo, besterik ezean, estatikoa ere oso metodo egokia izan daiteke honelakoetan (Gandarias eta lag., 2014).

Bermeon egindako azterketa batean (Gaminde eta lag., 2012) iradoki zen moduan, hiru frikari edo afrikatu dauzkan sisteman aho barrunbeto artikulatzeko guneak mugatuago daude, sistema biko edo bakarrek kasuetan baino. Fonema bi edo bakarra dauden kasuetan artikulatzeko espazioa handiagoa denez gero, gunea zabalagoa da eta malguagoa.

Esparru honetan euskaraz egin diren lanetan oso metodologia desberdinak erabili dira (Larrasquet, 1928; Txillardeggi, 1982, Urrutia eta lag., 1988, 1989 eta 1991; Yárnoz, 2001, 2002; Hualde, 2010; Gaminde eta lag., 2012, 2013; Gandarias eta lag., 2014).

Honenbestez, gure lan honen helburua bikoitza da; alde batetik, azterketa akustikoak egiteko erabil daitezkeen adierazle akustikoak aztertu nahi dira eta, bestetik, adierazle akustiko horiek erabiliko ditugu fonema guztiak ondo bereizten dituen barietate bat aztertzeko eredu gisa. Azken hau egingo dugu Beizamako datuak erabilita.

Lana lau zati nagusitan banatuta aurkezten dugu. Sarrera honen osteko bigarren atalean adierazle akustiko guztiak aurkeztuko ditugu. Hirugarren atalean Beizamako datuak aztertuko ditugu. Azkenik, laugarren atalean ondorioak laburbilduko ditugu.

2. Adierazle akustikoak

Atal honetan frikarien eta afrikatuen adierazle akustiko nagusiak deskribatuko ditugu. Adierazleok hobeto aurkezteko atal hau azpi-atal bitan banatuko dugu. Lehen azpi-atalean frikarien adierazleak ikusiko ditugu eta bigarreanean afrikatuenak.

2.1. Frikarien adierazle akustikoak

Frikariak akustikoki aztertzeko proposatu diren izariak honako hauek izan dira: une espektralak, espektratu osoaren itxura, soinuaren energia, iraupena eta ondoko bokalen formakinen trantsizioen norabidea eta maldak.

Frikariak bereizteko adierazle akustiko garrantzitsutzat jo izan dira une espektralak. Une espektraletan lau neurri proposatu dira (Jongman eta lag., 2000, Nissen eta Fox, 2005, Silbert eta Jong, 2008, Hualde 2010, Fulop 2011, Gaminde eta lag., 2012, 2013, Gandarias eta lag., 2014), alegia, grabitate zentroa, desbiderapena, asimetria eta kurtosia.

Ikerketa gehienetan garrantzi handia ematen zaio grabitate zentroari (Jongman eta lag., 2000; Gordon eta lag., 2002; Zygis, M., 2003 eta 2005; Nissen eta Fox, 2005; Al-Kahairy, 2005; Hamann eta Avelino, 2007; Silbert eta Jong, 2008; Thurgood, 2009; Hualde 2010; Gendrot eta lag., 2010; Ruch, 2010; Fulop 2011; Schmid, 2011; Jurado, 2011; Cheng, 2012 eta Gaminde eta lag., 2012). Bibliografian hauen moduko definizioak topatzen dira:

“En primer lugar, el centro de gravedad (CG) de un espectro mide su concentración media de energía.

Así, por ejemplo, para un espectro formado por una única onda simple de 1000 Hz, su centro de gravedad es 1000 Hz; para un espectro formado por dos ondas simples de la misma intensidad a frecuencias de 1000 Hz y 3000 Hz, su centro de gravedad es 2000 Hz; o para un sonido blanco con una frecuencia de muestreo de 22050 Hz, su centro de gravedad se sitúa en la mitad de la frecuencia nyquist, es decir a 5512.5 Hz.” (Cicres, 2011)

“El centro de gravedad, o «primer momento espectral», cuantifica la concentración promedio de energía en el espectro acústico de un segmento, proporciona un valor medio de las frecuencias y mide la altura del ruido fricativo.” (Gendrot eta lag., 2010)

“The spectral centre of gravity is a measure for how high the frequencies in a spectrum are on average.” (Boersma, 2002)

Desbiderapena edo bigarren une espektrala (Jongman eta lag., 2000, Nissen eta Fox, 2005, Al-Kahairy, 2005, Silbert eta Jong, 2008, Hualde, 2010, Fulop, 2011, Gaminde eta lag., 2012) ondoko era hauetara definitzen da:

“La desviación estándar (el segundo momento espectral) mide la distancia de las frecuencias del espectro respecto del centro de gravedad. Para una onda simple, su desviación estándar es 0. Para un espectro con forma de M (como el de la Figura 3), la desviación estándar es elevada, ya que el centro de gravedad de encuentra en un punto intermedio a las dos zonas frecuenciales que concentran la mayor parte de la energía. En cambio, la desviación estándar del espectro de la Figura 4 es menor, puesto que el único pico de energía se corresponde con la zona del centro de gravedad.” (Cicres, 2011)

“The standard deviation is a measure for how much the frequencies in a spectrum can deviate from the centre of gravity.” (Boersma, 2002)

Hirugarren une espektrala asimetria da (Jongman eta lag., 2000; Nissen eta Fox, 2005; Al-Kahairy, 2005; Silbert eta Jong, 2008; Hualde, 2010; Gendrot eta lag., 2010; Fulop, 2011; Gaminde eta lag., 2012). Berau ondoko era hauetara definitzen da:

“La *skewness* es un indicador de la asimetría en la distribución estadística. Complementa la medida del centro de gravedad, ya que mide hasta qué punto la forma del espectro debajo del centro de gravedad es distinta de la forma situada por encima del centro de gravedad. Una *skewness* de grado cero indica una distribución en relación simétrica con la media. Si es positiva, indica que predomina la concentración de energía en las frecuencias bajas.” (Gendrot eta lag., 2010)

“El cuarto momento espectral, la asimetría, está relacionado con la distribución de la energía a lado y

lado del centro de gravedad, de modo que un espectro con asimetría 0 indica que la energía se distribuye de forma simétrica a ambos costados del centro de gravedad, mientras que si los valores son positivos el pendiente derecho de la distribución es mayor que el izquierdo. Es decir, los valores positivos indican mayor predominio de la energía en la zona de frecuencias bajas, mientras que los valores negativos aparecen en espectros con mayor energía en su parte alta. Las Figuras 7 y 8 muestran espectros de sonidos fricativos con valores de asimetría negativo y positivo respectivamente.” (Cicres, 2011)

“The skewness is a measure for how much the shape of the spectrum below the centre of gravity is different from the shape above the mean frequency.” (Boersma, 2002)

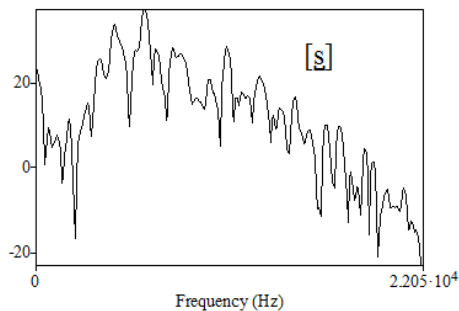
Kurtosia, azkenik, laugarren une espektrala da (Jongman eta lag., 2000; Nissen eta Fox, 2005; Al-Kahairy, 2005; Silbert eta Jong, 2008; Hualde, 2010; Fulop, 2011, Cicres, 2011 eta Gaminde eta lag., 2012). Ondoko era hauetara definitzen da:

“Por su lado, la curtosis (tercer momento espectral) indica el grado de apuntamiento de la forma del espectro. Así, una curtosis positiva refleja espectros puntiagudos (Figura 5): “positive kurtosis thus suggests a clearly defined spectrum with wellresolved peaks, while negative kurtosis indicates a flat spectrum without clearly defined peaks” (Jongman *et al.*, 2000: 1253). Valores negativos indican distribuciones más bien planas del espectro (Figura 6).” (Cicres, 2011)

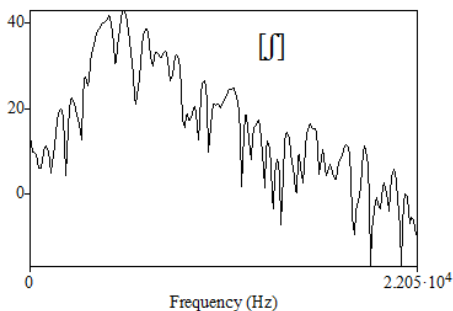
“The kurtosis is a measure for how much the shape of the spectrum around the centre of gravity is different from a Gaussian shape.” (Boersma, 2002)

Une espektralei dagozkien datuak lortzeko erabiltzen diren formulak “Praat” programaren esku liburuan (Boersma, 2002) eta Harrington-en lanean (2010) ikus daitezke.

Une frikariaren espektroaren itxurari dagokionez, 2. eta 3. irudietako espektrogrametan ikusten den moduan, energiaren kontzentrazioa altuera desberdinetan gertatzen da frikari motaren arabera.

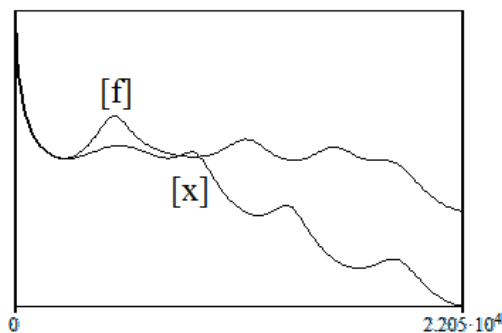


2. Irudia: Albeolar apikariaren energiaren kontzentrazioaren hasiera.



3. Irudia: Sabaiaurrekoaren energiaren kontzentrazioaren hasiera.

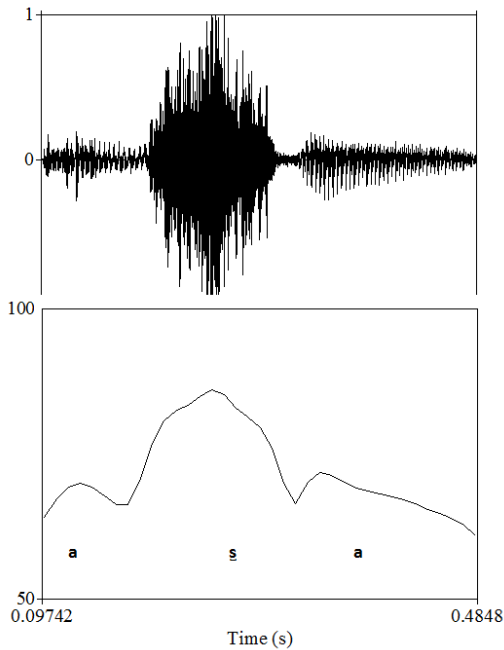
Adierazle akustiko hau euskaraz askotan erabili da (Urrutia eta lag 1988, 1989, 1991) eta frikariaren ahoskunea zehazteko adierazle nagusitzat jotzen da (Martínez Celdrán, 2013). 4. irudian [f] eta [x] frikariaren LPC espektroak erakusten ditugu eta pikurik altuenaren maiztasunak adierazten du ahoskunea.



4. Irudia: [f] eta [x] frikariaren energiaren kontzentrazioaren pikurik altuena.

Lan batzuetan espektroaren energiaren kontzentrazioaren hasiera ez ezik, espektroan gertatzen den mugimendu osoa ere erabiltzen da (Txillardegí, 1982; Yárnoz, 2001).

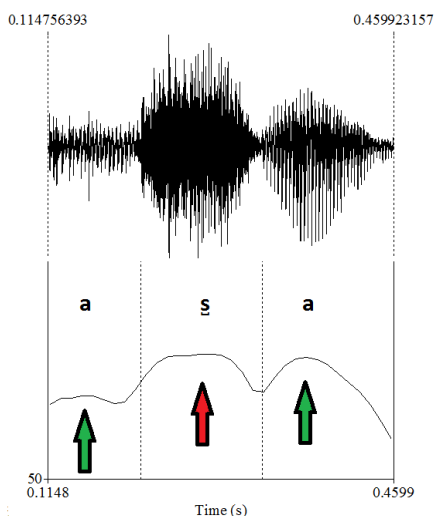
Energiari dagokionez, frikariak energia handiagoa edukitzen dute inguruko bokalek baino (5. irudia).



5. Irudia: Frikariaren energia ondoko bokalen energiaren aldean.

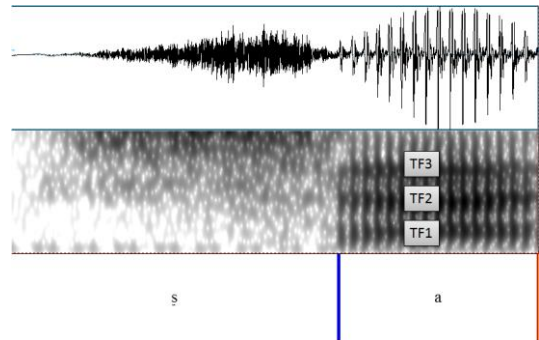
Energiaren gaineko datuak tentu handiz erabili behar dira, izan ere, honen neurrien emaitzak desberdinak izan daitezke aldagai askok eraginda. Aldagai horiek grabagailu mota eta mikrofonoarekiko distantzia edo antzerakoak modukoak izan daitezke. Arazo horiek neurri batean ekiditeko, balioak normalizatzeko metodo bat erabiliko dugu hemen (Montes de Oca, 2011).

Soinuen energia normalizatzeko dugu inguruko soinuenergiaren arabera. Hau da, 6. irudian erakusten den bezala, aldameneko bokalen energiaren gorengo puntuak eta kontsonantearen beheko puntuak neurtuko ditugu. Honen ondoren kenketa baten bidez zeintzuk diren bokaletik kontsonanterako eta kontsonantetik bokalerako aldeak kalkula daitezke.



6. Irudia: Elkarren ondoko bokalen eta kontsonantearen energiak normalizatzeko hartutako neurrien puntuak.

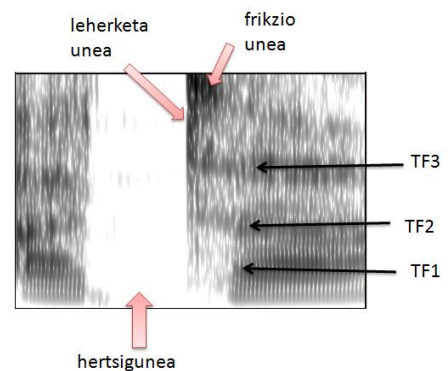
Espektrogrametan frikariaren ondoko bokalen trantsizioak ikus daitezke (7. irudiko espektrograman), trantsizio hauek frikariaren ahoskunearen adierazletzat erabiltzen dira (Quilis, 1993). Arlo honetan, trantsizioen hasiera, iraupena eta maldak kalkula daitezke; gure lan honetan bigarren formakinaren trantsizioen maldak aztertuko ditugu. Frikariekin zein afrikatuekin kontsonantearen ondoko [a]ren bigarren formakinaren (f2) trantsizioa negatiboa da kasu guztietan.



7. Irudia: [s] frikariaren zarataren hedapena hitz hasieran.

2.2. Afrikatuen adierazle akustikoak

Afrikatuak herskariaren eta frikariaren arteko soinutzat jotzen izan dira (Martínez Celdrán, 1989; Quilis, 1993). Afrikatuen artikulazioan hiru une bereiz daitezke (Gaminde eta lag., 2013; Gandarias eta lag., 2014). Lehen unean etenaldi bat gertatzen da herskarietan legez, bigarrean leherketa unea da eta leherketa barra bat agertzen da, azkenik, hirugarren unean zarata sortzen da. Herskarietan ez bezala, aire ibilbidea zabaltzen denean, artikulatzaileak oso hurbil geratzen dira eta zarata sortzen da. 8. irudiko espektrograman hiru unek erakusten dira ondoko bokalerako formakinaren trantsizioekin batera.



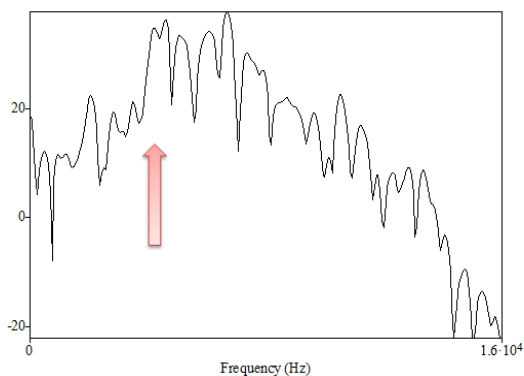
8. Irudia: Afrikatu ahoskabe baten hiru unek.

Afrikatuak akustikoki aztertzeke izari batzuk proposatu dira; izari horiek bost multzotan sailka ditzakegu: une espektralak, espektroaren itxura, ondoko bokalen formakinaren trantsizioak, iraupena eta energia.

Une espektraletan lau neurri proposatu dira (Jongman eta lag., 2000, Nissen eta Fox, 2005, Silbert

eta Jong, 2008, Hualde 2010, Fulop 2011, Gaminde eta lag., 2012, 2013, Gandarias eta lag., 2014), grabitate zentroa, desbiderapena, asimetria eta kurtosia, hain zuzen (bakoitzaren gaineko azalpenak 2.1. atalaren hasieran ikus daitezke).

Une frikariaren espektroaren itxurari dagokionez, 9. irudiko espektrograman ikusten den moduan, energiaren kontzentrazioa altuera desberdinetan gertatzen da, afrikatu motaren arabera. Adierazle akustiko hau askotan erabili da (Urrutia eta lag., 1988, 1989, 1991).

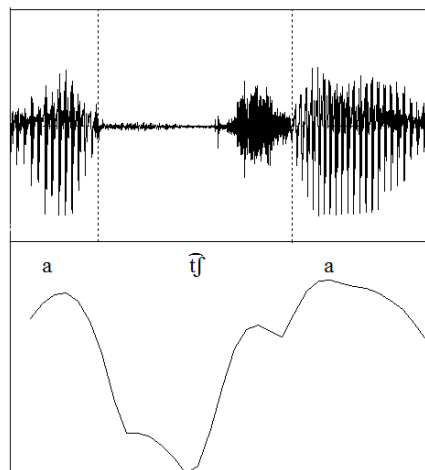


9. Irudia: Energiaren kontzentrazioaren hasiera eta FFT espektroaren itxura.

Iraupen arloan hiru neurri proposatu dira, une herskariaren edo hertsigunearen iraupena, leherketaren iraupena eta une frikariaren iraupena (Miller-Ockhuizen eta Zec, 2003; Schwartz, 2005; Zygis, M., 2005; Gendrot eta lag., 2010 eta Ruch, 2010, Gaminde eta lag, 2013).

Energia arloan soinuaren energia osoa ere kontuan hartzen izan da ikerketa batzuetan (Gordon eta lag., 2002; Kochetov eta Lobanova, 2003; Miller-Ockhuizen eta Zec, 2003; Zygis, M., 2005; Labraña, 2009; Gendrot eta lag., 2010 eta Jurado, 2011). Lan honetan Gaminde eta lag.-ek (2013) iraupenerako proposatu egongune berberak proposatu dira energia neurtzeko: une herskariaren energia, leherketaren energia eta une frikariaren energia.

10. irudiko espektrograman ikusten den moduan, aldameneko bokalen aldean afrikatuak energia baxuagoa du; aldi berean, une herskariaren eta frikariaren arteko aldea ere bertan ikus daiteke.



10. Irudia: Afrikatuaren energia aldameneko bokalen energiaren aldean.

Azkenik, ondoko bokalen formakinen trantsizioen arloan, trantsizioen iraupena eta maldak kalkula daitezke (Quilis, 1993, Gaminde eta lag., 2013)

3. Beizamako datuen azterketa

Atal honetan aurreko atalean deskribatu ditugun adierazle akustikoak aplikatuko ditugun eredu moduan hiru frikariak eta hiru afrikatuak ondo bereizten dituen Beizamako informatzaile baten datuekin³.

Datuak jasotzeko informatzaileari sei sasi-hitz esanarazi dizkiogu 10 bider. Sasi-hitz hauek silaba bikoak dira eta VCV egitura daukate, bokala beti *a* delarik, eta kontsonantea aipatutako frikari edo afrikatu bat. Horrela, "*asa*", "*axa*", "*aza*", "*atsa*", "*atxa*" eta "*atza*" sasi-hitzek osatzen dute gure corpusa.

Azterketa akustikoa gauzatzeko Praat (Boersma eta Weenink, 2014) programaz baliatu gara eta frikari eta afrikatuen izari akustikoak neurtzeko script bat erabili dugu (Atria, 2011).

Datuak errazago aurkezteko atal hau azpi-atal bitan banatuta aurkezten dugu. Lehen azpi-atalean frikariaren datuak emango ditugu eta bigarrenean afrikatuenak.

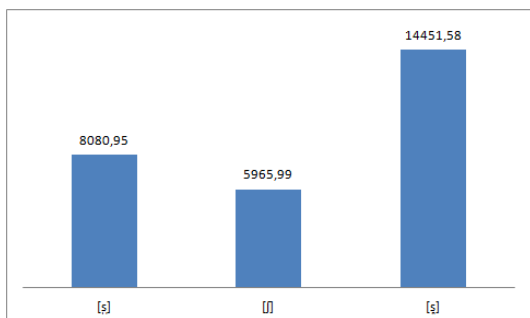
3.1. Frikariaren datuak

Frikariari dagokionez, aztertuko ditugun adierazle akustikoak une espektralak, energiaren kontzentrazioaren hasiera, energia, iraupena eta ondoko bokalaren formakinen trantsizioen norabideak eta maldak izango dira. Neurriak hartu ditugun kasuetan batez bestekoak eta desbiderapenak azalduko ditugu.

Grabitate zentroari dagokionez (11. irudiko grafikoa), laminarrak du batez bestekorik altuena 4.451 (Sd: 193), apikariak 8.081 (Sd: 1.231) eta baxuena sabaiaurrekoak 5.966 (Sd: 289). Batez bestekoen aldeak estatistikoki esanguratsuak dira ($F(2, 29) = 357,878$; p

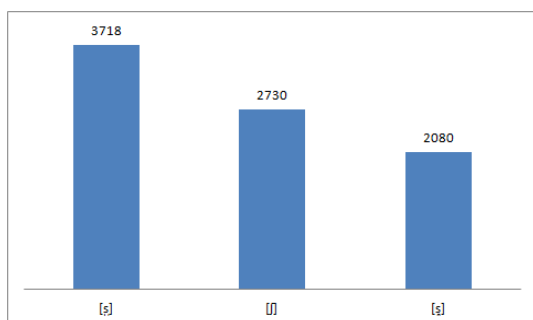
³ Gure eskerrik beroenak informatzailea izan dugun Ane Otaegiri.

< 0,001). Parametro honen bidez soinu guztiak ondo bereizten dira; [s] eta [j] soinuen post-hoc azterketa $p = 0,001$ da; [s] eta [ʃ] soinuen post-hoc azterketa $p = 0,001$ eta [j] eta [ʃ] soinuen post-hoc azterketa $p = 0,001$.



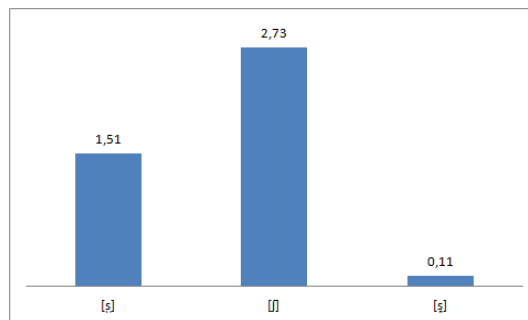
11. irudia: Frikari bakoitzaren grabitate zentroaren batez bestekoa.

Desbiderapenari dagokionez (12. irudiko grafikoa), apikariak du batez bestekorik altuena, 3.718 (Sd: 661); ondoren sabaiaurrekoak 2.730 (Sd: 324) eta baxuena laminarrak, 2.080 (Sd: 68). Batez bestekoen aldeak estatistikoki esanguratsuak dira ($F(2, 29) = 37,324$; $p < 0,001$). Parametro honen bidez soinu guztiak ondo bereizten dira. [s] eta [j] soinuen post-hoc azterketa $p = 0,001$ da; [s] eta [ʃ] soinuen post-hoc azterketa $p = 0,001$ eta [j] eta [ʃ] soinuen post-hoc azterketa $p = 0,006$.



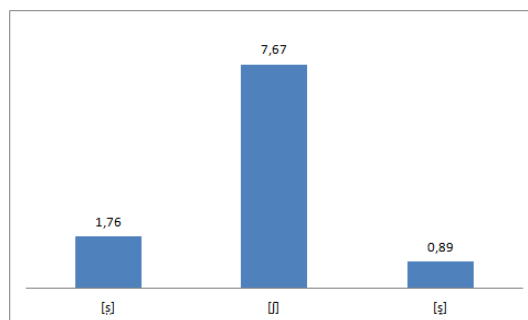
12. irudia: Frikari bakoitzaren desbiderapenaren batez bestekoa.

Asimetriari dagokionez (13. irudiko grafikoa), sabaiaurrekoak du batez bestekorik altuena, 2,73 (Sd: 0,45); ondoren apikariak, 1,51 (Sd: 0,87) eta baxuena laminarrak, 0,11 (Sd: 0,10). Batez bestekoen aldeak estatistikoki esanguratsuak dira ($F(2, 29) = 53,356$; $p < 0,001$). Parametro honen bidez soinu guztiak ondo bereizten dira. [s] eta [j] soinuen post-hoc azterketa $p = 0,001$ da; [s] eta [ʃ] soinuen post-hoc azterketa $p = 0,001$ eta [j] eta [ʃ] soinuen post-hoc azterketa $p = 0,001$.



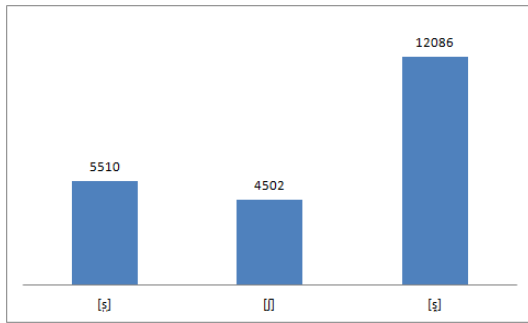
13. irudia: Frikari bakoitzaren asimetriaren batez bestekoa.

Kurtosiari dagokionez (14. irudiko grafikoa), sabaiaurrekoak du batez bestekorik altuena, 7,67 (Sd: 2,94); ondoren apikariak, 1,76 (Sd: 3,27) eta baxuena laminarrak, 0,89 (Sd: 0,51). Batez bestekoen aldeak estatistikoki esanguratsuak dira ($F(2, 29) = 20,819$; $p < 0,001$). Parametro honen bidez [s] eta [ʃ] soinuak ez dira ondo bereizten. [s] eta [j] soinuen post-hoc azterketa $p = 0,001$ da; [s] eta [ʃ] soinuen post-hoc azterketa $p = *0,727$ eta [j] eta [ʃ] soinuen post-hoc azterketa $p = 0,001$.



14. irudia: Frikari bakoitzaren kurtosiaren batez bestekoa.

Energiaren kontzentrazioaren hasierari dagokionez (15. irudiko grafikoa), laminarrak du batez bestekorik altuena, 12.086 hz. (Sd: 1.009); ondoren apikariak, 5.510 hz. (Sd: 313) eta baxuena sabaiaurrekoak, 4.502 hz. (Sd: 243). Batez bestekoen aldeak estatistikoki esanguratsuak dira ($F(2, 29) = 433,109$; $p < 0,001$). Parametro honen bidez soinu guztiak ondo bereizten dira. [s] eta [j] soinuen post-hoc azterketa $p = 0,003$ da; [s] eta [ʃ] soinuen post-hoc azterketa $p = 0,001$ eta [j] eta [ʃ] soinuen post-hoc azterketa $p = 0,001$.

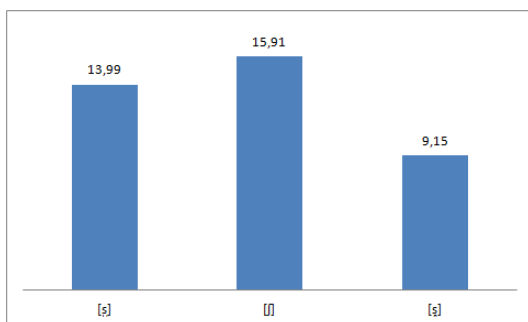


15. irudia: Frikari bakoitzaren energiaren kontzentrazioaren hasieraren batez bestekoa.

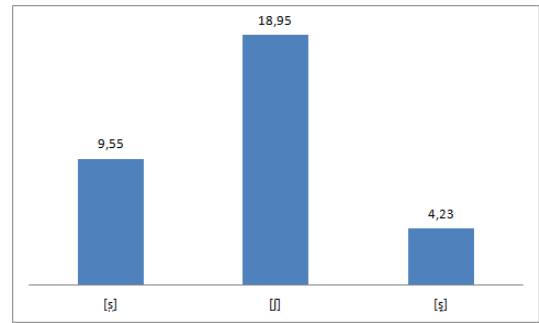
Energiari dagokionez, aldameneko bokalen aldean kontsonanteek energia handiagoa daukate. Aurreko bokaletik kontsonanterako (V>C) eta kontsonantetik ondoko bokalerako (C>V) dauden aldean batez bestekoak (\bar{X}) eta desbiderapenak (Sd) 1. taulan agertzen dira (16. eta 17. irudietako grafikoa). Aurreko bokaletik kontsonanterako energiari altuena duena sabaiaurrekoa da gero apikaria eta azkenik laminarra; aldea estatistikoki esanguratsua da ($F(2, 29) = 14,144$, $p < 0,001$). Parametro honen bidez apikaria eta sabaiaurrekoa ez dira ondo bereizten. [s] eta [ʃ] soinuen post-hoc azterketa $p = *0,325$ da; [s] eta [s] soinuen post-hoc azterketa $p = 0,003$ eta [ʃ] eta [s] soinuen post-hoc azterketa $p = 0,001$. Kontsonantetik ondoko bokalerako energiari altuena sabaiaurrekoak du, ondoren apikariak eta baxuena laminarrak; aldea estatistikoki esanguratsua da ($F(2, 29) = 55,41$; $p < 0,001$). Parametro honen bidez soinu guztiak ondo bereizten dira. [s] eta [ʃ] soinuen post-hoc azterketa $p = 0,001$ da; [s] eta [s] soinuen post-hoc azterketa $p = 0,002$ eta [ʃ] eta [s] soinuen post-hoc azterketa $p = 0,001$.

Soinua	V>C		C>V	
	\bar{X}	Sd	\bar{X}	Sd
[s]	13,99	3,01	9,55	4,89
[ʃ]	15,91	2,16	18,95	1,45
[s]	9,15	3,47	4,23	2,02

1. taula: Aurreko bokaletik kontsonanterako (V>C) eta kontsonantetik bokalerako (C>V) energiaren aldean batez bestekoak.

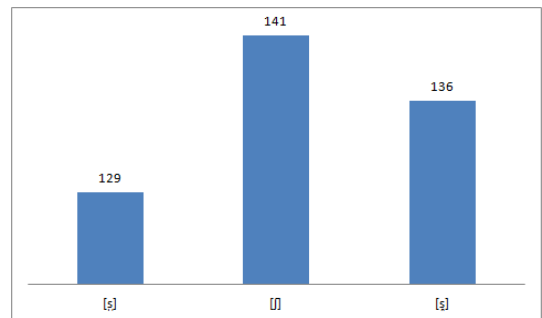


16. irudia: Frikari bakoitzaren V>C energiaren aldean batez bestekoak.



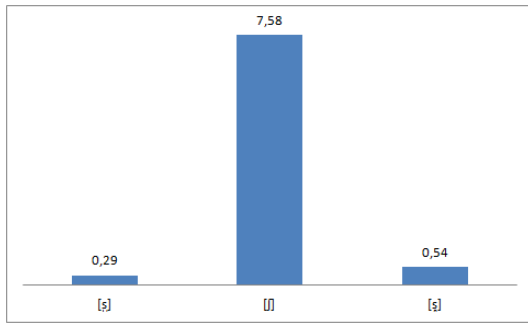
17. irudia: Frikari bakoitzaren C>V energiaren aldean batez bestekoak.

Iraupenari dagokionez (18. irudiko grafikoa), luzeena sabaiaurrekoa da 141 ms. (Sd:7,62), gero laminarra 136 ms. (Sd: 5,39) eta laburrena apikaria da 129 ms. (Sd: 8,03). Aldeak estatistikoki esanguratsua dira ($F(2, 29) = 7,185$; $p < 0,003$). Parametro honen bidez apikaria eta laminarra baino ez dira bereizten. [s] eta [ʃ] soinuen post-hoc azterketa $p = *0,060$ da; [s] eta [s] soinuen post-hoc azterketa $p = 0,002$ eta [ʃ] eta [s] soinuen post-hoc azterketa $p = *0,379$.



18. irudia: Frikari bakoitzaren iraupenaren batez bestekoak.

Ondoko bokalaren bigarren formakinaren maldari dagokionez (19. irudiko grafikoa), sabaiaurrekoak du batez bestekorik altuena, 7,58 hz/ms (Sd: 1,19); ondoren laminarrak, 0,54 hz/ms (Sd: 0,49) eta baxuena apikariak, 0,29 hz/ms (Sd: 0,31). Batez bestekoaren aldeak estatistikoki esanguratsua dira ($F(2, 29) = 294,651$; $p < 0,001$). Parametro honen bidez apikaria eta laminarra ez dira ondo bereizten. [s] eta [ʃ] soinuen post-hoc azterketa $p = 0,001$ da; [s] eta [s] soinuen post-hoc azterketa $p = *0,747$ eta [ʃ] eta [s] soinuen post-hoc azterketa $p = 0,001$.

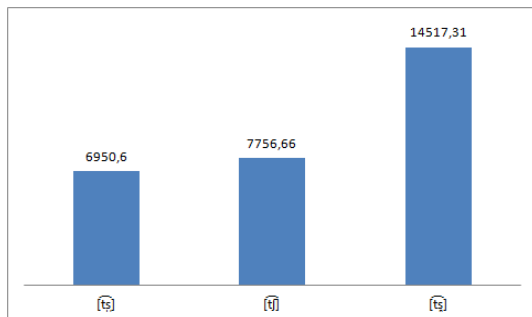


19. irudia: Frikari bakoitzaren ondoko bokalaren f2-ren maldaren batez bestekoak.

3.2. Afrikatuen datuak

Afrikatuei dagokionez, hamabi adierazle akustiko aztertu ditugu: une frikariaren une espektralak (grabitate zentroa, desbiderapena, asimetria eta kurtosia), energiaren kontzentrazioaren hasiera, hertsigunearen iraupena, VOT⁴-aren iraupena, une frikariaren iraupena, aurreko bokaletik kontsonantearen hertsigunera dagoen energiaren aldea, kontsonantearen hertsigunetik une frikarira dagoen energiaren aldea, kontsonantearen une frikaritik ondoko bokalera dagoen energiaren aldea eta ondoko bokalaren bigarren formakinaren malda.

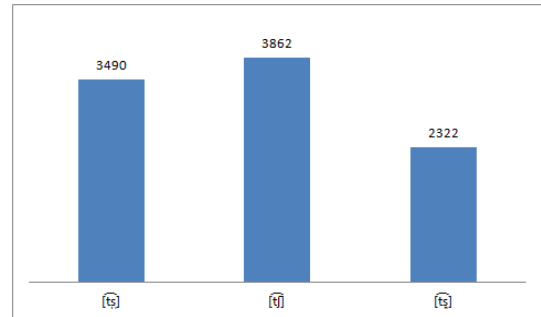
Grabitate zentroari dagokionez (20. irudiko grafikoa), laminarrak du batez bestekorik altuena, 14.517 (Sd: 436); ondoren sabaiaurrekoak, 7.757 (Sd: 572) eta baxuena apikariak, 6.951 (Sd: 436). Batez bestekoen aldeak estatistikoki esanguratsuak dira ($F(2, 28) = 680,150; p < 0,001$). Parametro honen bidez soinu guztiak ondo bereizten dira. $[\widehat{ts}]$ eta $[\widehat{tj}]$ soinuen post-hoc azterketa $p = 0,003$ da; $[\widehat{ts}]$ eta $[\widehat{ts}]$ soinuen post-hoc azterketa $p = 0,001$ eta $[\widehat{tj}]$ eta $[\widehat{ts}]$ soinuen post-hoc azterketa $p = 0,001$.



20. irudia: Afrikatu bakoitzaren grabitate zentroaren batez bestekoa.

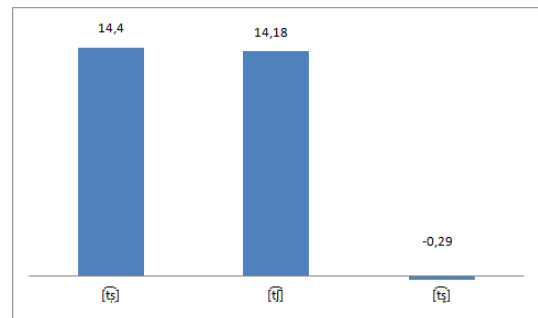
Desbiderapenari dagokionez (21. irudiko grafikoa), sabaiaurrekoak du batez bestekorik altuena, 3.862 (Sd: 207); ondoren apikariak, 3.490 (Sd: 345) eta baxuena laminarrak, 2.322 (Sd: 176). Batez bestekoen aldeak estatistikoki esanguratsuak dira ($F(2, 28) = 92,157; p < 0,001$). Parametro honen bidez soinu guztiak ondo

bereizten dira. $[\widehat{ts}]$ eta $[\widehat{tj}]$ soinuen post-hoc azterketa $p = 0,009$ da; $[\widehat{ts}]$ eta $[\widehat{ts}]$ soinuen post-hoc azterketa $p = 0,001$ eta $[\widehat{tj}]$ eta $[\widehat{ts}]$ soinuen post-hoc azterketa $p = 0,001$.



21. irudia: Afrikatu bakoitzaren desbiderapenaren batez bestekoa.

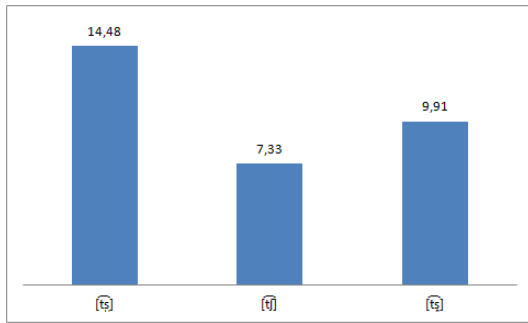
Asimetriari dagokionez (22. irudiko grafikoa), apikariak du batez bestekorik altuena, 14,40 (Sd: 5,64); ondoren sabaiaurrekoak, 14,18 (Sd: 2,55) eta baxuena laminarrak, -0,29 (Sd: 0,21). Batez bestekoen aldeak estatistikoki esanguratsuak dira ($F(2, 28) = 49,567; p < 0,001$). Parametro honen bidez apikaria eta sabaiaurrekoak ez dira ondo bereizten. $[\widehat{ts}]$ eta $[\widehat{tj}]$ soinuen post-hoc azterketa $p = *0,990$ da; $[\widehat{ts}]$ eta $[\widehat{ts}]$ soinuen post-hoc azterketa $p = 0,001$ eta $[\widehat{tj}]$ eta $[\widehat{ts}]$ soinuen post-hoc azterketa $p = 0,001$.



22. irudia: Afrikatu bakoitzaren asimetriaren batez bestekoa.

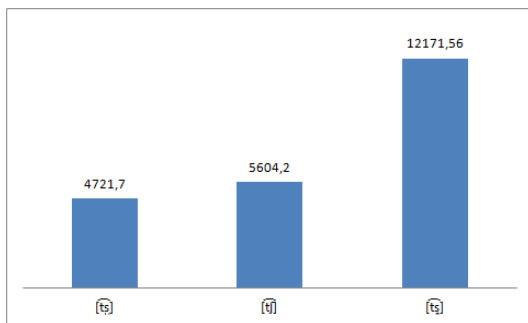
Kurtosiari dagokionez (23. irudiko grafikoa), apikariak du batez bestekorik altuena, 14,48 (Sd: 13,66); ondoren laminarrak, 9,91 (Sd: 8,95) eta baxuena sabaiaurrekoak, 7,33 (Sd: 7,69). Batez bestekoen aldeak ez dira estatistikoki esanguratsuak ($F(2, 28) = 1,195; p < *0,319$). Parametro honek ez du balio soinuen bereizkuntzarik egiteko. $[\widehat{ts}]$ eta $[\widehat{tj}]$ soinuen post-hoc azterketa $p = *0,295$ da; $[\widehat{ts}]$ eta $[\widehat{ts}]$ soinuen post-hoc azterketa $p = *0,614$ eta $[\widehat{tj}]$ eta $[\widehat{ts}]$ soinuen post-hoc azterketa $p = *0,855$.

⁴ Voice-onset time.



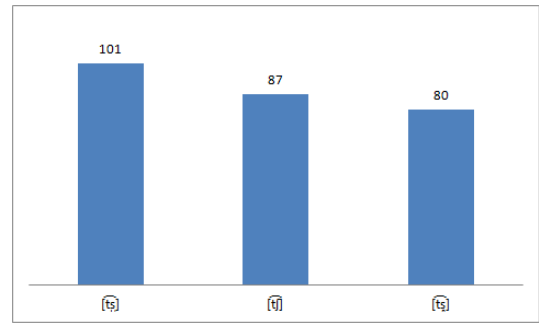
23. irudia: Afrikatu bakoitzaren kurtosiaren batez bestekoa.

Energiaren kontzentrazioaren hasierari dagokionez (24. irudiko grafikoa), laminarrak du batez bestekorik altuena, 12.171 hz. (Sd: 1.380); ondoren sabaiaurrekoak, 5.604 hz. (Sd: 560) eta baxuena apikariak, 4.722 hz. (Sd: 149). Batez bestekoen aldeak estatistikoki esanguratsuak dira ($F(2, 28) = 219,749$; $p < 0,001$). Parametro honen bidez soinu guztiak ez dira ondo bereizten. $[tʃ]$ eta $[tʃ]$ soinuen post-hoc azterketa $p = *0,066$ da; $[tʃ]$ eta $[tʃ]$ soinuen post-hoc azterketa $p = 0,001$ eta $[tʃ]$ eta $[tʃ]$ soinuen post-hoc azterketa $p = 0,001$.



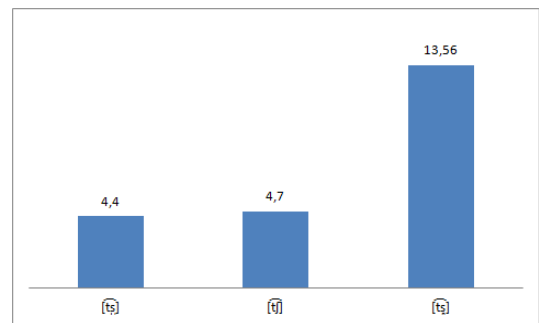
24. irudia: Afrikatu bakoitzaren energiaren kontzentrazioaren hasieraren batez bestekoa.

Hertsigunearen iraupenari dagokionez (25. grafikoa), apikariak du batez bestekorik altuena, 101 ms. (Sd: 5,67); ondoren sabaiaurrekoak, 87 ms. (Sd: 11,59) eta baxuena laminarrak, 80 ms. (Sd: 10). Batez bestekoen aldeak estatistikoki esanguratsuak dira ($F(2, 28) = 12,415$; $p < 0,001$). Parametro honen bidez ez dira soinu guztiak ondo bereizten. $[tʃ]$ eta $[tʃ]$ soinuen post-hoc azterketa $p = 0,007$ da; $[tʃ]$ eta $[tʃ]$ soinuen post-hoc azterketa $p = 0,001$ eta $[tʃ]$ eta $[tʃ]$ soinuen post-hoc azterketa $p = *0,755$.



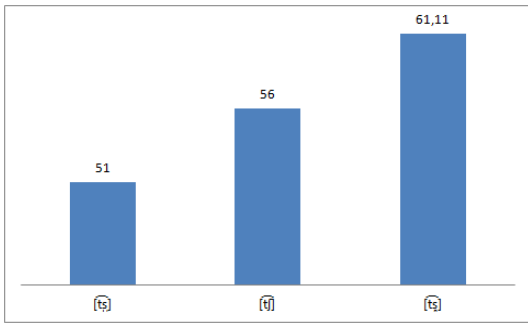
25. irudia: Afrikatu bakoitzaren hertsigunearen iraupenaren batez bestekoa.

VOT-aren iraupenari dagokionez (26. irudiko grafikoa), laminarrak du batez bestekorik altuena, 13,56 ms. (Sd: 6,39); ondoren sabaiaurrekoak, 4,7 ms. (Sd: 1,83) eta baxuena apikariak, 4,4 ms. (Sd: 1,43). Batez bestekoen aldeak estatistikoki esanguratsuak dira ($F(2, 28) = 17,479$; $p < 0,001$). Parametro honen bidez soinu guztiak ez dira ondo bereizten. $[tʃ]$ eta $[tʃ]$ soinuen post-hoc azterketa $p = *0,983$ da; $[tʃ]$ eta $[tʃ]$ soinuen post-hoc azterketa $p = 0,001$ eta $[tʃ]$ eta $[tʃ]$ soinuen post-hoc azterketa $p = 0,001$.



26. irudia: Afrikatu bakoitzaren VOT-aren iraupenaren batez bestekoa.

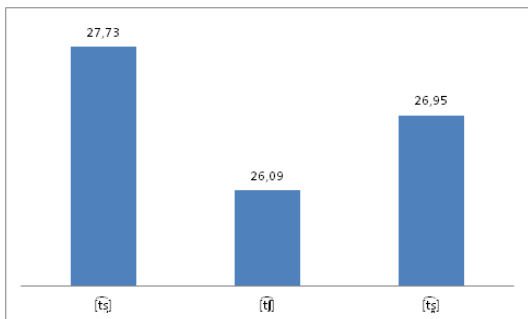
Une frikariaren iraupenari dagokionez (27. irudiko grafikoa), laminarrak du batez bestekorik altuena, 61,11 ms. (Sd: 7,81); ondoren sabaiaurrekoak, 56 ms. (Sd: 10,74) eta baxuena apikariak, 51 ms. (Sd: 8,75). Batez bestekoen aldeak ez dira estatistikoki esanguratsuak dira ($F(2, 28) = 2,839$; $p < *0,077$). Parametro honek ez du balio soinuen bereizkuntzarik egiteko. $[tʃ]$ eta $[tʃ]$ soinuen post-hoc azterketa $p = *0,458$ da; $[tʃ]$ eta $[tʃ]$ soinuen post-hoc azterketa $p = *0,062$ eta $[tʃ]$ eta $[tʃ]$ soinuen post-hoc azterketa $p = *0,461$.



27. irudia: Afrikatu bakoitzaren une frikariaren iraupenaren batez bestekoa.

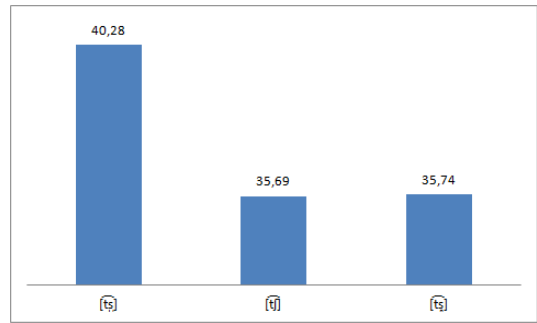
Energiari dagozkion datuak hiru multzotan ematen ditugu; aurreko bokaletik kontsonantearen hertsigunerako energiaren aldearen batez bestekoa ($V > h$), kontsonantearen hertsigunetik une frikarirako dagoena ($h > f$) eta kontsonantearen une frikaritik ondoko bokalera dagoena ($f > V$).

Bokaletik kontsonantearen hertsigunera dagoen energiaren aldeari dagokionez (28. irudiko grafikoa), apikariak du batez bestekorik altuena, 27,73 db. (Sd: 2,96); ondoren laminarrak, 26,95 db. (Sd: 1,93) eta baxuena sabaiaurrekoak, 26,09 db. (Sd: 2,45). Batez bestekoen aldeak ez dira estatistikoki esanguratsuak ($F(2, 28) = 1,078$; $p < *0,355$). Parametro honek ez du balio soinuen arteko bereizkuntzarik egiteko. $[tʃ]$ eta $[tʃ]$ soinuen post-hoc azterketa $p = *0,322$ da; $[tʃ]$ eta $[tʃ]$ soinuen post-hoc azterketa $p = *0,775$ eta $[tʃ]$ eta $[tʃ]$ soinuen post-hoc azterketa $p = *0,739$.



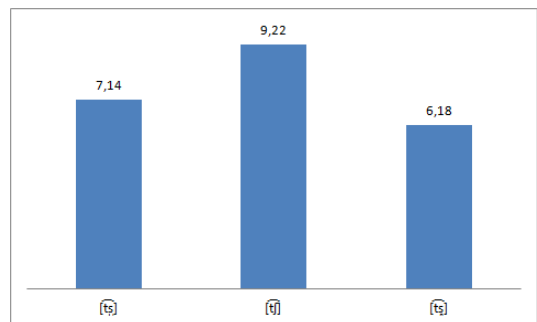
28. irudia: Afrikatu bakoitzaren $V > h$ energiaren aldean batez bestekoak.

Kontsonantearen hertsigunetik une frikarira dagoen energiaren aldeari dagokionez (29. irudiko grafikoa), apikariak du batez bestekorik altuena, 40,28 db. (Sd: 2,59); ondoren laminarrak, 35,74 db. (Sd: 1,95) eta baxuena sabaiaurrekoak, 35,69 db. (Sd: 2,88). Batez bestekoen aldeak estatistikoki esanguratsuak dira ($F(2, 28) = 10,746$; $p < 0,001$). Parametro honen bidez ez dira soinu guztiak ondo bereizten. $[tʃ]$ eta $[tʃ]$ soinuen post-hoc azterketa $p = 0,001$ da; $[tʃ]$ eta $[tʃ]$ soinuen post-hoc azterketa $p = 0,002$ eta $[tʃ]$ eta $[tʃ]$ soinuen post-hoc azterketa $p = *0,999$.



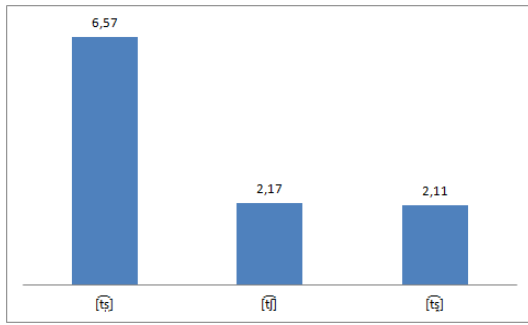
29. irudia: Afrikatu bakoitzaren $h > f$ energiaren aldean batez bestekoak.

Kontsonantearen une frikaritik ondoko bokalera dagoen energiaren aldeari dagokionez (30. irudiko grafikoa), sabaiaurrekoak du batez bestekorik altuena, 9,22 db. (Sd: 3,42); ondoren apikariak, 7,14 db. (Sd: 2,51) eta baxuena laminarrak, 6,18 db. (Sd: 2,89). Batez bestekoen aldeak ez dira estatistikoki esanguratsuak ($F(2, 28) = 2,637$; $p < *0,091$). Parametro honek ez du balio soinuen arteko bereizkuntzarik egiteko. $[tʃ]$ eta $[tʃ]$ soinuen post-hoc azterketa $p = *0,276$ da; $[tʃ]$ eta $[tʃ]$ soinuen post-hoc azterketa $p = *0,766$ eta $[tʃ]$ eta $[tʃ]$ soinuen post-hoc azterketa $p = *0,085$.



30. irudia: Afrikatu bakoitzaren $f > V$ energiaren aldean batez bestekoak.

Ondoko bokalaren bigarren formakinaren maldari dagokionez (31. irudiko grafikoa), apikariak du batez bestekorik altuena, 6,57 hz/ms (Sd: 1,01); ondoren sabaiaurrekoak, 2,17 hz/ms (Sd: 1,17) eta baxuena laminarrak, 2,11 hz/ms (Sd: 1,48). Batez bestekoen aldeak estatistikoki esanguratsuak dira ($F(2, 29) = 357,878$; $p < 0,001$). Parametro honen bidez ez dira soinu guztiak ondo bereizten. $[tʃ]$ eta $[tʃ]$ soinuen post-hoc azterketa $p = 0,001$ da; $[tʃ]$ eta $[tʃ]$ soinuen post-hoc azterketa $p = 0,001$ eta $[tʃ]$ eta $[tʃ]$ soinuen post-hoc azterketa $p = *0,993$.



31. irudia: Afrikatu bakoitzaren ondoko bokalaren f2-ren maldaren batez bestekoak.

4. Ondorioak

Atal honetan aurrekoan egin dugun Beizamako informatzailearen datuen analisiaren emaitzak bilduko ditugu ondorio nagusiak ateratzeko.

Frikarietan bederatzizko parametro landu ditugu: grabitate zentroa (Gz), desbiderapena (Des), asimetria (Asi), kurtosia (Kur), energiaren kontzentrazioaren hasiera (Ekh), iraupena (Irau), aurreko bokaletik kontsonanterako dagoen energiaren aldea (V>C), kontsonantetik ondoko bokalera dagoen energiaren aldea (C>V) eta ondoko bokalaren bigarren formakinaren malda (Mal). Denetara 27 neurriren batez bestekoak erabilia soinuaren arteko erkaketak egin ditugu. 27 neurri horietatik 22ren aldeak estatistikoki esanguratsuak izan dira (%81,48) eta beste bostenak ez (%18,52).

Frikarien kasuan parametro guztiek era bateko edo besteko eragina dute soinuak bereiztean. Hiru frikariak ondoen bereizten dituzten parametroak grabitate zentroa, desbiderapena, asimetria, energiaren kontzentrazioaren hasiera eta C>V energiaren aldea dira. Kurtosia eta ondoko bokalaren f2-ren maldak apikaria/sabaiaurrekoa eta sabaiaurrekoa/laminarra bereizteko balio dute. V>C energiaren aldeak apikaria/laminarra eta sabaiaurrekoa/laminarra bereizteko balio du. Azkenik, iraupenak apikaria eta laminarra baino ez ditu bereizten (2. taula).

Parametroa	[s]-[ʃ]	[s]-[ʃ]	[ʃ]-[s]
Gz	+	+	+
Des	+	+	+
Asi	+	+	+
Kur	+	-	+
Ekh	+	+	+
Irau	-	+	-
V>C	-	+	+
C>V	+	+	+
Mal	+	-	+

2. taula: Soinu frikarien bereizkuntza parametro bakoitzaren arabera.

Soinuen bereizketari bagazozkio, ondoen bereizten direnak sabaiaurrekoa eta laminarra dira, parametro

guztien %88,89an; gero apikaria/sabaiaurrekoa eta apikaria/laminarra %77,78an.

Afrikatuetan 12 parametro landu ditugu: grabitate zentroa (Gz), desbiderapena (Des), asimetria (Asi), kurtosia (Kur), energiaren kontzentrazioaren hasiera (Ekh), hertsigunearen iraupena (Hi), VOT-aren iraupena (VOTi), une frikariaren iraupena (Fi), aurreko bokaletik kontsonanterako hertsigunera dagoen energiaren aldea (V>h), kontsonanterako hertsigunetik une frikariara dagoen energiaren aldea (h>f), kontsonanterako une frikariatik ondoko bokalera dagoen energiaren aldea (f>V) eta ondoko bokalaren bigarren formakinaren malda (Mal). Denetara 36 neurriren batez bestekoak erabilia soinuaren arteko erkaketak egin ditugu. 36 neurri horietatik 18ren aldeak estatistikoki esanguratsuak izan dira (%50) eta beste 18renak ez (%50).

Frikarietan ez bezala, afrikatuetan parametro batzuek ez dute eraginik soinuak bereiztean; eraginik ez dutenak kurtosia, une frikariaren iraupena, V>h energia eta f>V energia izan dira.

Afrikatu guztiak ondoen bereizten dituzten parametroak grabitate zentroa eta desbiderapena izan dira. 3. taulan ikusten den moduan gainerakoek biren artean bereizteko balio ez dute balio.

Parametroa	[tʃ]-[tʃ]	[tʃ]-[tʃ]	[tʃ]-[tʃ]
Gz	+	+	+
Des	+	+	+
Asi	-	+	+
Kur	-	-	-
Ekh	-	+	+
Hi	+	+	-
VOTi	-	+	+
Fi	-	-	-
V>h	-	-	-
h>f	+	+	-
f>V	-	-	-
Mal	+	+	-

3. taula: Soinu frikarien bereizkuntza parametro bakoitzaren arabera.

Afrikatuetan ondoen bereizten diren soinuak apikaria eta laminarra dira parametro guztien %66,67an; apikaria/sabaiaurrekoa eta sabaiaurrekoa/laminarra parametro guztien %41,66an.

Datuen emaitzak aztertuta, Beizamako informatzaile honekin behintzat, ondorioztatu dezakegu afrikatuak frikariak baino askoz parametro gutxiagoren bidez bereizten direla. Beraz, hemengo emaitzak pertzepzio testen bidez egiaztatu arte, aurreikus dezakegu afrikatuetan errakuntza edo nahaste handiagoa egon daitekeela frikarietan baino.

5. Bibliografia

- Al-Khairy, M. (2005). *Acoustic characteristics of arabic fricatives*, http://ufdcimages.uflib.ufl.edu/UF/E0/01/13/99/000/01/alkhairy_m.pdf [2014ko irailean kontsultatua].
- Atria, J. J. (2011). "Calculate spectral moments Praat script" <http://praatpfunne.lingphon.net/praat-ressourcen/resources-english/> [2014ko irailean kontsultatua].
- Boersma, P. (2002). "Spectrum: Get standard derivation", Praat-en esku-liburuan.
- Boersma, P., & Weenink, D. (2014). Praat: doing phonetics by computer, Software package, <http://www.fon.hum.uva.nl/praat/> [2014ko irailean kontsultatua].
- Cicres, J. (2011). "Los sonidos fricativos sordos y sus implicaciones forenses" *Estudios Filológicos* 48, 33-48.
- Cheng, A. (2011). "Finding Remo: A Preliminary Phonetic Analysis of the Language" <http://www.swarthmore.edu/SocSci/Linguistics/2012theses/pdf/ChengThesis.pdf> [2014ko irailean kontsultatua].
- Fulop, S. A. (2011). *Speech Spectrum Analysis*, Springer, Berlin.
- Gandarias, L., Plaza, J. eta Gaminde, I., 2014, "Lekeitioko Txistukariez: Frikariak eta Afrikatuak", Euskalinguan agertzeko.
- Gaminde, I., Legarra, H. eta Romero, A. (2012). *Gramatika eta Hizkuntz Bariazioa Bermeon*, Bermeoko Udala, Bermeo.
- Gaminde, I.; Unamuno, L., Iglesias, A. eta Gandarias, L. (2013). "Bizkaiko neska gazteen kontsonante afrikatuen izariakustikoez", *Euskalingua* 23, 6-13.
- Gendrot, C., Léonard, J. L., Gilles, P. (2010). "Correlación laringovelar y variación dialectal Del tseltal (maya occidental, chiapas, méxico): Enfoques del proyecto alto", *Estudis Romànics* [Institut d'Estudis Catalans], Vol. 32, 311-329.
- Gordon, M., Barthmaier, P. eta Sands, K. (2002). "A cross-linguistic acoustic study of voiceless fricatives", *Journal of the International Phonetic Association* 32, 141-174. <http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?sessionId=55142BF90FF67917991893AF8E5F6A1D.journals?fromPage=online&aid=143829> [2014ko irailean kontsultatua].
- Hamann, S. eta Avelino, H. (2007). "An acoustic study of plain and palatalized sibilants in Ocotepc Mixe", *ICPhS XVI*, 949-952.
- Harrington, J. (2010). "Acoustic Phonetics" in Hardcastle, W.J., Laver, J. eta Gibbon, F.E. (arg.), *The Handbook of Phonetic Sciences*, Blackwell.
- Hualde, J. I. (2003). "Segmental Phonology", in Hualde, J. I. eta Ortiz de Urbina, J. (arg.), *A Grammar of Basque*, Mouton de Gruyter, Berlin. 15-33.
- Hualde, J. I. (2010). "Neutralización de sibilantes vascas y seseo en castellano", *Oihenart* 25, 89-116.
- Jongman, A., Wayland, R. eta Wong, S. (2000). "Acoustic characteristics of English fricatives", *Journal of the Acoustical Society of America* 108, 1252-1263.
- Jurado, M. (2011). "Caracterización de sibilantes fricativas vascas y su percepción en el sistema fonético español", *ASJU*, XLV-1, 81-137.
- Kochetov, A. eta Lobanova, A. (2003). "Place and manner contrasts in Komi-Permyak obstruents: an acoustic study", *Proceedings of the 15th International Congress of Phonetic Sciences*, Barcelona, 2721 - 2724.
- Labraña, S. (2009). "Las consonantes fricativas de la lengua gallega", *EFE XVIII*, 193-213.
- Larrasquet, J. (1928). *L'état actuel et l'évolution des vélaires dans le Basque Souletin*. Librairie Vrin, Paris
- Martín Celdrán, E. (1989). *Fonética*, Teide, Bartzelona.
- Martín Celdrán, E. (2013). "Los sonidos obstruyentes en la cadena hablada", in Penas, M^a. A. (arg.), *Panorama de la fonética española actual*, Arco/Libros, 253-289.
- Miller-Ockhuizen, A. eta Zec, D. (2003). "Phonetics and Phonology of Contrastive Palatal Affricates", *Working Papers of the Cornell Phonetics Laboratory* 15, 130-193.
- Montes de Oca, D. R. (2011). "Análisis Fonético de los Sonidos Laterales del Español", http://www.domingo-roman.net/Documentos/laterales/capitulo_18.pdf [2014ko irailean kontsultatua].
- Nissen, S. L. eta Fox, R. A. (2005). "Acoustic and spectral characteristics of young children's fricative productions: A developmental perspective", *Journal of the Acoustical Society of America* 118, 2570-2578.
- Oñederra, M. L. (2004). *Fonetika Fonologia Hitzez Hitzez*, Euskal Herriko Unibertsitatea. Bilbo.
- Pagola, R. M. (1992). *Euskal Fonetika Nafarroan*, Nafarroako Gobernua. Iruñea
- Quilis, A. (1993). *Tratado de Fonología y Fonética españolas*, Gredos, Madrid.
- Ruch, H. (2010). "Affrication of /st/-clusters in Western Andalusian Spanish: variation and change from a sociophonetic point of view", *Proceedings of the Workshop "Sociophonetics, at the crossroads of speech variation, processing and communication"*, Pisa, 61-64.
- Schmid, S. (2011). "An acoustic analysis of palatal obstruents in two romance varieties", *ICPhS XVII*, Hong Kong, 17-21.
- Schwartz, G. (2005). "Temporal Phenomena in Polish Hushing Affricates", *Poznan Studies in Contemporary Linguistics* 40, 209-216.

- Silbert, N.H., eta Jong de, K.J. (2008). "Focus, Prosodic Context, and Phonological Feature Specification: Patterns of Variation in Fricative Production", *Journal of the Acoustical Society of America* 123, 2769-2779.
- Thurgood, E. (2009). "Coronal contrasts in Anong", *Journal of the International Phonetic Association*, 39/1, 53-66.
- Txillardegi, (1982). "Some acoustic data about the three Basque sibilants", *First international basque conference in north America (proceedings)*, La Gran Enciclopedia Vasca, Bilbo.
- Urrutia, H., Etxebarria, M., Turrez, I. eta Duque, J. C. (1988). *Fonética Vasca I. Las Sibilantes en el Vizcaino*, Deustuko Unibertsitatea, Bilbo.
- Urrutia, H., Etxebarria, M., Turrez, I. eta Duque, J. C. (1989). *Fonética Vasca II. Las Sibilantes en el Guipuzcoano*, Deustuko Unibertsitatea, Bilbo.
- Urrutia, H., Etxebarria, M., Turrez, I. eta Duque, J. C. (1991). *Fonética Vasca III. Las Sibilantes en los dialectos Orientales*, Deustuko Unibertsitatea, Bilbo.
- Yárnoz, M. B. (2001). *Sibilants in the Basque Dialect of Bortziri: An Acoustic and Perceptual Study*, Philipps-Universität Malburg.
- Yárnoz, M. B. (2002). "Descripción de las Sibilantes Vascas Mediante el Parámetro "Tongue Shape"", *Euskalingua* 1, 25-31.
- Zygis, M. (2003). "Phonetic and Phonological Aspects of Slavic Sibilant Fricatives" *ZAS Papers in Linguistics* 3, 175-213.
- Zygis, M. (2005). "(Non)Retroflexivity of Slavic Affricates and Its Motivation Evidence from Polish and Czech <c>", *ZAS Papers in Linguistics* 42, 69-115.