



UNIVERSITAT_{DE}
BARCELONA

Producció i coarticulació de vocals i consonants del català en el decurs

Daniel Recasens



Aquesta tesi doctoral està subjecta a la llicència **Reconeixement 4.0. Espanya de Creative Commons.**

Esta tesis doctoral está sujeta a la licencia **Reconocimiento 4.0. España de Creative Commons.**

This doctoral thesis is licensed under the **Creative Commons Attribution 4.0. Spain License.**

PRODUCCIÓ I COARTICULACIÓ DE VOCALS I CONSONANTS
DEL CATALÀ EN EL DECURS

Daniel Recasens

Llicenciat en Filosofia i Lletres (Romàniques Hispàniques),
Universitat de Barcelona, 1977

Doctor en Lingüística, Universitat de Connecticut, 1983

BIBLIOTECA DE LA UNIVERSITAT DE BARCELONA *b*



0700977011

Tesi de Doctorat

PRODUCCIÓ I COARTICULACIÓ DE VOCALS I CONSONANTS
DEL CATALÀ EN EL DECURS

Presentada per
Daniel Recasens

Director de la tesi

Dr. Ramon Cerdà

Universitat de Barcelona

1984

EXTRET (versió en català)

En aquesta tesi s'estudien les estratègies que fan servir els catalanoparlants en el procés de producció de vocals i consonants del català en contacte a partir de dades sobre l'estructura acústica de sons. En primer lloc, s'investiga l'existència de característiques acústiques invariants per a unes i altres independentment del context. En segon lloc, s'estudia el grau de variació acústica promogut per vocals i consonants en combinació i, més en concret, la naturalesa dels efectes coarticulatoris que tenen lloc entre ambdues categories de sons. Tres punts de medició de l'espectre acústic han estat seleccionats per a l'anàlisi d'aquestes qüestions: el període quasi-estable de la vocal, el període quasi-estable de la consonant i el període de les transicions vocàliques.

L'objectiu últim del treball és contribuir a esclarir quins són els mecanismes invariants que fan servir els catalanoparlants en el procés de producció fonètica de fonemes en la cadena parlada. Les dades sistemàtiques sobre producció de vocals i consonants del català en contextos diversos i segons parlants diferents reportades en aquesta tesi poden servir per a treballs posteriors d'anàlisi fonètica.

ABSTRACT (English version)

This dissertation is an acoustical study of the mechanisms used by Catalan speakers during the production of vowels and consonants in running speech. First I investigate whether the acoustical manifestation of speech sounds allows detecting invariant characteristics for different vowels and consonants independent of the phonetic context. Second, the degree of contextual variability for vowels and consonants is determined as well as, more specifically, the nature of the coarticulatory effects that take place among the two phonetic categories. In all instances measurements have been taken at the quasi-steady-state period of the vowels and the consonants, and at the period of the vowel transitions.

The main purpose of this research is to determine what are the invariant mechanisms used by speakers of Catalan in the process of production of phonemes in running speech. Moreover, the study reports production data on Catalan vowels and consonants in different contextual conditions and from different speakers that will be useful in further works on phonetic analysis of Catalan.

AGRAÏMENTS

Les dades reportades en aquesta tesi han estat recollides als laboratoris Haskins (New Haven, Estats Units d'Amèrica) durant els anys 1983 i 1984. He d'agraciar als doctors Alvin M. Liberman i Patrick W. Nye les facilitats rebudes per tal de portar a terme aquest i altres projectes. La meva estada a aquest indret de recerca, capdavanter en els estudis de fonètica experimental al món des dels anys cinquanta ençà, ha constituït una experiència extraordinària des dels punts de vista acadèmic i humà.

He d'agraciar el suport rebut de part del doctor Ramon Cerdà. El doctor Cerdà ha acceptat la direcció d'aquesta tesi. Va ser ell qui, fa deu anys, va despertar en mi l'interès per la fonètica experimental. El doctor Antoni Badia va animar sempre la meva iniciativa d'aprendre nous mètodes de recerca a l'estranger. D'ell hem hereditat tots l'entusiasme que comporta conjugar ciència i societat.

Durant la preparació del text m'he beneficiat en gran manera de les converses mantingudes amb diversos professors i investigadors americans. El doctor Arthur S. Abramson ha estat un assessor incondicional del qual agraeixo vivament les llargues discussions sobre aspectes de teoria fonètica relacionats amb aquesta tesi i altres qüestions. Del doctor Ignatius G. Mattingly he admirat sempre tres virtuts indispensables en un bon científic: paciència, intel·ligència i sentit de l'amistat. El doctor Bruno H. Repp ha ajudat en els

problemes d'estadística. Agraieixo també les observacions fetes pel doctor Louis Goldstein.

Aquesta investigació ha estat possible gràcies a l'ajut econòmic atorgat a l'autor per part dels governs dels Estats Units d'Amèrica ("NICHD Research Grant HD01994" als laboratoris Haskins) i de Catalunya (Comissió Interdepartamental de Recerca i d'Innovació Tecnològica de la Generalitat de Catalunya).

Agraieixo també el suport rebut en tot moment de part dels amics catalanoparlants, hispanoparlants i angloparlants de New Haven. Sense aquest suport la tasca hauria resultat molt més feixuga.

ÍNDEX

EXTRET (versió en català)	3
ABSTRACT (English version)	4
AGRAÏMENTS	5
ÍNDEX	7
LLISTA DE TAULES	10
LLISTA DE FIGURES	11
CAPÍTOL I. INTRODUCCIÓ.....	15
CAPÍTOL II. MÈTODE.....	23
2.1 <u>Corpus de dades</u>	23
2.2 <u>Procediment d'anàlisi</u>	28
2.3 <u>Tòpics d'investigació</u>	35
CAPÍTOL III. RESULTATS. CARACTERÍSTIQUES GENERALS.....	36
3.1 <u>Vocals</u>	36
3.1.1 <u>Freqüències dels formants</u>	36
3.1.1a <u>Formant primer X formant segon</u>	40
3.1.1b <u>Formant primer</u>	46
3.1.1c <u>Formant segon</u>	50
3.1.1d <u>Formant tercer</u>	53
3.1.1e <u>Formant quart</u>	54
3.1.1f <u>Vocals del català i vocals cardinals</u>	54
3.1.2 <u>Duracions</u>	59

3.1.3 Intensitats.....	63
3.2 <u>Consonants</u>	67
3.2.1 Freqüències.....	67
3.2.1a Aproximants, laterals i vibrants. Formant primer.....	73
3.2.1b Aproximants, laterals i vibrants. Formant segon.....	74
3.2.1c Aproximants, laterals i vibrants. Formant tercer.....	79
3.2.1d Laterals. Antiformants.....	81
3.2.1e Nasals.....	82
3.2.1f Fricatives i africades.....	83
3.2.2 Duracions.....	86
3.3 <u>Transicions</u>	90
3.3.1 Marge de les transicions.....	90
3.3.2 Extensió i direcció de les transicions.....	97
CAPÍTOL IV. RESULTATS. TENDÈNCIES COARTICULATÒRIES ESPECÍFIQUES.....	103
4.1 <u>Efectes coarticulatoris de vocal a consonant</u>	103
4.1.1 Aproximants, laterals i vibrants.....	103
4.1.2 Nasals.....	115
4.1.3 Fricatives i africades.....	115
4.2 <u>Efectes coarticulatoris sobre les transicions</u>	115
4.2.1 Marge de les transicions.....	115
4.2.2 Extensió i direcció de les transicions	123
4.3 <u>Efectes coarticulatoris sobre la vocal</u>	134
4.3.1 Reducció vocàlica.....	134
4.3.1a Presència vs. absència d'accent.....	135
4.3.1b Vocals en isolació vs. contextos consonàntics diversos.....	137

4.3.1c Reducció vocàlica en català vs. altres llengües.....	139
4.3.2 Efectes coarticulatoris de consonant a vocal.....	140
4.3.2a Freqüències dels formants.....	141
4.3.2b Duracions.....	144
CAPÍTOL V. RESUM I CONCLUSIONS.....	148
5.1 <u>Producció i invariància</u>	148
5.1.1 Vocals.....	148
5.1.2 Consonants.....	155
5.1.3 Transicions.....	157
5.2 <u>Variació</u>	157
5.2.1 Consonants.....	157
5.2.2 Transicions.....	159
5.2.3 Vocals.....	160
5.3 <u>Coarticulació</u>	160
5.3.1 Consonants.....	160
5.3.2 Transicions.....	161
5.3.3 Vocals.....	162
5.4 <u>Implicacions teòriques</u>	163
BIBLIOGRAFIA.....	167

LLISTA DE TAULES

Taula 3.I	Freqüències mitjes i desviacions estàndard (en Hz) dels F1, F2, F3 i F4 de les vocals tòniques i àtones del català.	41
Taula 3.II	Duracions mitjes i desviacions estàndard (en ms) de les vocals tòniques i àtones del català.	61
Taula 3.III	Intensitats mitjes i desviacions estàndard (en dB) de les vocals tòniques i àtones del català.	65
Taula 3.IV	Freqüències mitjes i desviacions estàndard (en Hz) de característiques acústiques de consonants del català. F1, F2 i F3: formants de consonants aproximants, laterals, vibrants, fricatives i africades; N1, N2, N3 i N4: formants de consonants nasals; Z1, Z2, Z3: antiformants de consonants laterals, nasals, fricatives i africades.	71
Taula 3.V	Duracions mitjes i desviacions estàndard (en ms) de consonants del català.	88
Taula 3.VI	Límits de variació i diferències entre límits (en Hz) al marge de les transicions de F1, F2 i F3 per a consonants del català de lloc d'articulació diferent en contacte amb totes les vocals de qualitat diferent.	92
Taula 3.VII	Límits de variació i diferències entre límits (en Hz) corresponents a l'extensió i direcció de les transicions de F1, F2 i F3 per a consonants del català de lloc d'articulació diferent en contacte amb totes les vocals de qualitat diferent.	100

LLISTA DE FIGURES

- Figura 2.1 Resultat de l'anàlisi acústica de la frase llis diu amb aplicació del mètode de predicció lineal. Part superior: ona sonora; part central: corva d'amplitud; part inferior: representació dels formants sobre el temps. La resolució espectral ha estat obtinguda cada 3 ms. Han estat indicats els següents punts de referència per a la medició de les freqüències dels formants: A (centre del període quasi-estable de la consonant [ʎ]), B (marge de les transicions CV de la seqüència [ʎ i]), C (centre del període quasi-estable de la vocal [i]). 30
- Figura 2.2 Representació espectral tridimensional (freqüència X intensitat X temps) obtinguda amb aplicació del mètode de predicció lineal. L'anàlisi correspon als vuit intervals temporals successius entre l'inici i la fi de la consonant [ʎ] en la seqüència llis diu. La distància entre intervals successius és de 3 ms. S'indica la localització dels formants (F1, F2, F3, F4, F5) i antiformants (Z1, Z2). 32
- Figura 2.3 Representació espectral bidimensional (freqüència X intensitat) obtinguda amb aplicació del mètode de predicció lineal. L'anàlisi correspon als vuit intervals temporals successius entre l'inici i la fi de la consonant [ʎ] en la seqüència llis diu. S'indica la localització de formants (F1, F2, F3, F4 i F5) i antiformants (Z1, Z2). 33
- Figura 3.1 Camps de dispersió de F1 (abscissa) X F2 (ordenada) (en Hz) de les vocals tòniques i àtones del català. 37
- Figura 3.2 Freqüències de F3 (en Hz) de les vocals tòniques i àtones del català. Les vocals han estat ordenades d'esquerra a dreta de més anteriors a més posteriors i [ə]. 38
- Figura 3.3 Freqüències de F4 (en Hz) de les vocals tòniques i àtones del català. Les vocals han estat ordenades d'esquerra a dreta de més anteriors a més posteriors i [ə]. 39
- Figura 3.4 Freqüències mitjes de F1 (abscissa) X F2 (ordenada) (en Hz) de les vocals catalanes segons Cerdà (1972) i jo mateix. 45
- Figura 3.5 Camps de dispersió de F1 (abscissa) X F2 (ordenada) (en mels) de les vocals tòniques del català i de les vocals cardinals (Ladefoged, 1967). 56
- Figura 3.6 Duracions mitjes i desviacions estàndard (+/- 1 SD) (en ms) de les vocals tòniques i àtones del català. Les vocals han estat ordenades d'esquerra a dreta de més anteriors a més posteriors i [ə]. 60
- Figura 3.7 Intensitats mitjes i desviacions estàndard (+/- 1 SD) (en dB) de les vocals tòniques i àtones del català. Les vocals han estat ordenades d'esquerra a dreta de més anteriors a més posteriors i [ə]. 64
- Figura 3.8 Freqüències mitjes i desviacions estàndard (+/- 1 SD) (en Hz) dels formants (F1, F2, F3) i antiformants (Z1, Z2, Z3) de les consonants aproximants, laterals i vibrants del català. Les consonants han estat ordenades segons la

progressió de \bar{X} de F2.

Figura 3.9 Freqüències mitjes i desviacions estàndard (+/- 1 SD) (en Hz) dels formants (N1, N2, N3, N4) i antiformants (Z1, Z2, Z3) de de les consonants nasals del català. Les consonants han estat ordenades segons la progressió de \bar{X} de N2.

68

Figura 3.10 Freqüències mitjes i desviacions estàndard (+/- 1 SD) (en Hz) del formants (F1, F2, F3), antiformants (Z1) i límits inferior i superior de l'espectre de la turbulència de les consonants fricatives i africades del català. Les consonants han estat ordenades segons la progressió de \bar{X} de F1.

69

70

Figura 3.11 Duracions mitjes (en ms) de consonants del català. En el cas de les consonants oclusives i africades han estat delimitats els períodes de fricció i oclusió. Les consonants han estat ordenades d'esquerra a dreta des de més curtes a més llargues.

87

Figura 3.12 Variació (en Hz) al marge de les transicions de F1, F2 i F3 per a consonants del català de lloc d'articulació diferent en contacte amb totes les vocals de qualitat diferent. Les consonants han estat ordenades segons la progressió de \bar{X} de F2.

91

Figura 3.13 Camps de dispersió al marge de les transicions de F2 (abscissa) X F3 (ordenada) (en Hz) per a consonants del català de lloc d'articulació diferent en contacte amb totes les vocals de qualitat diferent.

96

Figura 3.14 Variació (en Hz) corresponent a l'extensió i direcció de les transicions de F1, F2 i F3 per a consonants del català de lloc d'articulació diferent en contacte amb totes les vocals de qualitat diferent. Les consonants han estat ordenades segons la progressió de \bar{X} de F2.

99

Figures 4.1a Efectes coarticulatoris sobre els F1, F2 i F3 (en Hz) de la consonant aproximant [β] del català en posició intervocàlica per part de vocals catalanes de qualitat diferent.

104

Figura 4.1b Efectes coarticulatoris sobre els F1, F2 i F3 (en Hz) de la consonant aproximant [ɣ] del català en posició intervocàlica per part de vocals de qualitat diferent.

105

Figura 4.1c Efectes coarticulatoris sobre els F1, F2 i F3 (en Hz) de la consonant aproximant [ɣ] del català en posició intervocàlica per part de vocals de qualitat diferent.

106

Figura 4.1d Efectes coarticulatoris sobre els F1, F2 i F3 (en Hz) de la consonant aproximant [j] del català en les posicions inicial absoluta, final absoluta i intervocàlica per part de vocals de qualitat diferent.

107

Figura 4.1e Efectes coarticulatoris sobre els F1, F2 i F3 (en Hz) de la consonant aproximant [w] del català en posició intervocàlica per part de vocals de qualitat diferent.

108

Figura 4.1f Efectes coarticulatoris sobre els F1, F2 i F3 (en Hz) de la consonant lateral [l] del català en les posicions inicial absoluta, final absoluta i intervocàlica per part de vocals de qualitat diferent.

110

- Figura 4.1g Efectes coarticulatoris sobre els F1, F2 i F3 (en Hz) de la consonant lateral [ʎ] del català en les posicions inicial absoluta, final absoluta i intervocàlica per part de vocals de qualitat diferent. 111
- Figura 4.1h Efectes coarticulatoris sobre els F1, F2 i F3 de la consonant vibrant [r] del català en les posicions inicial absoluta, final absoluta i intervocàlica, i de la consonant vibrant [ʀ] del català en posició intervocàlica. 114
- Figura 4.2 Efectes coarticulatoris sobre els N1, N2, N3 i N4 (en Hz) de les consonants nasals del català en posició final absoluta de mot per part de vocals de qualitat diferent. 116
- Figures 4.3a Efectes coarticulatoris sobre F1, F2, F3 i els límits inferior i superior de l'espectre de la turbulència (en Hz) de la consonant fricativa [s] del català en les posicions inicial absoluta, final absoluta i intervocàlica per part de vocals de qualitat diferent. La localització de F1 i F2 és separada mitjançant una doble ratlla. 117
- Figura 4.3b Efectes coarticulatoris sobre F1, F2 i F3 i els límits inferior i superior de l'espectre de la turbulència (en Hz) de la consonant africada [ç] del català en les posicions inicial absoluta, final absoluta i intervocàlica per part de vocals de qualitat diferent. La localització de F1 i F2 és separada mitjançant una doble ratlla. 118
- Figura 4.3c Efectes coarticulatoris sobre F1, F2, F3 i els límits inferior i superior de l'espectre de la turbulència (en Hz) de la consonant fricativa [ʃ] del català en les posicions inicial absoluta, final absoluta i intervocàlica per part de vocals de qualitat diferent. La localització de F1 i F2 és separada mitjançant una doble ratlla. 119
- Figures 4.4a Efectes coarticulatoris al marge de les transicions de F1 i F2 (en Hz) per a consonants del català de lloc d'articulació diferent en contacte amb vocals de qualitat diferent. Les vocals han estat ordenades d'esquerra a dreta de més anteriors a més posteriors. 121
- Figura 4.4b Efectes coarticulatoris al marge de les transicions de F3 (en Hz) per a consonants del català de lloc d'articulació diferent en contacte amb vocals de qualitat diferent. Les vocals han estat ordenades d'esquerra a dreta de més anteriors a més posteriors. 122
- Figures 4.5a Efectes coarticulatoris sobre l'extensió (en Hz) i direcció (+, positiva; -, negativa) de les transicions de F2 (ordenada) vs. F3 (abscissa) corresponent a les consonants palatals del català en contacte amb vocals de qualitat diferent. 124
- Figura 4.5b Efectes coarticulatoris sobre l'extensió (en Hz) i direcció (+, positiva; -, negativa) de les transicions de F2 (ordenada) vs. F3 (abscissa) corresponents a les consonants velars del català en contacte amb vocals de qualitat diferent. 125
- Figura 4.5c Efectes coarticulatoris sobre l'extensió (en Hz) i direcció (+, positiva; -, negativa) de les transicions de F2 (ordenada) vs. F3 (abscissa) corresponents a les

consonants dentals i alveolars del català en contacte amb vocals de qualitat diferent.

126

Figura 4.5d Efectes coarticulatoris sobre l'extensió (en Hz) i direcció (+, positiva; -, negativa) de les transicions de F2 (ordenada) i F3 (abscissa) corresponents a les consonants labials del català en contacte amb vocals de qualitat diferent.

127

Figura 4.5e Efectes coarticulatoris sobre l'extensió (en Hz) i direcció (+, positiva; -, negativa) de les transicions de F2 (ordenada) i F3 (abscissa) corresponents a [r] del català en contacte amb vocals de qualitat diferent.

128

Figura 4.5f Efectes coarticulatoris sobre l'extensió (en Hz) i direcció (+, positiva; -, negativa) de les transicions de F2 (ordenada) i F3 (abscissa) corresponents a [l] del català en contacte amb vocals de qualitat diferent.

129

Figura 4.5g Efectes coarticulatoris sobre l'extensió (en Hz) i direcció (+, positiva; -, negativa) de les transicions de F2 (ordenada) i F3 (abscissa) corresponents a [w] del català en contacte amb vocals de qualitat diferent.

130

Figura 4.6 Efectes de reducció vocàlica sobre F1 (abscissa) X F2 (ordenada) (en Hz) de les vocals del català en contextos diversos. Part superior: vocals anteriors; part inferior: vocals posteriors.

136

Figures 4.7a Efectes coarticulatoris sobre F1 i F2 de les vocals del català per part de consonants de lloc d'articulació diferent. Les vocals han estat ordenades d'esquerra a dreta de més anteriors a més posteriors.

141

Figura 4.7b Efectes coarticulatoris sobre F3 de les vocals del català per part de consonants de lloc d'articulació diferent. Les vocals han estat ordenades d'esquerra a dreta de més anteriors a més posteriors.

142

Figura 4.8 Efectes coarticulatoris sobre les duracions (en ms) de vocals del català per part de consonants de mode d'articulació i sonoritat diferents. Les vocals han estat ordenades d'esquerra a dreta de més anteriors a més posteriors i [ə].

145

Figura 5.1 Freqüències de F1 (abscissa) X F2 (ordenada) (en Hz) de [ə] del català en contextos simètrics CVC vs. camps de dispersió de les vocals tòniques del català (vegeu figura 3.1). Les freqüències de [ə] han estat agrupades segons el lloc d'articulació de la consonant adjacent i segons els parlants Re, Bi i Go.

151

CAPÍTOL I. INTRODUCCIÓ

Un dels objectius principals de l'anàlisi acústica i articulatòria de la parla és contribuir al coneixement de l'organització del procés de producció fonètica dels fonemes de la llengua en el decurs. Remeto a Recasens (1982a) per a moltes de les qüestions tractades en aquest capítol. S'ha avançat poc en la caracterització de les estratègies de programació utilitzades pel parlant en aquest procés. Amb tot, evidència experimental suggereix clarament que les entitats fonèmiques no presenten una relació unívoca amb els moviments articuladoris i les característiques de l'espectre acústic. En altres mots, determinar entitats de producció que es corresponguin amb els fonemes de la llengua de forma invariant és més aviat l'excepció que no pas la regla. És cert que l'espectre acústic de la turbulència de consonants fricatives i dels formants de vocals accentuades presenta característiques força estables. En general, però, enlloc de deixar entreveure estats articuladoris o acústics relacionats directament amb fonemes o trets fonèmics, les manifestacions fonètiques de les entitats fonèmiques no són segmentables i presenten un grau elevat de variació segons el context, el ritme de parla, l'accent...

Els exemples de variació de característiques de l'espectre acústic motivada pel context són nombrosos. Així, els efectes coarticulatoris entre consonants i vocals fan que no sigui possible determinar un "locus" invariant (vegeu, pel que fa al concepte de "locus", Delattre, Liberman, i Cooper, 1955) per a categories consonàntiques de lloc

d'articulació diferent independentment del context vocàlic (Öhman, 1966). S'esdevé, doncs, que les freqüències del marge de les transicions dels formants corresponents a qualsevol categoria consonàntica de lloc d'articulació diferent experimenten un grau més o menys considerable de variació motivada pel context vocàlic. De forma anàloga, nombrosos estudis han demostrat que l'espectre de consonants (vegeu, per exemple, Lehiste, 1964) i vocals (vegeu, per exemple, Stevens i House, 1963) varia en funció dels segments precedents i següents.

Al nivell articulatori, una crítica acurada de les hipòtesis sobre mecanismes invariants de producció fonamentats en entitats fonològiques es deu a Harris (1977). Experiments sobre l'activitat de control dels articuladors mostren que aquesta és influenciada en gran manera pel context fonètic durant la producció de consonants i vocals. De fet, la producció de fonemes específics no obeeix a l'activitat d'articuladors determinats sinó més aviat a l'activitat coordinada de tota la cavitat bucal i és aquí, precisament, on potser cal cercar els mecanismes invariants que regulen el procés de producció fonèmica.

A la llum d'aquest estat actual de la qüestió, l'objectiu d'aquesta tesi és investigar les estratègies que fan servir els catalanoparlants en el procés de producció de vocals i consonants en contacte en la cadena parlada. Només es reporten dades acústiques.

Per tal d'investigar aquestes estratègies s'analitza, en primer lloc (Capítol III), si la manifestació de sons del català en combinació permet de detectar característiques invariants per a vocals i consonants diferents independentment del context. Les característiques acústiques de vocals són estudiades en funció de les consonants adjacents; les característiques acústiques de consonants són analitzades en funció de les vocals adjacents. L'espectre dels períodes quasi-estables de la vocal i la consonant ha estat tractat separatament del període de les transicions vocàliques; en conseqüència, les característiques acústiques de les transicions són analitzades en funció de la vocal i la consonant.

En segon lloc (Capítol III) es determina el grau de variació contextual exhibit per vocals, consonants i transicions vocàliques. En concret, interessa conèixer el grau de variació permès per cada vocal en tots els contextos consonàntics, per cada consonant en tots els contextos vocàlics i per les transicions vocàliques en tots els contextos vocàlics i consonàntics. L'estudi de la variació fonètica associada amb vocals, consonants i transicions ha d'informar sobre el grau de resistència d'un fonema determinat als efectes coarticulatoris promoguts per fonemes adjacents i, en última instància, sobre els mecanismes articulatoris que promouen aquest fenomen de resistència.

Una interpretació de les dades sobre variació fonètica promoguda pel context ha de prendre en consideració la presència de dos processos suposadament invariants en el procés de producció fonètica:

1) El primer procés fa referència al control de l'activitat muscular d'un articulador determinat durant la producció de fonemes diversos. Pot ésser caracteritzat de la forma següent: la regulació de l'activitat articulatòria associada amb un òrgan de la parla concret durant l'emissió de fonemes diferents es sistemàtica i depèn de les característiques de producció de cada fonema particular.

Dades articulatòries i acústiques corresponents a seqüències VCV del suec (Öhman, 1966), anglès americà (Carney i Moll, 1971), alemany (Butcher i Weiher, 1976) i català (Recasens, 1983b, 1984), demostren que durant la producció de consonants dentals i alveolars el dors lingual presenta coarticulació considerable amb les vocals adjacents i permet efectes coarticulatoris transconsonàntics de vocal a vocal. Aquestes consonants presenten, en conseqüència, un grau elevat de variació motivada pel context vocàlic. Dades corresponents a la producció de consonants palatals mostren menys coarticulació. Kent i Moll (1972) no trobaren efectes vocàlics sobre l'activitat del dors lingual durant la producció de [j] en seqüències VCV de l'anglès americà. També reporten poca coarticulació per part de la vocal sobre una consonant palatal en seqüències VCV els investigadors següents: Bladon i Carbonaro (1978) en el cas del F2 de [ʎ] en italià, i Recasens (1983b, 1984) en el cas de la configuració linguo-palatal i l'espectre acústic de [j], [ɲ] i [ʎ] en català. La presència d'efectes coarticulatoris de vocal a vocal de poca magnitud en el cas de consonants palatals i palatalitzades es troba ben documentada (rus: Purcell, 1979; català: Recasens, 1983b).

Aquestes dades demostren que les consonants dentals i alveolars permeten un grau de coarticulació de vocal a consonant i transconsonàntic molt superior a les consonants palatals. Aquest contrast resta associat amb estratègies diferents en l'activitat del dors lingual: com més acusat és el contacte dorso-palatal, més elevada és la resistència consonàntica als efectes coarticulatoris. Pot dir-se que aquestes diferències coarticulatòries obeeixen a mecanismes invariants en la mesura que són regulades per condicionaments mecànics propis del sistema de producció de sons, associats, en aquest cas concret, amb el funcionament del dors lingual.

Els exemples esmentats es refereixen al control sobre el grau de desplaçament i contacte articulatoris. Aquest tipus de regulació sobre l'activitat espacial dels articuladors serà objecte d'estudi en aquesta tesi. Cal esmentar que l'activitat dels òrgans articuladors pot ésser també regulada per condicionaments de tipus temporal. Així, per exemple, Recasens (1983b, 1983c) ha demostrat que, en català, el grau de coarticulació permès per part de consonants alveolo-palatals [ɲ], [ʎ] vs. seqüències [nj], [lj] varia inversament amb la duració de l'interval temporal existent entre els períodes d'oclusió alveolar i dorsal. Ambdós grups consonàntics presenten contacte alveolar i dorsal; mentre que, en el cas dels primers, ambdós esdeveniments ocorren simultàniament, en el cas dels segons el contacte dorsal té lloc entre 15 i 45 mil·lisegons després del contacte alveolar. En conseqüència, les consonants alveolo-palatals presenten més coarticulació que les seqüències integrades per consonant alveolar + [j].

2) El segon procés fa referència a les relacions entre l'activitat d'articuladors diversos durant la producció d'un mateix fonema. Pot ésser caracteritzat de la forma següent: la consecució fonètica del missatge lingüístic comporta un procés de coprogramació de l'activitat d'articuladors diferents.

Bell-Berti i Harris (1976) per a l'anglès americà, i McAllister, Lubker, i Carlson (1974) per al suec, proporcionen dades rellevants sobre aquest mecanisme suposadament invariant. Els primers investigadors proven que, independentment de les característiques acústiques dels segments precedents, l'anticipació del fenomen de labialització vocàlica és detectable generalment durant un interval de temps de durada fixa. Els resultats fornits pels segons investigadors mostren que l'activitat labial durant l'emissió dels fonemes que precedeixen una vocal labialitzada és observable més tard quan aquesta vocal labialitzada és posterior que no pas quan és anterior; s'esdevé com si l'activitat labial "esperés" l'òrgan lingual, que ha d'experimentar major desplaçament per a l'articulació de vocals posteriors que de vocals anteriors.

Finalment, s'estudien (Capítol IV) els condicionaments coarticulatoris específics sobre vocals, consonants i transicions vocàliques en funció del context. Ara, s'analitza l'acció de cada vocal de qualitat diferent sobre la consonant, l'acció de cada consonant de lloc d'articulació diferent sobre la vocal i, en fi, l'efecte de cada vocal i consonant sobre les transicions dels formants. En el cas de les consonants, els efectes coarticulatoris són analitzats

en posicions diferents en l'estructura del mot. En virtut de l'estudi de tots aquests processos de coarticulació, les estratègies de producció són justificades de forma més detallada.

En resum, les dades reportades en aquesta tesi investiguen els mecanismes de producció i coarticulació de vocals i consonants del català en contacte en el decurs. Resultats sobre condicions de producció de sons han estat obtinguts a partir de principis sobre teoria acústica de producció de la parla (vegeu Fant, 1960). En aquest sentit, cal dir que la caracterització d'aquestes condicions a partir d'informació derivada de l'espectre acústic és només aproximada i es basa en un corpus limitat de dades articulatòries de vocals i consonants del català (Barnils, 1933; Cerdà, 1972; Recasens, 1983b). Es tracten també algunes qüestions de transcripció de sons a partir de les dades experimentals adduïdes, i es compara la caracterització d'articulacions del català amb la d'articulacions d'altres llengües. Cal anar en compte a l'hora d'interpretar les dades sobre comparació fonètica de llengües diverses per tal com procedeixen sovint de pocs parlants i, per tant, no permeten controlar les diferències acústiques atribuïbles a diferències de tamany de la cavitat bucal.

Les dades formen part d'un projecte més ampli que ha estat anunciat en articles previs (Recasens, 1981, 1983d). El projecte és una anàlisi articulatòria, acústica i perceptual de sons del català que serveixi per a treballs futurs d'anàlisi i síntesi més específics. La validesa de l'estudi prové principalment del fet que el paradigma experimental utilitzat es basa en un nombre elevat de dades procedents

de parlants i condicions contextuals diversos. Les dades acústiques relatives a parlants diferents no han estat objecte del procés de normalització de cavitats bucals; en qualsevol cas, s'analitza únicament la parla d'homes. És important destacar que l'estudi tracta la pronúncia de parlants de català oriental central mentre que el projecte general preveu la caracterització fonètica de les diverses varietats dialectals del català parlat.

CAPÍTOL II. MÈTODE

2.1 Corpus de dades.

L'anàlisi acústica efectuada en aquest estudi reposa sobre el corpus de dades següent:

a) Vocals del català emeses en isolació. Les vocals en qüestió són: [i], [e], [ɛ], [a], [ɔ], [o], [u]. Han estat repetides cinc cops per sis parlants del dialecte oriental central (Camp de Tarragona) de 25 a 40 anys d'edat. L'lur català és correcte i és parlat sense afectació ni influència perceptible de l'espanyol. Per tal d'assegurar que els parlants pronunciaven les vocals en isolació amb la major naturalitat possible, s'imprimiren en fitxes diferents monosíl·labs i mots curts que contenien les vocals d'interès. Es va demanar als parlants que pronunciessin en isolació i amb una certa durada els sons vocàlics representats gràficament a les fitxes.

b) Vocals del català emeses en el context [sVk]. Han estat incloses les vocals tòniques (vegeu 2.1.a) i àtones ([i], [u], [ə]). El context [sVk] ha estat seleccionat per tal com permet de generar un conjunt complet de parells mínims amb totes les vocals tòniques ([sik] sic, [sek] céc, [sɛk] sec, [sak] sac, [sɔk] soc, [sok] sóc, [suk] suc). Les seqüències utilitzades per a l'emissió de les vocals àtones són: [si'kaɾi] sicari, [su'kɛt] suquet i [sə'kɛt] saquet. Els mots han estat inserits en la frase de referència 'digues ___ així'. Foren repetits cinc cops pels sis parlants del Camp de Tarragona que

pronunciaren les vocals en isolació.

c) Vocals tòniques i àtones del català (vegeu 2.1.a) i 2.1.b)) emeses en tots els contextos simètrics CVC possibles (vocals tòniques: contextos ['CVCə]; vocals àtones: contextos [CV'Ca]). Les combinacions impronunciabls ['jijə], ['wuwə] han estat excloses. Les consonants són: oclusives ([p], [bVβ], [t], [dVʒ], [k], [gVɣ]), fricatives ([f], [s], [z], [ʃ], [ʒ]), africades ([c], [j]), laterals ([l], [ʎ]), vibrants ([r]), aproximants ([bVβ], [dVʒ], [gVɣ], [j], [w]) i nasals ([m], [n], [ɲ]). La majoria de les seqüències emeses són seqüències sense contingut semàntic si bé totes són fonèticament admissibles en català. Les seqüències han estat inserides en la frase de referència 'digues ___ així'. Foren repetides tres cops per tres parlants del dialecte oriental central (Re (Camp de Tarragona), Bi (Barcelona) i Go (Barcelona)) de 30 a 35 anys d'edat. El català d'aquests parlants és correcte i no presenta influència perceptible de l'espanyol.

d) Consonants del català emeses en posició inicial absoluta (contextos #CV), final absoluta (contextos VC#) i intervocàlica (contextos simètrics VCV) de mots catalans i seqüències inexistents però possibles en català. Les consonants coincideixen amb les reportades a la secció 2.1.c), amb algunes addicions i algunes exclusions. Les addicions són: la consonant vibrant [ʀ] i la consonant nasal [ɲ]. Les exclusions són: les consonants oclusives orals (per tal com presenten un període d'energia acústica de duració massa curta per a la medició de tendències coarticulatòries), la consonant fricativa [f] (per tal com presenta un període de turbulència

d'intensitat massa baixa per a una reproducció espectrogràfica satisfactòria) i les consonants sonores [z], [ʒ] i [ʝ] (per tal com llur característiques espectrals no han de diferir de les corresponents a les consonants fricatives sordes del mateix lloc d'articulació (Hughes i Halle, 1956; Strevens, 1960)). Les consonants no han estat emeses en circumstàncies contextuals inadmissibles en català; així, les consonants nasals només han estat pronunciades en posició final absoluta (per tal com [ŋ] no pot aparèixer en les posicions inicial i intervocàlica), la consonant [j] només ha estat emesa en les posicions inicial i intervocàlica, i les consonants [w], [β], [ɣ], [ɣ] i [ʀ] només han estat emeses en posició intervocàlica. Les seqüències amb [ʃ] només foren emeses per parlants barcelonins; en tarragoní, aquesta consonant és normalment reemplaçada per [c] o [iʃ] segons les circumstàncies contextuals.

Les seqüències han estat inserides ocasionalment en les frases 'digues__' i '__diu', segons les condicions experimentals. Han estat emeses tres cops per sis parlants del dialecte oriental central (Camp de Tarragona i Barcelona), llevat de les consonants aproximants i vibrants que només han estat emeses per part de dos dels sis parlants. L'edat dels parlants oscil·la entre els 25 i els 40 anys. Llur català és correcte i és parlat sense afectació ni influència perceptible de l'espanyol. Presento, a continuació, la llista de seqüències analitzades.

Aproximants.-

[j]: ['jenə] hiena, ['jajə] iaia, ['jɔʝə] iode, ['jukə] iuca;
[i'ji], [a'ja], [u'ju].

[w]: [di'wiʝul] diu ídol, [fe'wesə s] feu esses, [bɛ'wɛrms] veu erms, [ka'wampli] cau ampli, [kɔw'ɔli] cou oli, [so'wosə] sou óssa.

[β]: [li'βistə] l'hi vista, [fa'βals] fa vals, [u'βus] obús.

[ʝ]: [i'ʝinə] hi dina, [ba'ʝal] va dalt, [u'ʝus] ho dus.

[ɣ]: [i'ɣiʃə] hi guixa, [fa'ɣaɾəs] fa ganyes, [əʝ'ɣust] August.

Laterals.-

[l]: [lis] lis, [len] lent, [lɛs] les, [las] las, [lɔt] lot,
[luks] lux, [lən'dit] l'han dit; [fil] fil, [kuɾu'nel] coronel,
[pɛl] pel, [pal] pal, [sɔl] sol, [moll] molt, [nul] nul, ['pasəl] passa'l;
[i'li], [a'la], [u'lu].

[ʎ]: [ʎis] llis, [ʎet] llet, [ʎɛns] llengç, [ʎak] llac,
[ʎɔk] lloc, [ʎop] llop, [ʎum] llum, [ʎə'o] lleó; [fiʎ] fill,
[peʎ] pell, [u'βɛʎə] ovell(a), [taʎ] tall, [kɔʎ] coll, [poʎ] poll,
[buʎ] bull; [i'ʎi], [a'ʎa], [u'ʎu].

Vibrants.-

[r]: [i'ɾi], [a'ɾa], [u'ɾu].

[r]: [risk] rise, [riũ] riu, [ram] ram, [ras] ras, [ruk] ruc,
[rus] rus; [mir] Mir, [tir] tir, [mar] mar, [par] par, [pur] pur,
[kur] curt; [i'ri], [a'ra], [u'ru].

Nasals.-

[m]: [sim] cim, [tem] tem, [rɛm] rem, [pam] pam, [kɔm] com,
[som] som, [fum] fum,

[n]: [vin] vint, [sen] cent, [nɛn] nen, [fan] fan, [pɔn] pont,
[son] són, [pun] punt.

[ɲ]: [əɲ'ʝiɲ] enginy, [l'ɛɲə] lley(a), [sɛɲ] seny,
[paɲ] pany, [boɲ] bony, [puɲ] puny.

[ŋ]: [siŋ] cinc, [reŋ] reng, [fɛŋ] fenc, [saŋ] sang,
[gɔŋ] gong, [foŋ] fonc, [ʒuŋ] junc.

Fricatives.-

[s]: [sik] sic, [sek] céc, [sɛk] sec, [sak] sac, [sɔk] soc,
[sok] sóc, [suk] suc, [sə'kɛt] saquet; [pis] pis, [bés] ves, [pɛs]
pes, [pas] pas, [bɔs] boç, [bos] vós, [pus] pus; [si'si] Sissí,
[pa'san] pa sant, [tu'sut] tossut.

[ʃ]: [ʃifɾə] xifra, [ʃeʃə] xeixa, [ʃɛf] xef, [ʃaĩ]
xai; [giʃ] guix, [peʃ] peix, [bɛʃ] beige, [baʃ] baix, [boʃ]
boix, [fluʃ] fluix; [i'ʃifɾə] hi xifra, [fa'ʃals] fa xals,
[gru'ʃut] gruixut.

Africades.-

[c]: [cik] xic, [cek] xec (expressió amistosa), [cɛk] xec, [cal] xal, [cɔk] xoc, [cop] xop, [cup] xup, [cə'pa] xapar; [mic] mig, [ʎec] lleig, [bɛc] veig, [bac] vaig, [bɔc] boig, [fuc] fuig; [bi'ci] Vichy, [fa'cals] fa xals, [mu'cut] motxut.

2.2 Procediment d'anàlisi.

Les seqüències foren enregistrades en cinta magnetofònica amb un magnetòfon portàtil UHER en habitacions ben protegides del soroll ambiental a Tarragona i en una càmera anecoica als laboratoris Haskins (New Haven, Estats Units d'Amèrica). Els materials enregistrats foren digitats a una freqüència de 10 kHz (kilohertz), després d'ésser sotmesos a les operacions de pre-èmfasi i filtració amb filtre passa-baix. L'anàlisi de l'espectre acústic corresponent a vocals, transicions vocàliques i consonants aproximants, laterals, vibrants i nasals fou portada a terme als laboratoris Haskins amb utilització d'un programa LPC ("Linear Prediction Coding", és a dir, codificació del mètode de predicció lineal) inclòs en un paquet ILS ("Interactive Laboratory System") manufacturat per "Signal Technology, Inc." de Santa Barbara (Califòrnia, Estats Units d'Amèrica). L'anàlisi de l'espectre acústic de fricatives i africades fou efectuada sobre seccions espectrogràfiques.

El mètode de predicció lineal ha estat ben descrit per Wakita (1976). Proporciona una estimació \hat{x}_n de la corba espectral x_n corresponent a un segment determinat de parla. Aquesta estimació \hat{x}_n és computada en funció d'interval·s anteriors de l'ona sonora x_{n-1} , $x_{n-2} \dots x_{n-M}$ (14 interval·s de 3 segons en el cas de l'anàlisi efectuada en aquesta tesi) mitjançant l'expressió següent:

$$x_n = \alpha_1 x_{n-1} + \alpha_2 x_{n-2} + \dots + \alpha_M x_{n-M}.$$

En aquesta expressió, α_1 , α_2 ... α_M són els coeficients de regressió del polinomi corresponents als interval·s $n-M$. Sabem que l'energia sonora emanada de l'acte de producció fònica equival al producte de l'energia subglotal per la funció de transferència determinada per la configuració del conducte supraglotal. Els coeficients de regressió apuntats coincideixen precisament amb els coeficients d'un polinomi de funció de transferència d'un filtre invers i, en conseqüència, permeten d'obtenir les freqüències dels formants de l'espectre acústic corresponents a les freqüències de les ressonàncies de la cavitat bucal.

Els punts de medició dels formants foren determinats visualment; corresponen al centre del període quasi-estable de la vocal, al centre del període quasi-estable de la consonant i al marge de les transicions. Presento a la figura 2.1 el resultat de l'aplicació del mètode de predicció lineal a l'anàlisi de la seqüència llis diu amb indicació dels punts seleccionats per a les medicions de la síl·laba [li]. Els valors numèrics corresponents a les freqüències dels formants són obtinguts automàticament.

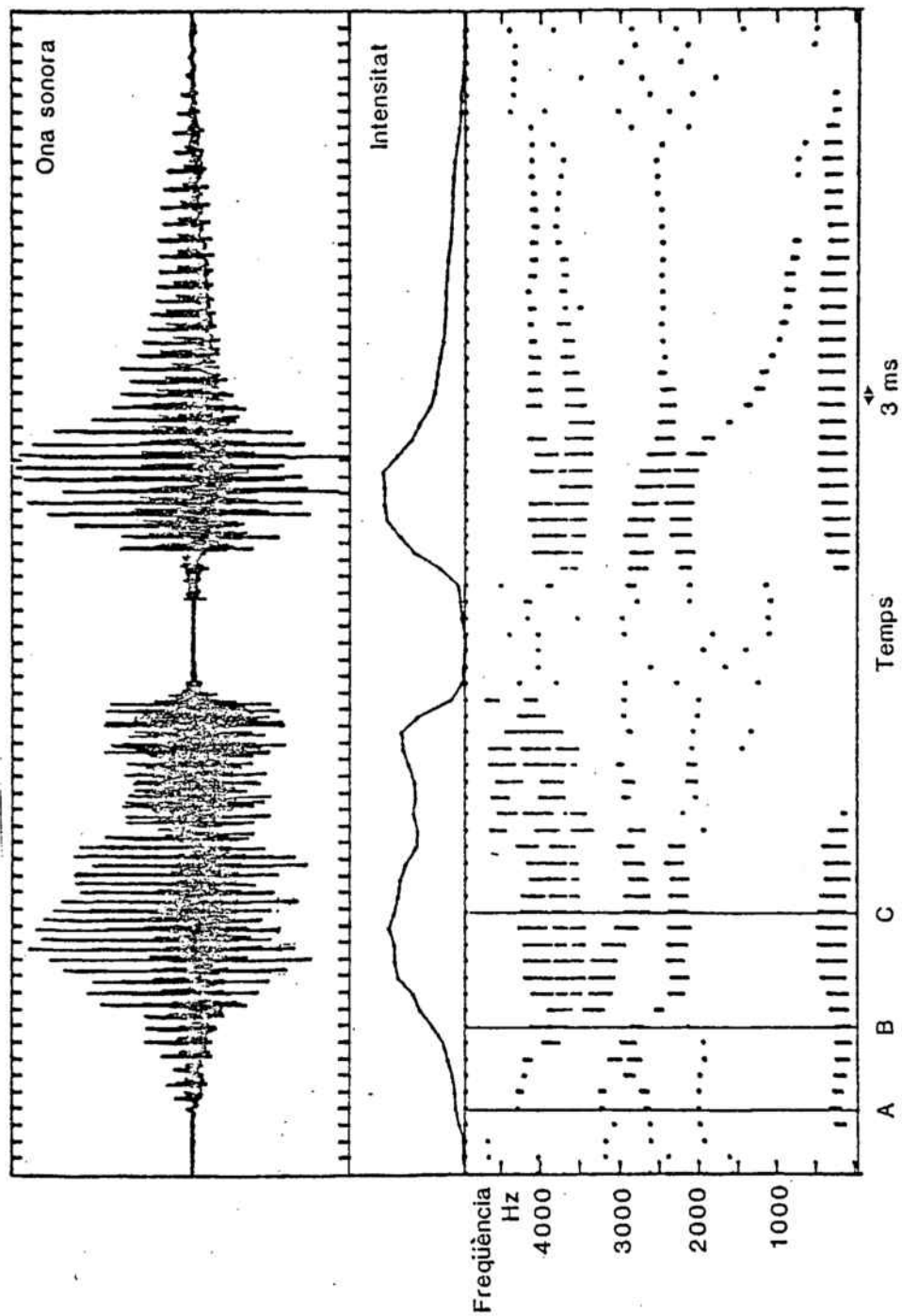


Figura 2.1 Resultat de l'anàlisi acústica de la frase llis diu amb aplicació del mètode de predicció lineal. Part superior: ona sonora; part central: corva d'amplitud; part inferior: representació dels formants sobre el temps. La resolució espectral ha estat obtinguda cada 3 ms. Han estat indicats els següents punts de referència per a la medicació de les freqüències dels formants: A (centre del període quasi-estable de la consonant [ʎ]), B (marge de les transicions CV de la seqüència [ʎil]), C (centre del període quasi-estable de la vocal [i]).

Els antiformants foren determinats visualment sobre seccions espectrals proporcionades pels mètodes de predicció lineal (consonants nasals i laterals) i espectrogràfic (consonants fricatives i africades). Presento a la figura 2.2 seccions espectrals successives obtingudes mitjançant aplicació del mètode de predicció lineal a l'anàlisi de [ʌ] en la seqüència llis diu i a la figura 2.3 una secció espectral que representa totes les seccions successives. S'indica la localització dels formants o màxims de l'espectre (F1, F2, F3, F4 i F5) i possibles antiformants o mínims de l'espectre (Z1, Z2).

Les duracions foren mesurades en ms (mil.lisegons) sobre l'ona sonora amb utilització del programa WENDY ("Haskins Laboratories Wave Editing and Display system"). El procediment de medició de duracions vocàliques en seqüències simètriques CVC coincideix, a grans trets, amb l'utilitzat per Peterson i Lehiste (1960). En el cas de consonants oclusives, fricatives i africades, l'element vocàlic fou segmentat entre els punts de referència següents: des de la fi del període d'explosió de C1 oclusiva sorda o sonora fins a l'inici del període d'oclusió de C2 oclusiva sorda; des de la fi del període de fricció de C1 fricativa sorda o sonora fins a l'inici del període de fricció de C2 fricativa sorda o sonora; des de la fi del període de fricció de C1 africada sorda o sonora fins a l'inici del període d'oclusió de C2 africada sorda. En el cas de C2 africada sonora, i C1 i C2 nasals, laterals, vibrants i aproximants, la segmentació es basa sobre diferències en l'amplitud de les pulsacions de freqüència fonamental corresponents a les vibracions glotals. En aquests casos, un desnivell significatiu d'amplitud permet de diferenciar entre el períodes

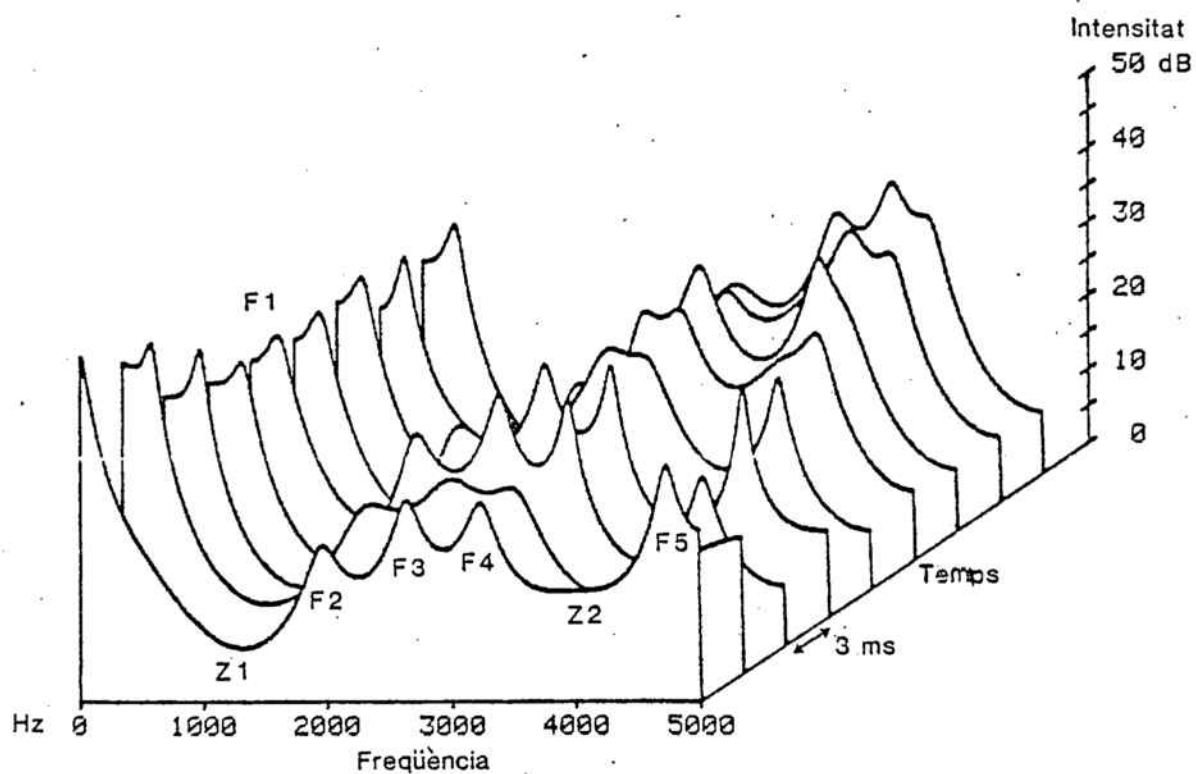


Figura 2.2 Representació espectral tridimensional (freqüència X intensitat X temps) obtinguda amb aplicació del mètode de predicció lineal. L'anàlisi correspon als vuit intervals temporals successius entre l'inici i la fi de la consonant [ʎ] en la seqüència llis diu. La distància entre intervals successius és de 3 ms. S'indica la localització dels formants (F1, F2, F3, F4, F5) i antiformants (Z1, Z2).

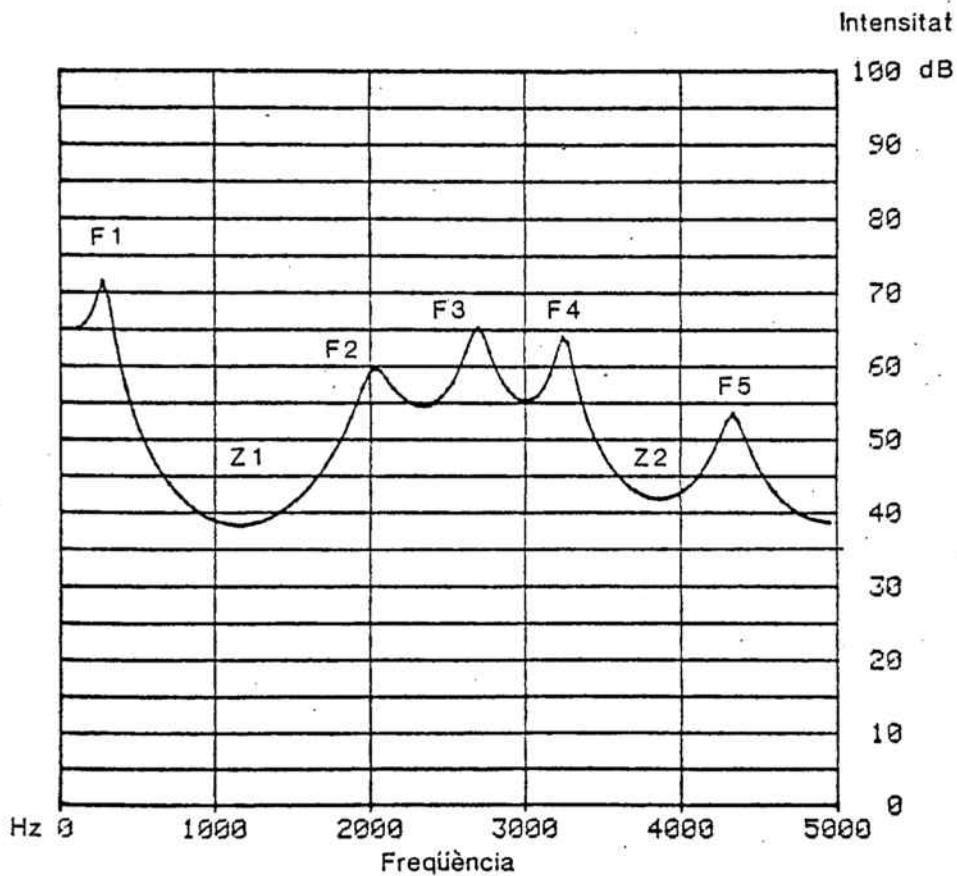


Figura 2.3 Representació espectral bidimensional (freqüència X intensitat) obtinguda amb aplicació del mètode de predicció lineal. L'anàlisi correspon als vuit intervals temporals successius entre l'inici i la fi de la consonant [k] en la seqüència llis diu. S'indica la localització de formants (F1, F2, F3, F4 i F5) i antiformants (Z1, Z2).

consonàntic i vocàlic. El procediment de medició de duracions consonàntiques en seqüències simètriques CVC exclou les transicions CV i VC de la duració de la consonant. Les consonants fricatives comprenen des de l'inici a la fi del període de tubulència; les consonants oclusives comprenen els períodes d'oclusió i explosió amb fricció; les consonants africades comprenen els períodes d'oclusió i fricció; les consonants nasals, aproximants, vibrants i laterals comprenen el període d'amplitud baixa entre els marges de les transicions CV i VC. En qualsevol cas, la decisió en les tasques de medició de duracions vocàliques i consonàntiques anà sempre acompanyada de la sintonització auditiva de les porcions d'ona acústica de segmentació dubtosa.

Per a la medició d'intensitats vocàliques, les seqüències foren emeses amb pronúncia normal a una mateixa distància del micròfon (entre 20 i 30 centímetres). Inicialment, el segment d'ona sonora d'interès fou integrat en valors d'energia total expressats en r.m.s. ("root of the mean square", és a dir, arrel del quadrat de la mitjana aritmètica) i, mitjançant conversió logarítmica, en valors d'intensitat relativa expressats en dB (decibels). L'aplicació del programa LPC feu possible la medició d'intensitats vocàliques. D'acord amb Lehiste i Peterson (1959), el centre de la vocal fou seleccionat per a les medicions.

2.3 Tòpics d'investigació.

Els materials recollits han servit per a estudiar els tòpics següents:

a) Freqüències del formants, duracions i intensitats de les vocals tòniques i àtones del català.

b) Freqüències dels formants, antiformants i altres característiques acústiques de consonants del català. Anàlisi de les duracions consonàntiques.

c) Freqüències dels formants de les transicions vocàliques del català.

d) Tendències coarticulatòries entre vocals i consonants del català en diferents posicions contextuals del mot.

CAPÍTOL III

RESULTATS. CARACTERÍSTIQUES GENERALS

3.1 Vocals.

3.1.1 Freqüències dels formants.

A les figures 3.1, 3.2 i 3.3 presento gràficament dades sobre freqüències (en Hz) dels formants F1, F2, F3 i F4 de les vocals catalanes. Cada formant inclou les freqüències mitjes corresponents a vocals en isolació, vocals en seqüències [sVk] i vocals en seqüències simètriques CVC segons cada un dels parlants i independentment del número de repeticions, d'acord amb les condicions experimentals determinades al Capítol II (seccions 2.1.a), 2.1.b), 2.1.c) i 2.2). Pel que fa a les seqüències simètriques CVC, les freqüències vocàliques mitjes corresponen a cada un dels contextos consonàntics següents: labial (mitjana de [p], [bVβ], [f]), dental i alveolar (mitjana de [t], [dVʃ], [s], [z]), [l], [r], palatal (mitjana de [ç], [j], [ʃ], [ʒ], [ʎ], [j]), velar (mitjana de [k], [gVɣ]) i làbio-velar ([w]). Les dades relatives a les consonants alveolars [l] i [r] han estat representades independentment de les dades corresponents a les altres consonants alveolars. Aquesta separació es deu al fet que les consonants [l] i [r] son produïdes amb una configuració de la cavitat bucal que difereix de forma substancial de la que presenten les altres consonants alveolars; en conseqüència, el resultat acústic presenta també diferències notables (vegeu secció 3.2.1). No han estat incloses

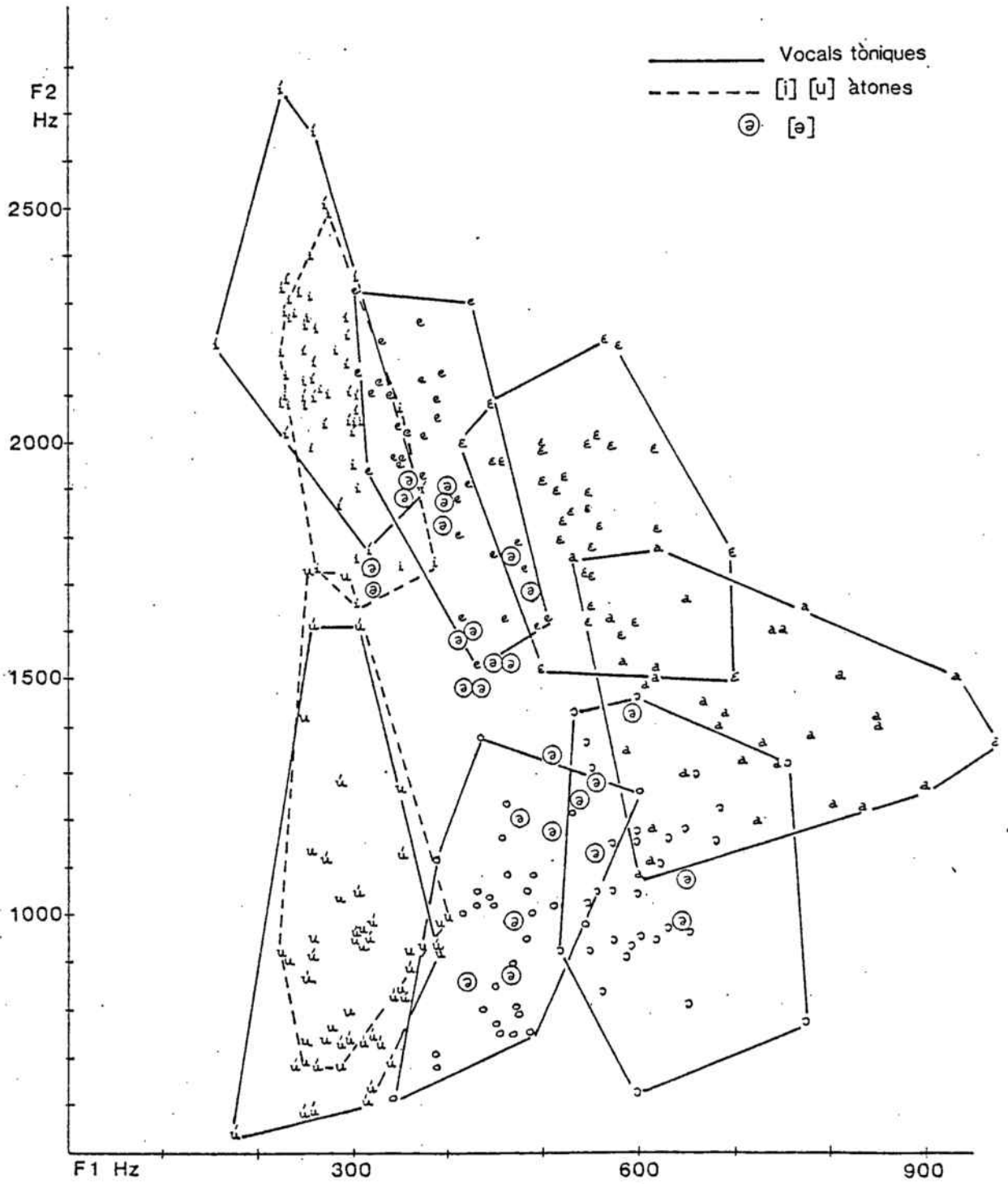


Figura 3.1 Camps de dispersió de F1 (abscissa) X F2 (ordenada) (en Hz) de les vocals tòniques i àtones del català.

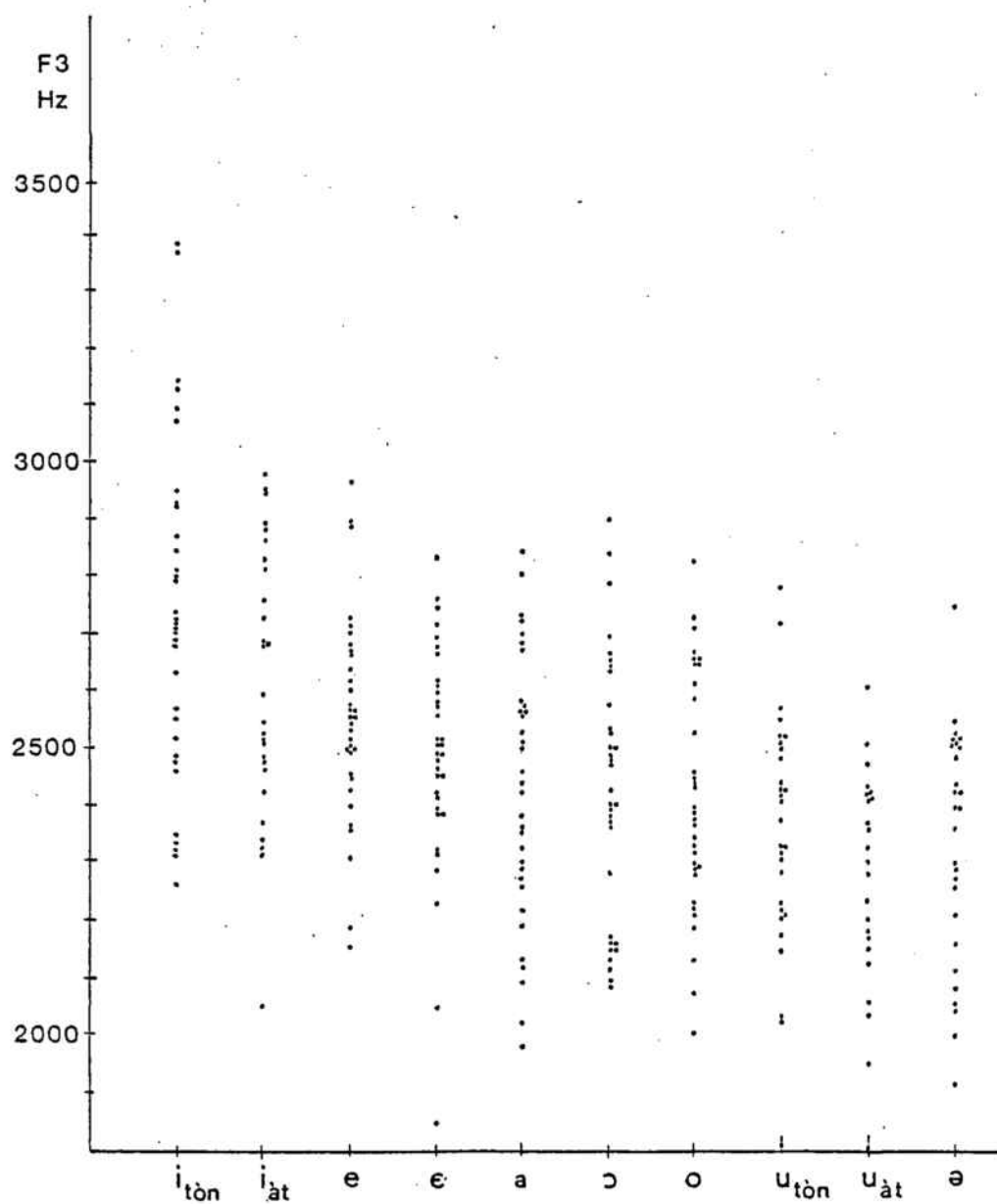


Figura 3.2 Freqüències de F3 (en Hz) de les vocals tòniques i àtones del català. Les vocals han estat ordenades d'esquerra a dreta de més anteriors a més posteriors i [ə].

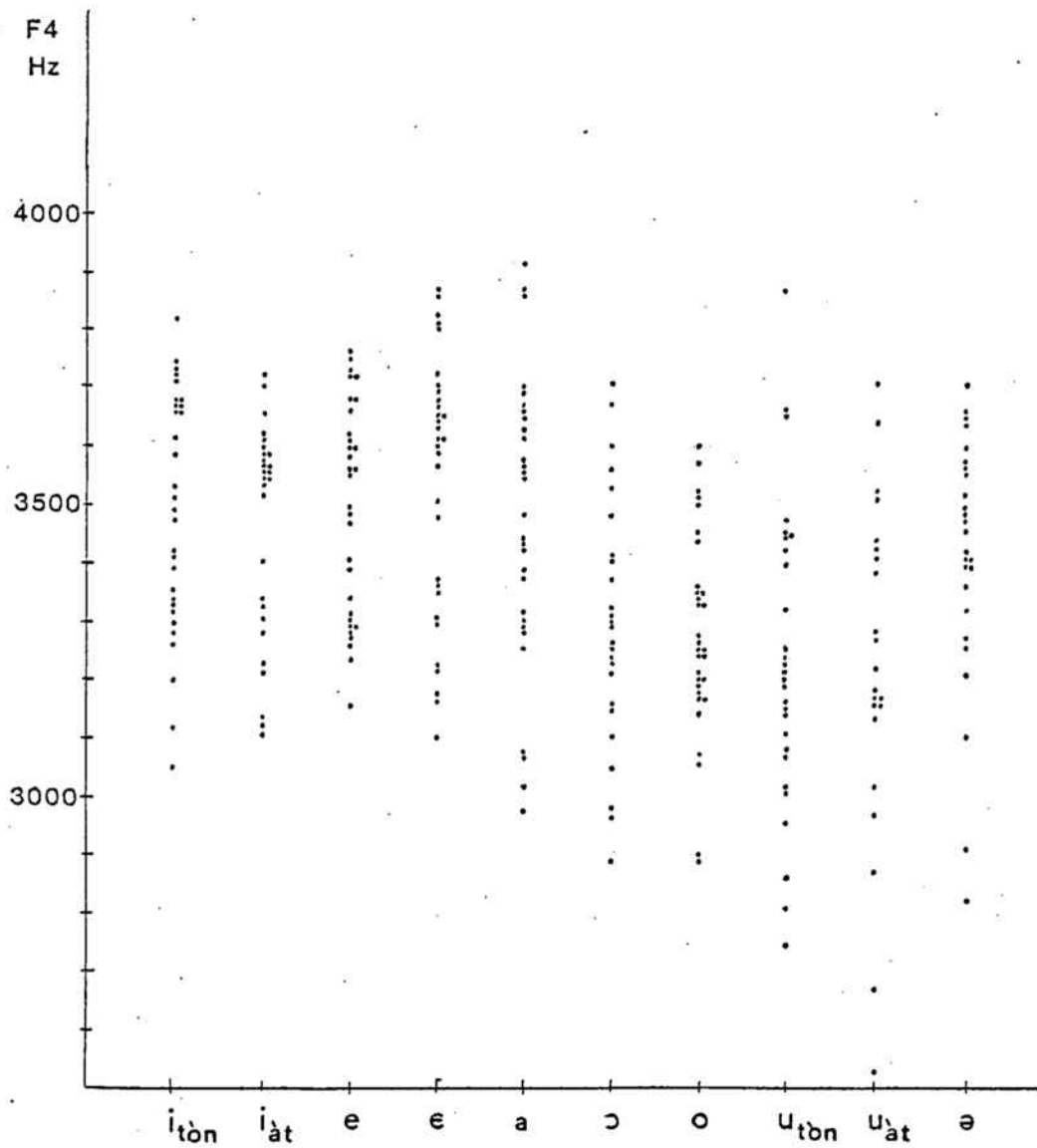


Figura 3.3: Freqüències de F4 (en Hz) de les vocals tòniques i àtones del català. Les vocals han estat ordenades d'esquerra a dreta de més anteriors a més posteriors i [ə].

les consonants nasals per tal com promouen nasalització vocàlica i, per tant, introdueixen canvis importants en l'espectre acústic de la vocal (vegeu, per a un procediment anàleg de selecció, Stevens i House, 1963).

Les freqüències mitjes dels quatre formants per a cada vocal, independentment de contextos, parlants i repeticions diferents són incloses a la taula 3.I. També hi són incloses les desviacions estàndard relatives a la variació motivada pel context, independentment de parlants i repeticions diferents.

Per tal de caracteritzar les condicions de producció i variació de vocals del català analitzo, a continuació, les dades sobre freqüències dels formants d'aquestes vocals. En faig inferències sobre relacions acústico-articulatòries a la llum d'estudis sobre teoria acústica de la producció de la parla.

3.1.1a Formant primer X formant segon.

A la figura 3.1, totes les freqüències de F1 (abscissa) X F2 (ordenada) per a cada vocal han estat agrupades en camps de dispersió. Cal exceptuar les freqüències de [ə] que no han estat agrupades a causa de llur elevada dispersió. El criteri de delimitació ha consistit en connectar les freqüències per a cada vocal de manera que els camps de dispersió resultants constituïssin figures geomètriques integrades pel nombre menor de costats possible. L'objectiu d'aquesta operació és determinar si F1XF2 permeten de contrastar de forma invariant els camps de dispersió de les vocals catalanes emeses en

Taula 3.I Freqüències mitjes i desviacions estàndard (en Hz) dels F1, F2, F3 i F4 de les vocals tòniques i àtones del català.

	i _{tòn}	i _{àt}	e	ɛ	a	ɔ	o	u _{tòn}	u _{àt}	ə
\bar{X}	276	278	397	544	697	611	462	306	301	473
SD	29	40	49	58	86	37	40	30	34	85
\bar{X}	2156	2055	1892	1811	1420	1074	1024	895	1000	1410
SD	156	199	257	205	187	175	247	285	296	348
\bar{X}	2704	2600	2536	2482	2408	2394	2401	2355	2269	2343
SD	232	176	159	150	132	163	152	162	96	158
\bar{X}	3456	3433	3496	3527	3457	3257	3247	3165	3180	3390
SD	163	161	77	127	164	146	105	180	179	202

contextos diversos per un nombre elevat de parlants. Els camps de dispersió de dues vocals contrasten de forma invariant si mostren absència de superposició independentment de contextos i parlants diferents.

Segons la figura 3.1, els camps de dispersió de totes les vocals tòniques presenten superposició amb un o dos camps de dispersió d'altres vocals tòniques. El percentatge de freqüències per vocal que mostra superposició és : [i] (3%), [e] (46%), [ɛ] (34%), [a] (45%), [ɔ] (45%), [o] (10%), [u] (6%). En conseqüència, els camps de dispersió de les vocals baixes i mitjes baixes presenten una superposició superior als de les vocals altes i mitjes altes. Cal remarcar que del 46% de freqüències de [e] que presenten interferència amb altres camps de dispersió de vocals tòniques, un 34% es troba al camp de [i]; aquesta situació és anòmala per tal com [i] només presenta un 3% de freqüències al camp de dispersió de [e]. Llevat d'aquesta excepció, les parelles vocàliques que presenten major interferència són [ɛ]/[a] i [a]/[ɔ]. En concret, l'àrea de superposició entre els camps de dispersió de [ɛ] i [a] conté un 22% de freqüències de [ɛ] i un 19% de freqüències de [a], mentre que l'àrea de superposició entre els camps de dispersió de [a] i [ɔ] conté un 25% de freqüències de [a] i un 32% de freqüències de [ɔ]. L'àrea de superposició entre altres parelles de vocals tòniques mai excedeix el 12%. Els camps de dispersió de [i], [u] i [ə] àtones resten ben diferenciats entre si; mostren una àrea reduïda de superposició prop de la regió de $F_1=300$ Hz X $F_2=1700$ Hz. A la llum d'aquestes dades, pot concloure's que $F_1 \times F_2$ permeten de contrastar de forma quasi-invariant

les vocals tòniques i àtones del català considerades separatament llevat de les parelles de vocals tòniques mitjes baixes vs. baixes. Les freqüències de F1 i F2 han estat utilitzades de forma exclusiva per a la síntesi de vocals cardinals (Delattre, Liberman, Cooper, i Gerstman, 1952) i de vocals de l'anglès americà (Fry, Abramson, Eimas, i Liberman, 1962).

En general, les freqüències dels formants ocupen posicions més centralitzades en el cas de les vocals àtones (especialment pel que fa a [ə]) que en el cas de les vocals tòniques. Ara bé, F1 X F2 no permeten de contrastar vocals tòniques i vocals àtones considerades conjuntament. Efectivament, els camps de dispersió d'ambdós grups vocàlics presenten una superposició notable: [i] àtona amb [i] tònica, [u] àtona amb [u] tònica, i [ə] amb [e], [o], [ɔ] (i, en grau menor, amb [i], [a], [ɛ]). En concret, l'àrea de superposició de [i] tònica amb [i] àtona conte un 77% de freqüències de [i] tònica i un 66% de freqüències de [i] àtona, mentre que l'àrea de superposició de [u] tònica amb [u] àtona conté un 55% de freqüències de [u] tònica i un 82% de freqüències de [u] àtona. L'àrea de superposició de [ə] amb [e], [o], [ɔ] conté un 84% de freqüències de [ə] distribuïdes de la forma següent: [e] (33%), [o] (29%), [ɔ] (22%).

Aquesta distribució relativa entre camps de dispersió corresponents a vocals diferents és similar a la reportada per Cerdà (1972). Segons les dades de la figura 3.1, però, els camps de dispersió de les vocals mitjes baixes i baixes presenten major interferència entre si que en l'estudi de Cerdà. Així mateix, les

realitzacions de [ə] presenten una dispersió major i, decididament i en contrast amb les dades de Cerdà, no mostren una concentració de freqüències a una regió de centralització sense interferència amb camps de dispersió d'altres vocals. Una comparació entre els triangles vocàlics constituïts per les freqüències mitjes de F1 X F2 segons les dades de la taula 3.I i segons Cerdà (vegeu figura 3.4) deixa entreveure que, d'acord amb Cerdà, la mitjana de [ə] es situa a la regió de centralització vocàlica i resta ben diferenciada de la corresponent a les altres vocals tòniques, i que, en menor grau, el mateix s'esdevé en el cas de [i] àtona vs. [i] tònica i [u] àtona vs. [u] tònica. Ara bé: la localització de la mitjana absoluta de [ə] (figura 3.4) no permet de caracteritzar la qualitat d'aquesta vocal per tal com prové d'un conjunt de freqüències massa divers, tal com proven la dispersió de freqüències de F1XF2 de [ə] a la figura 3.1 i les desviacions estàndard corresponents a F1 i F2 de [ə] a la taula 3.I. En conseqüència, aquesta caracterització ha d'ésser feta en funció d'un procediment metodològic diferent (vegeu Capítol V).

És important destacar que els triangles de la figura 3.4 difereixen substancialment pel que fa a la localització absoluta de la freqüència dels formants. En general, el triangle de Cerdà presenta freqüències de F1 i F2 força inferiors al meu per a totes les vocals del sistema. Aquest contrast pot ésser degut, en principi, a diferències relatives a les dimensions de les cavitats bucals corresponents als parlants seleccionats en ambdós estudis; en aquest sentit, les meves dades han d'ésser més representatives que les de Cerdà per tal com procedeixen d'un nombre força més elevat de parlants

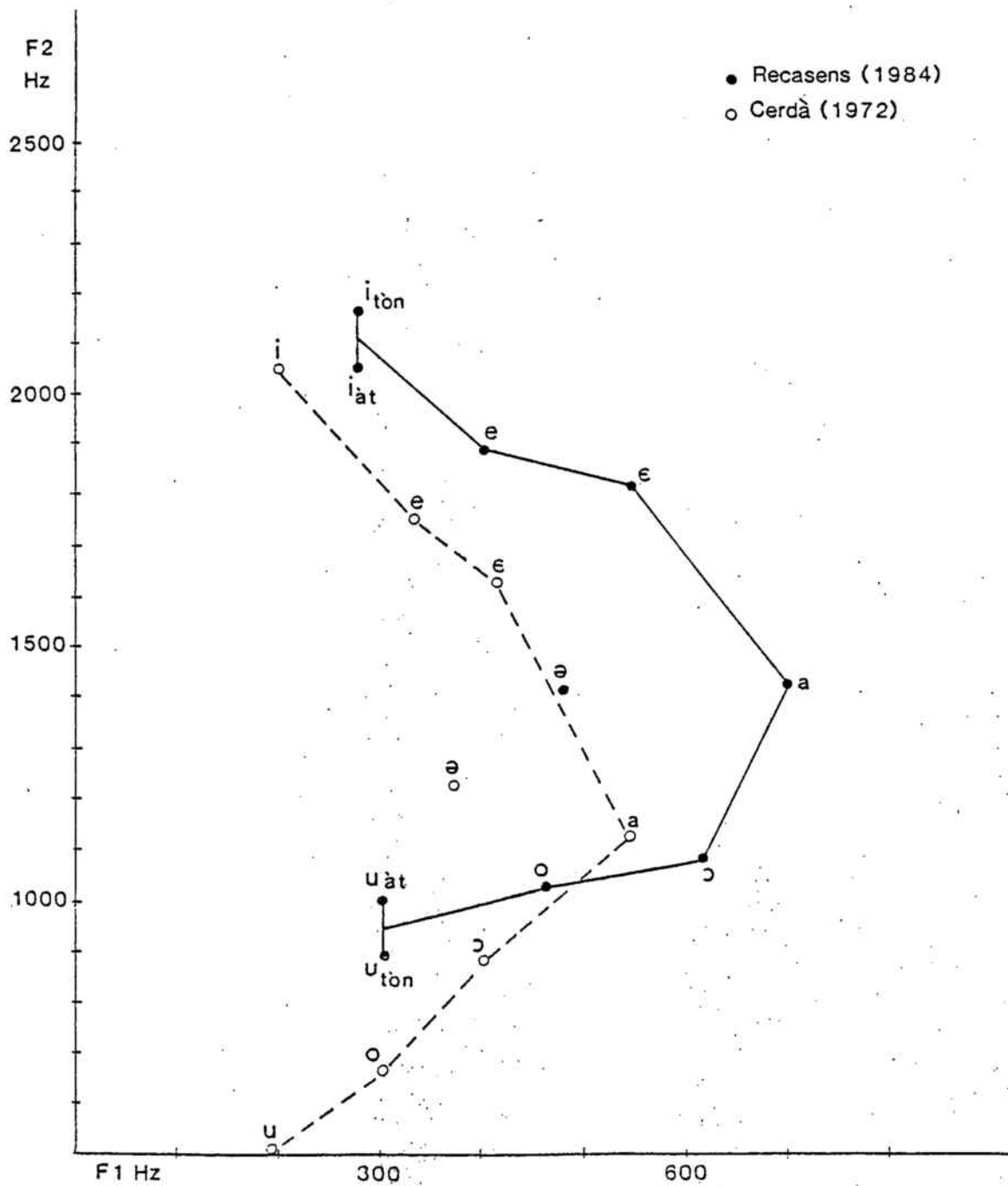


Figura 3.4 Freqüències mitjes de F1 (abscissa) X F2 (ordenada) (en Hz) de les vocals catalanes segons Cerdà (1972) i jo mateix.

(Cerdà: dos; Recasens: nou). Les diferències, però, són massa considerables i resten justificades de forma més natural si assumim potser que, en l'estudi de Cerdà, l'aparell enregistrator de les seqüències de parla analitzades o bé l'espectrògraf es trobaven sintonitzats a una velocitat inferior a la normal. Així mateix, cal tenir present que és difícil fer medicions espectrogràfiques de F1 i F2 en el cas de vocals labialitzades (per tal com ambdós formants es troben molt prop un de l'altre) i de F1 en el cas de vocals altes (per tal com aquest formant es troba molt prop de la línia de base de l'espectrograma). El mètode de predicció lineal utilitzat en aquest estudi no presenta aquest inconvenient.

3.1.1b Formant primer.

F1 depèn, més que cap altre formant, de les característiques de tota la cavitat bucal, és a dir, de les cavitats anterior i posterior al lloc de constricció lingual conjuntament. És possible, amb tot, indicar factors articuladoris de condicionament més específics (Delattre, 1951, 1968a; Fant, 1960, 1980; Mrayati i Carré, 1976; Wood, 1979):

a) Grau d'obertura bucal en relació directa, i, com a factors associats, grau de constricció a la faringe inferior en relació directa i (pel que fa a les vocals anteriors) grau de constricció linguo-palatal en relació inversa.

b) Grau de labialització (especialment pel que fa a [u]) en relació inversa.

c) En general, volum de la cavitat bucal posterior (força més que

volum de la cavitat bucal anterior) en relació inversa.

Una anàlisi de variància mostra que les diferències entre freqüències mitjes del F1 de vocals del català en totes les condicions contextuals són altament significatives ($F(9, 54) = 177.9, p < 0.01$). Segons la figura 3.1 i la taula 3.I, F1 de les vocals tòniques del català es correspon bé amb la classificació de vocals segons el grau d'obertura: altes ([i], [u]), mitjes altes ([e], [o]), mitjes baixes ([ɛ], [ɔ]) i baixes ([a]). Aquesta correspondència ha estat també reportada per a sistemes vocàlics d'altres llengües romàniques amb el mateix nombre de graus d'obertura (portuguès: Delgado Martins, 1964-1973; italià: Ferrero, Magno-Caldognetto, Vagges, i Lavagnoli, 1978). El F1 de [e] en espanyol peninsular i espanyol americà (Delattre, 1965; Godínez, 1978) es troba emplaçat entre el F1 de les vocals catalanes [e] i [ɛ]; segons les dades reportades en aquelles dues publicacions, el F1 de la [o] espanyola no sembla diferir del F1 de la [o] catalana.

Pel que fa a les vocals àtones del català, la figura 3.1 indica que les freqüències del F1 de [ə] es troben dispersades per les regions alta, mitja alta, mitja baixa i baixa, amb predomini de les regions mitja alta i, en menor grau, mitja baixa. Segons Cerdà (1972), F1 de [ə] mostra més interferència amb les vocals mitjes baixes que amb les vocals mitjes altes i baixes; no presenta freqüències a la regió de vocals altes. La freqüència mitja de F1 en ambdós estudis es situa per damunt del F1 de [e] i per sota del F1 de [ɛ]. Anàlisis de variància de freqüències vocàliques en contextos simètrics CVC mostren

que aquest formant permet de contrastar [ə] vs. vocals altes, mitjes baixes i baixes en el cas dels tres parlants Re, Go i Bi ($p < 0.01$), i [ə] vs. [e] i [o] per a dos dels tres parlants ($p < 0.01$). En resum, F1 permet de caracteritzar [ə] típicament com a vocal mitja (més aviat mitja alta que mitja baixa, segons les dades reportades aquí). Les freqüències dels F1 de [i] àtona vs. [i] tònica i [u] àtona vs. [u] tònica són molt similars. Anàlisis de variància de freqüències vocàliques en contextos simètrics CVC revelen que les diferències entre ambdues parelles de sons són significatives en el cas del parlant Bi ($p < 0.01$) però no en el cas dels parlants Re i Go quan la vocal és [i], i en el cas dels parlants Bi ($p < 0.01$) i Re ($p < 0.05$) però no en el cas del parlant Go quan la vocal és [u].

Els principis de teoria acústica de producció de la parla apuntats més amunt no permeten establir una correlació clara entre les diferències de F1 reportades aquí i les dades sobre producció de vocals catalanes reportades per Cerdà (1972). Aquesta manca de correspondència és evident pel que fa a les vocals posteriors labialitzades. Només el grau de labialització ([u] > [o] > [ɔ]) guarda una relació inversa exacta amb F1 ([ɔ] > [o] > [u]). No hi ha, però, relació directa completa entre F1 ([ɔ] > [o] > [u]) i el grau d'obertura mandibular ([ɔ] > [o], [u]) ni una relació inversa completa entre F1 ([ɔ] > [o] > [u]) i el grau de constricció linguo-palatal ([u] > [o], [ɔ]). Les dades de Cerdà sobre grau de constricció faríngea de vocals labialitzades no permeten una comparació amb F1 per tal com es refereixen a la faringe superior i no a la inferior, i no fan possible determinar les dimensions de la cavitat bucal posterior a la zona de

constricció. Pel que fa a les vocals no-labialitzades (amb l'excepció parcial de [ə]), és possible trobar correlació entre F1 ([a]>[ɛ]>[ə]>[e]>[i]) i les dades articulatòries reportades per Cerdà sobre graus d'obertura mandibular ([a]>[ɛ]>[e]>[i]; en relació directa amb F1), constricció faríngea ([a]>[ə]>[ɛ]>[e]>[i]; en relació directa amb F1) i constricció linguo-palatal ([i]>[e]>[ɛ], [ə]>[a]; en relació inversa amb F1). Cal remarcar que l'estudi articulatori de Cerdà es basa en dades procedents d'un sol parlant. Aquest fet limita la validesa de les relacions acústico-articulatòries establertes aquí, d'acord amb el principi que parlants diferents poden presentar estratègies diferents de producció vocàlica (Ladefoged, DeClerk, Lindau, i Papçun, 1972).

Les desviacions estàndard corresponents al F1 de les vocals catalanes (vegeu taula 3.I) no sobrepassen els 100 Hz. Augmenten gradualment de vocals altes a vocals baixes (vegeu, també, per a l'anglès americà, Stevens i House, 1963); així, d'acord amb Fant (1960; nomogrames de la figura 1.4-11c.), canvis d'emplaçament de la constricció faríngea produeixen alteracions importants de F1, mentre que canvis d'emplaçament de la constricció a la zona palatal afecten F1 mínimament. El F1 de [ə] presenta la mateixa variació que la vocal més oberta de la sèrie ([a]). El grau de variació és superior en el cas de [i] àtona vs. [i] tònica i [u] àtona vs. [u] tònica.

3.1.1c Formant segon.

F2 depèn dels factors articuladoris següents (Delattre, 1951; Fant, 1960, 1980; Mryati i Carré, 1976):

a) Pel que fa a les vocals no-labialitzades, grau de retracció lingual en relació inversa i grau de constricció linguo-palatal en relació directa.

b) Pel que fa a les vocals posteriors labialitzades, grau de constricció linguo-velar (especialment en el cas de [u]) en relació inversa i grau de labialització en relació inversa.

c) Pel que fa a les vocals anteriors, volum de la cavitat posterior (F2 es una ressonància de mitja longitud d'ona en el cas de [i]) en relació inversa; pel que fa a les vocals posteriors, volum de la cavitat anterior en relació inversa.

Una anàlisi de variància mostra que les diferències entre freqüències mitjes del F2 de vocals tòniques del català en totes les condicions contextuals són altament significatives ($F(9,54) = 79.2$, $p < 0.01$). Segons la figura 3.1 i la taula 3.I, F2 de les vocals tòniques del català es correspon bé amb la classificació de vocals segons l'emplaçament del lloc de constricció: anteriors amb constricció palatal i un passatge faringi ampli ([i], [e], [ɛ]), i posteriors (amb constricció a la faringe inferior: [a]; amb constricció a la faringe superior: [ɔ], [o]; amb constricció a la regio velar: [u]). La freqüència de F2 decreix de [i] a [u], segons la progressió [i] > [e] > [ɛ] > [a] > [ɔ] > [o] > [u]. Aquesta mateixa progressió ha estat reportada per a sistemes vocàlics d'altres llengües

romàniques amb el mateix nombre de graus d'obertura (portuguès: Delgado Martins, 1964-1973; italià: Ferrero, Magno-Caldognetto, Vagges, i Lavagnoli, 1978).

Pel fa a les vocals àtones del català, la figura 3.1 i la taula 3.I indiquen que els valors del F2 de [ə] es situen a les regions vocàliques anterior i posterior, amb una freqüència mitja prop de la freqüència mitja del F2 de [a] i molt per sota de la freqüència mitja de [ɛ]. Segons Cerdà (1972), F2 de [ə] es situa a les regions anterior i posterior no-labialitzada però ben poc a la regió posterior labialitzada; presenta una freqüència mitja prop de la freqüència mitja de [a] i molt per sota de la freqüència mitja de [ɛ]. Anàlisis de variància de freqüències vocàliques en contextos simètrics CVC mostren que les diferències de F2 permeten de diferenciar [ə] vs. totes les altres vocals en el cas dels tres parlants Re, Go i Bi ($p < 0.01$); cal, però, exceptuar la diferència de F2 entre [ə] i [a], únicament significativa en el cas del parlant Bi ($p < 0.01$). En resum, F2 permet de caracteritzar [ə] típicament com a vocal posterior no-labialitzada. [i] àtona registra un F2 menor que [i] tònica i [u] àtona un F2 superior a [u] tònica. Anàlisis de variància de freqüències vocàliques en contextos simètrics CVC revelen que aquests contrastos són sempre significatius en el cas de Re i Go ($p < 0.01$); Bi registra contrast significatiu quan les vocals són [u] però no [i]. En tot cas, cal destacar que el valor de F corresponent a la diferència entre [i] àtona vs. [i] tònica (Re: (1, 68) = 27.6, $p < 0.01$; Go: (1, 34) = 28.3, $p < 0.01$) és molt superior al corresponent a la diferència entre [u] àtona vs. [u] tònica (Re: (1, 68) = 9.1, $p < 0.01$; Go: (1,

34)= 12.2, $p < 0.01$). En conseqüència, almenys pel que fa a [i] i [u], F2 contribueix més que F1 a diferenciar les vocals tòniques vs. àtones del català.

D'acord amb les dades articulatòries reportades per Cerdà (1972), les diferències de F2 ([i]>[e]>[ɛ]>[a]>[ə]>[ɔ]>[o]>[u]) es corresponen bastant satisfactòriament amb les diferències de constricció lingual amb el sostre bucal entre vocals no-labialitzades ([i]>[e]>[ɛ], [ə]>[a]; en relació directa amb F2) però no entre vocals labialitzades ([u]>[o], [ɔ]; en relació inversa amb F2). Per altra banda, no hi ha una relació directa clara entre aquelles diferències de F2 i les diferències d'avançament lingual per a vocals no-labialitzades ([i]>[e], [ɛ]>[ə], [a]) i labialitzades ([ɔ]>[u]>[o]). El grau de labialització ([u]>[o]>[ɔ]) guarda una relació inversa precisa amb les diferències de F2 ([ɔ]>[o]>[u]). La gran varietat de freqüències de F2 en el cas de [ə] es deu a la diversitat de configuracions articulatòries que li són pròpies (Cerdà, 1972). F2 és menys elevat en el cas de [i] àtona vs. [i] tònica a causa d'un contacte linguo-palatal menor i un grau de labialització major (Cerdà, 1972); F2 és més elevat en el cas de [u] àtona vs. [u] tònica a causa d'un grau de labialització menor (Cerdà, 1972).

Les desviacions estàndard corresponents al F2 de les vocals catalanes (150-350 Hz)(vegeu taula 3.I) són sempre superiors a les desviacions estàndard de F1. Augmenten de vocals no-labialitzades a labialitzades (vegeu, també, per a l'anglès americà, Stevens i House, 1963). Pel que fa a les diferències entre vocals àtones i vocals

tòniques, les desviacions estàndard de F2 i F1 es corresponen bé. El F2 de [ə] presenta una variació superior al F2 de totes les altres vocals. La variació de F2 és també superior en el cas de [i] àtona vs. [i] tònica i [u] àtona vs. [u] tònica.

3.1.1d Formant tercer.

En general, F3 depèn inversament de les dimensions de la cavitat anterior al lloc de constricció lingual per a totes les vocals (Fant, 1960). Una anàlisi de variància mostra que les diferències entre freqüències mitjes del F3 de vocals del català en totes les condicions contextuals són altament significatives ($F(9,54)=8.5, p<0.01$). Segons la figura 3.2 i la taula 3.I, F3 decreix de vocals anteriors a vocals posteriors, llevat de [a], [ɔ] i [o] que presenten un F3 similar. Hi ha, doncs, una relació directa bastant clara entre les freqüències de F2 i F3. F3 és superior en el cas de [i] tònica vs. [i] àtona i [u] tònica vs. [u] àtona. Anàlisis de variància de freqüències vocàliques en contextos simètrics CVC revelen que aquestes diferències són sempre significatives almenys per a dos dels tres parlants Re, Go i Bi. Cal destacar que, anàlogament a F2, la diferència entre [i] àtona vs. [i] tònica és més significativa (Re: $(1, 68)= 38.3, p<0.01$; Go: $(1, 34)= 29.3, p<0.01$) que la diferència entre [u] àtona vs. [u] tònica (Bi: $(1, 68)= 4.7, p<0.01$; Go: $(1, 34)= 15.3, p<0.01$). [ə] registra un F3 baix, parell al F3 de [u] tònica. Les desviacions estàndard corresponents a F3 (100-250 Hz) ocupen posicions intermitjes entre les corresponents a F1 i F2; presenten valors més elevats en el cas de [i] vs. altres vocals. La sistematicitat de les dades sobre F3 suggereix

que, juntament amb F1 i F2, aquest formant pot contribuir a la identificació perceptual de les vocals catalanes; aquest sembla ésser particularment el cas de [ə] en relació amb les vocals tòniques que presenten superposició clara de freqüències de F1XF2 amb aquella vocal.

3.1.1e Formant quart.

Les diferències entre freqüències mitjes del F4 de vocals del català en totes les condicions contextuals són altament significatives ($F(9,54) = 15.6, p < 0.01$). Segons la figura 3.3 i la taula 3.I, F4 permet de diferenciar dos grups vocàlics: per una banda, les vocals no-labialitzades (F4 alt) i, per altra banda, les vocals labialitzades (F4 baix). El F4 de [ə] es situa entre els dos grups, més prop del primer que del segon.

3.1.1f Vocals del català i vocals cardinals.

Els sistemes de transcripció de vocals de llengües particulars resten estructurats sobre aspectes fonològics i de tradició filològica propis de la llengua de l'analista. És convenient, doncs, disposar d'un sistema de símbols bàsics que permeti portar a terme la transcripció fonològica d'una llengua, és a dir, que permeti agrupar les realitzacions fonètiques de les vocals d'una llengua segons les categories fonològiques pròpies de la llengua en qüestió. Un sistema de transcripció d'aquestes característiques difereix d'altres sistemes utilitzats per tal de transcriure el caracter al·lofònic de les realitzacions fonètiques. Aquesta visió de la qüestió coincideix amb

la de fonetistes que han estudiat amb detall els problemes de transcripció de sons (Abercrombie, 1967; Ladefoged, 1975).

D'acord amb aquestes indicacions, les diferències d'experiència lingüística fan que, sovint, analistes diversos assignin una qualitat diferent a una mateixa so vocàlic. Per aquest motiu, és aconsellable disposar d'una base de referència sobre la qual trobin suport els sistemes de transcripció fonològica i fonètica de vocals de les llengües particulars. S'accepta que és més factible efectuar una classificació de vocals d'una llengua en termes acústics (concretament, en termes dels dos primers formants F1 i F2) que no pas articulatoris. Concretament, les diferències de qualitat en termes d'altura i anterioritat vocàliques es corresponen millor amb medicions de F1 i F2 que no pas amb medicions de la posició de la llengua a la cavitat bucal (Ladefoged, 1967). L'únic sistema de classificació de vocals que reuneix aquestes característiques és el sistema de vocals cardinals. Aquest sistema és independent de qualsevol sistema vocàlic de llengües particulars i no depèn directament d'especificacions articulatòries; resta integrat per vocals que, segons observadors competents, presenten una qualitat distintiva i són auditivament equidistants (Ladefoged, 1967). En conseqüència, un bon sistema de transcripció fonològica i fonètica de les vocals catalanes ha d'ésser consistent amb el sistema de vocals cardinals.

Els camps de dispersió corresponents a les freqüències dels F1XF2 (en mels) de les vocals catalanes tòniques i de les vocals cardinals (segons Ladefoged, 1967) són representats a la figura 3.5. Les vocals

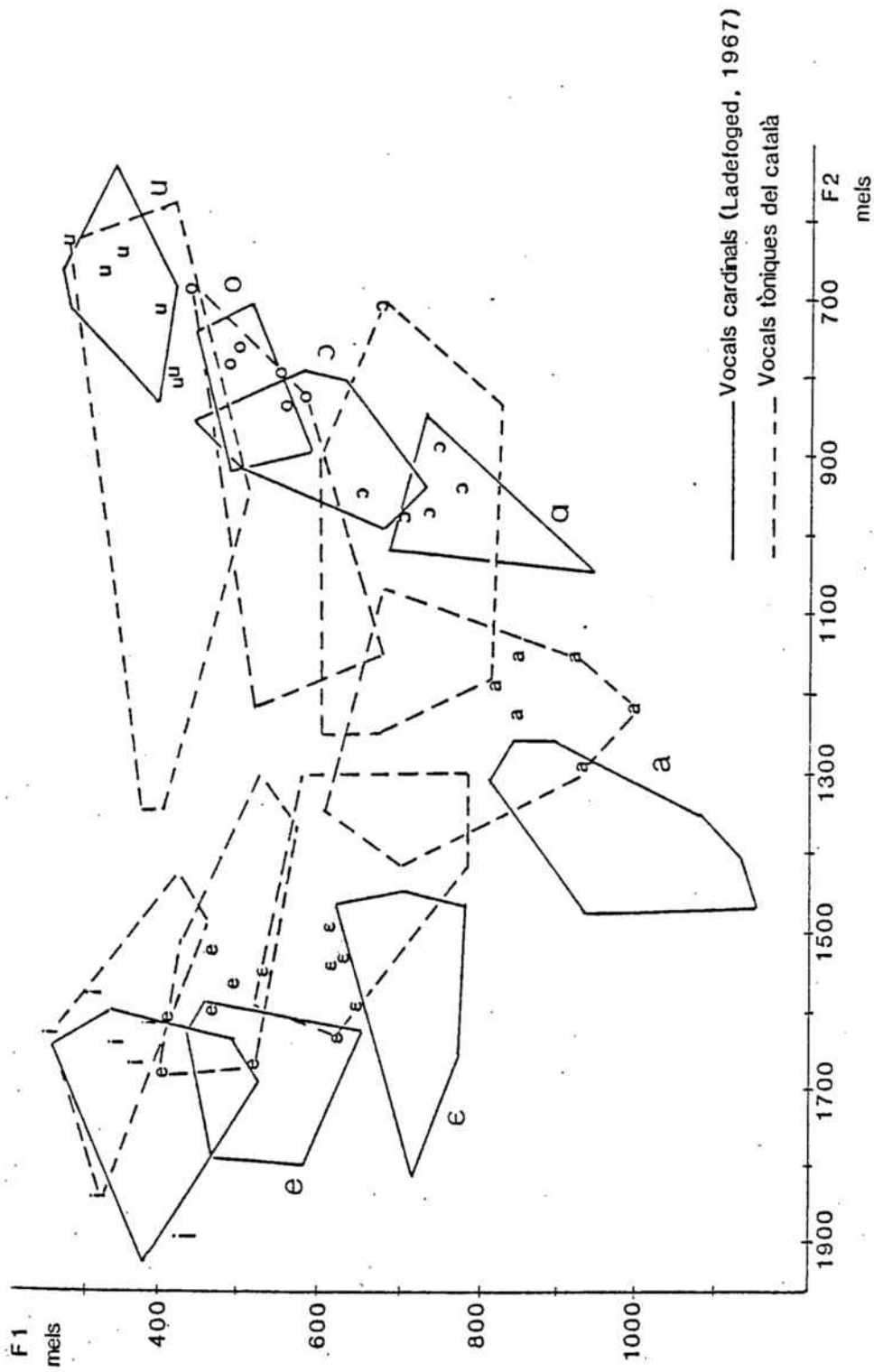


Figura 3.5 Camps de dispersió de F1 (abscissa) X F2 (ordenada) (en mels) de les vocals tòniques del català i de les vocals cardinals (Ladefoged, 1967).

cardinals foren emeses en isolació per onze fonetistes exercitats en el domini de les vocals en qüestió; els camps de dispersió representats a la figura contenen totes les realitzacions. Els camps de dispersió de les vocals tòniques del català coincideixen amb els representats a la figura 3.1; contenen de forma explícita les freqüències relatives a les vocals emeses en isolació (6 parlants).

En general, els camps de dispersió de les vocals catalanes ocupen posicions més centralitzades que els camps de dispersió de les vocals cardinals; així mateix, les vocals catalanes emeses en context presenten més centralització que les vocals catalanes emeses en isolació. Com a resultat del procés de centralització les vocals anteriors presenten un F2 inferior, les vocals posteriors labialitzades un F2 superior i [a] un F1 inferior. Aquest efecte acústic es produeix com a conseqüència del fenomen de reducció vocàlica. Resulta del fet que a causa de la manca de coarticulació per part de sons adjacents les vocals en isolació poden ser emeses amb configuracions articulatòries més allunyades de la configuració bucal neutra (Jones, 1956) que les vocals emeses en context.

En relació amb les vocals cardinals, les vocals no-labialitzades del català presenten un desplaçament de F2 cap a la regió de centralització superior a les vocals labialitzades. Aquest fet suggereix que les vocals catalanes (i, especialment, les emeses en isolació) i les cardinals difereixen pel que fa a la configuració lingual però poden presentar un grau de labialització similar. Les diferències de freqüència de F2 fan que la vocal baixa del català es

trobi emplaçada entre [a] i [ɑ] cardinals, més prop de [a] que de [ɑ].

F1 de les vocals anteriors i [a] del català presenta freqüències més baixes que les vocals cardinals corresponents, mentre que les vocals labialitzades [u] i [o] del català (especialment, les emeses en isolació) presenten freqüències de F1 molt similars a les vocals cardinals corresponents. Aquest fenomen és consistent amb l'apuntat anteriorment en el cas de F2: sembla haver-hi major afinitat de grau de labialització que de configuració lingual entre vocals catalanes i vocals cardinals. Les diferències de freqüència de F1 fan que la vocal mitja baixa del català [ɔ] ocupi una posició intermitja entre les vocals cardinals [ɑ] i [ɔ]; de fet, les emissions de [ɔ] del català en isolació coincideixen més amb les realitzacions de [ɑ] cardinal que amb les realitzacions de [ɔ] cardinal.

En afers de transcripció fonològica, els principis de l'Associació Fonètica Internacional ("The Principles of the International Phonetic Association", "International Phonetic Association", 1974) recomanen representar mitjançant un mateix símbol variants al·lofòniques d'un mateix fonema vocàlic relativament allunyades del camp de dispersió de la vocal cardinal de la mateixa qualitat o emplaçades a camps de dispersió corresponents a vocals cardinals diferents. En conseqüència, [ɔ] i [a] són els símbols apropiats per a la transcripció fonològica de les vocals posterior mitja baixa i baixa del català car aquests són, precisament, els símbols que la tradició assigna a la realització d'ambdós fonemes vocàlics catalans. En afers de transcripció fonètica

detallada, és necessari transcriure la vocal baixa com a [a] (és a dir, [a] posterior) i la vocal mitja baixa com a [ɔ̄] i, preferiblement, [ā] (és dir, [ɔ̄] baixa o bé [ā] alta).

3.1.2 Duracions.

Presento a la figura 3.6 i a la taula 3.II les duracions mitjes (en ms) de les vocals tòniques i àtones del català emeses en seqüències [sVk] i en seqüències simètriques CVC. També hi són incloses les desviacions estàndard motivades pel context consonàntic, independentment de parlants i repeticions diferents. Les condicions experimentals han estat descrites al Capítol II (seccions 2.1.b), 2.1.c) i 2.2).

Una anàlisi de variància mostra que les diferències entre duracions mitjes de vocals del català en tots els contextos consonàntics són altament significatives ($F(9,171) = 134.5$, $p < 0.01$). Pel que fa a les vocals tòniques, hi ha correlació entre grau d'obertura i duració vocàliques per a vocals anteriors i posteriors labialitzades considerades separatament ([ɛ] > [e] > [i]; [ɔ̄] > [o] > [u]) i conjuntament ([ɛ], [ɔ̄] > [e], [o] > [i], [u]). Un test Newman-Keuls prova que totes aquestes diferències són significatives ($p < 0.01$, però $p < 0.05$ en el cas de [i] vs. [e]), llevat de [e] vs. [u]. Aquest contrast és més clar en català que en altres llengües romàniques amb el mateix sistema de graus d'obertura vocàlica (portuguès: Delgado Martins, 1975; italià: Ferrero, Magno-Caldognetto, Vagges, i Lavagnoli, 1978). L'espanyol peninsular, per altra banda, també

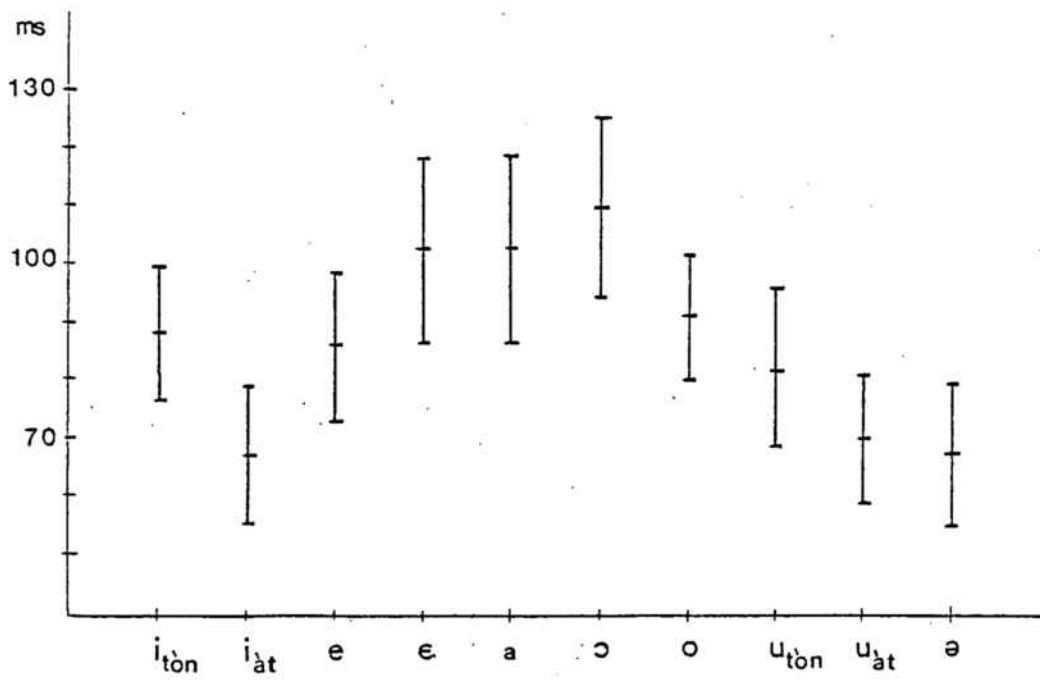


Figura 3.6 Duracions mitjes i desviacions estàndard (+/- 1 SD) (en ms) de les vocals tòniques i àtones del català. Les vocals han estat ordenades d'esquerra a dreta de més anteriors a més posteriors i [ə].

Taula 3.II Duracions mitjes i desviacions estàndard (en ms)
de les vocals tòniques i àtones del català.

	i _{tòn}	i _{àt}	e	ɛ	a	ɔ	o	u _{tòn}	u _{àt}	ə
\bar{X}	78.6	67.5	86.2	102.9	102.6	109.9	91.5	81.9	70.6	68.1
SD	12	12	13	14	14	15	11	12	11	12

presenta diferències de duració entre [e]>[i], [o]>[u], i [e], [o]>[i], [u] (Navarro Tomás, 1916). Les vocals tòniques labialitzades de la sèrie posterior presenten una duració major que les vocals tòniques de la sèrie anterior del mateix grau d'obertura ([u]>[i]; [o]>[e]; [ɔ]>[ɛ]). Aquesta tendència ha estat reportada per a l'italià (Ferrero, Magno-Caldognetto, Vagges, i Lavagnoli, 1978) i l'espanyol peninsular (Navarro Tomás, 1916). El test Newman-Keuls mostra que, de les tres parelles, només la diferència entre [ɔ] i [ɛ] és significativa ($p < 0.01$). Les diferències de duració entre vocals mitjes baixes ([ɛ], [ɔ]) vs. baixes ([a]) no es corresponen amb les diferències de grau d'obertura. Així, [ɛ] i [a] presenten una duració similar (amb diferència no-significativa, segons el test Newman-Keuls), menor que la duració corresponent a [ɔ] (diferent de forma significativa de les duracions de [ɛ] ($p < 0.01$) i [a] ($p < 0.05$), segons el test Newman-Keuls). L'absència de duració màxima en el cas de [a] ha estat observada també en portuguès (Delgado Martins, 1975); en italià (Ferrero, Magno-Caldognetto, Vagges, i Lavagnoli, 1978) i en espanyol peninsular (Navarro Tomás, 1916) [a] és la vocal de duració màxima. Les desviacions estàndard de vocals augmenten amb el grau d'obertura vocàlica de forma anàloga a les duracions mitjes. Aquest fenomen implica que les vocals obertes són més sensibles que les vocals tancades a variacions de duració vocàlica motivades pel context consonàntic.

També hi ha correlació entre les diferències de tonicitat i duració vocàliques. Les vocals [i], [u] àtones presenten una duració menor que les vocals [i], [u] tòniques i una duració similar a [ə]. De fet, les diferències entre totes les vocals tòniques vs. totes les vocals àtones del sistema vocàlic del català resultaren significatives segons el test Newman-Keuls ($p < 0.01$, però $p < 0.05$ en el cas de [i] tònica vs. [u] àtona), mentre que cap dels tests entre les vocals àtones [i], [u] i [ə] dóna resultats significatius. En conseqüència, la duració vocàlica permet d'oposar vocals àtones i qualsevol vocal tònica però no vocals àtones entre si.

3.1.3 Intensitats.

Presento a la figura 3.7 i a la taula 3.III les intensitats mitjes (en dB) de les vocals tòniques i àtones del català emeses en seqüències [sV_k] i en seqüències simètriques CVC (contextos [p], [t], [k]) segons les condicions experimentals apuntades al Capítol II (seccions 2.1.b), 2.1.c) i 2.2). També hi són incloses les desviacions estàndard motivades pel context consonàntic, independentment de parlants i repeticions diferents.

Una anàlisi de variància mostra que les diferències entre intensitats mitjes de vocals del català en tots els contextos consonàntics són significatives ($F(9, 18) = 6.4, p < 0.01$). Pel que fa a les vocals tòniques, hi ha correlació entre el grau d'obertura i la intensitat vocàliques en el cas de les vocals anteriors i les vocals posteriors labialitzades considerades separatament ([ɛ] > [e] > [i];

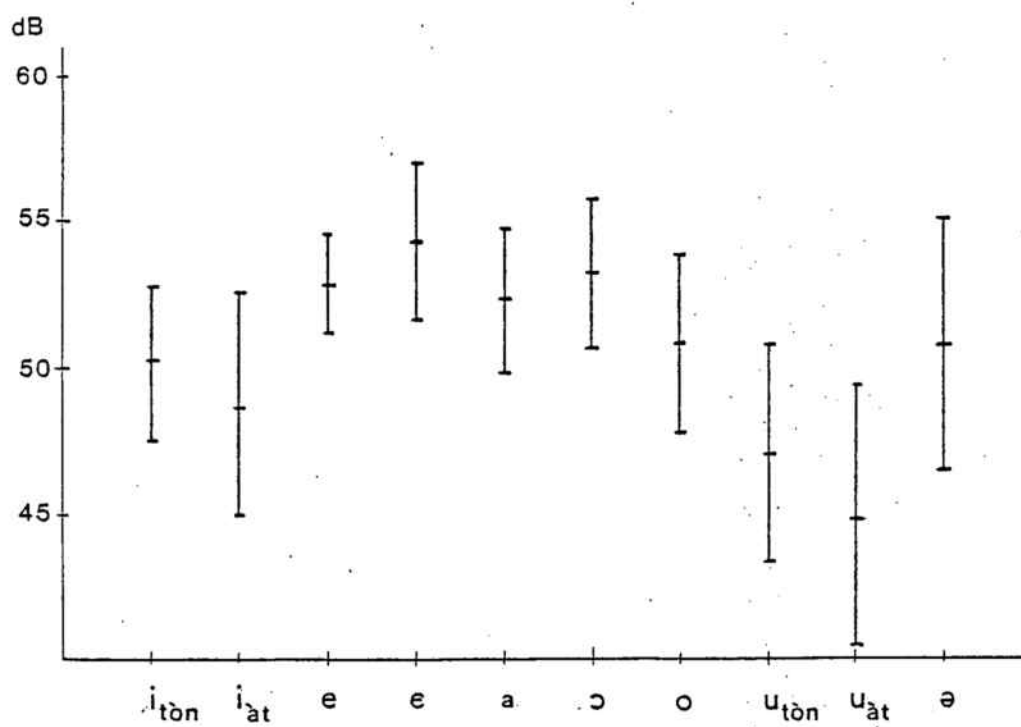


Figura 3.7 Intensitats mitjes i desviacions estàndard. (+/- 1 SD) (en dB) de les vocals tòniques i àtones del català. Les vocals han estat ordenades d'esquerra a dreta de més anteriors a més posteriors i [ə].

Taula 3.III Intensitats mitjes i desviacions estàndard (en dB) de les vocals tòniques i àtones del català.

	i _{tòn}	i _{àt}	e	ɛ	a	ɔ	o	u _{tòn}	u _{àt}	ə
\bar{X}	50.2	48.6	52.8	54.3	52.3	53.3	50.7	47	44.7	50.6
SD	2.6	3.8	1.9	2.6	2.4	2.5	3.1	3.8	4.4	4.3

[ɔ]>[o]>[u]) però no conjuntament. La intensitat de les vocals tòniques anteriors és major que la corresponent a les vocals tòniques posteriors labialitzades del mateix grau d'obertura. La intensitat de la vocal baixa [a] és menor que la de les vocals mitjes baixes [ɛ] i [ɔ]. Hi ha coincidència entre aquestes medicions i les que Delgado Martins (1975) efectuà per al portuguès, llengua que presenta el mateix inventori de vocals tòniques que el català. Un test Newman-Keuls entre les intensitats de les vocals tòniques revela diferències significatives només en el cas de [u] vs. [a], [ɛ], [e], [ɔ]. Aquests resultats demostren que la intensitat vocàlica contribueix de forma menor que la freqüència dels formants i la duració a la diferenciació acústica de les vocals del català. Les desviacions estàndard de la taula 3.III indiquen que les vocals labialitzades presenten una variació major que les no-labialitzades.

També hi ha correlació entre les diferències de tonicitat i intensitat vocàliques. Les vocals [i], [u] àtones presenten una intensitat menor que [i], [u] tòniques. A diferència del que s'esdevenia amb la duració vocàlica, el nivell d'intensitat de les vocals àtones no és menor que el de totes les vocals tòniques. Això és clar en el cas de [ə], amb intensitat similar a [o]. El test Newman-Keuls revela que les diferències entre vocals tòniques vs. àtones només són significatives pel que fa a [u] àtona vs. [a], [ɛ], [e], [o], [ɔ] i [i] àtona vs. [ɛ]. En el cas de la intensitat de vocals àtones entre si es produeixen diferències [ə]>[i]>[u] superiors a les diferències de duració. El test Newman-Keuls revela que només el contrast entre [ə] i [u] és significatiu. Desviacions estàndard

superiors per a vocals àtones que per a vocals tòniques indiquen que la intensitat vocàlica presenta més variació motivada pel context consonàntic en el cas de les primeres que en el cas de les segones.

3.2 Consonants.

3.2.1 Freqüències.

A les figures 3.8, 3.9 i 3.10 i a la taula 3.IV presento dades sobre l'estructura de l'espectre acústic corresponent a consonants caracteritzades per la presència d'un període d'energia acústica de durada considerable. Les dades procedeixen de consonants aproximants, laterals, vibrants, nasals, fricatives i africades. Per tal d'establir una anàlisi comparativa vàlida entre les estructures acústiques de consonants diverses, aquestes han estat analitzades en les posicions intervocàlica simètrica, inicial absoluta i final absoluta, amb les vocals tòniques adjacents [i], [a] i [u]. Les condicions experimentals són presentades al Capítol II (seccions 2.1.d) i 2.2). Les freqüències mitjes (en Hz) han estat obtingudes independentment de contextos vocàlics, posicions en l'estructura del mot, parlants i repeticions diferents. Corresponen a les característiques acústiques següents: formants orals F1, F2 i F3 (consonants aproximants, laterals, vibrants, fricatives i africades); formants nasals N1, N2, N3 i N4 (consonants nasals); antiressonàncies de l'espectre acústic Z1, Z2 i Z3 (consonants laterals, nasals, fricatives i africades); límits superior i inferior de l'espectre de la turbulència (consonants fricatives i africades). Juntament amb les freqüències mitjes també han estat incloses les desviacions estàndard motivades pel context vocàlic i la

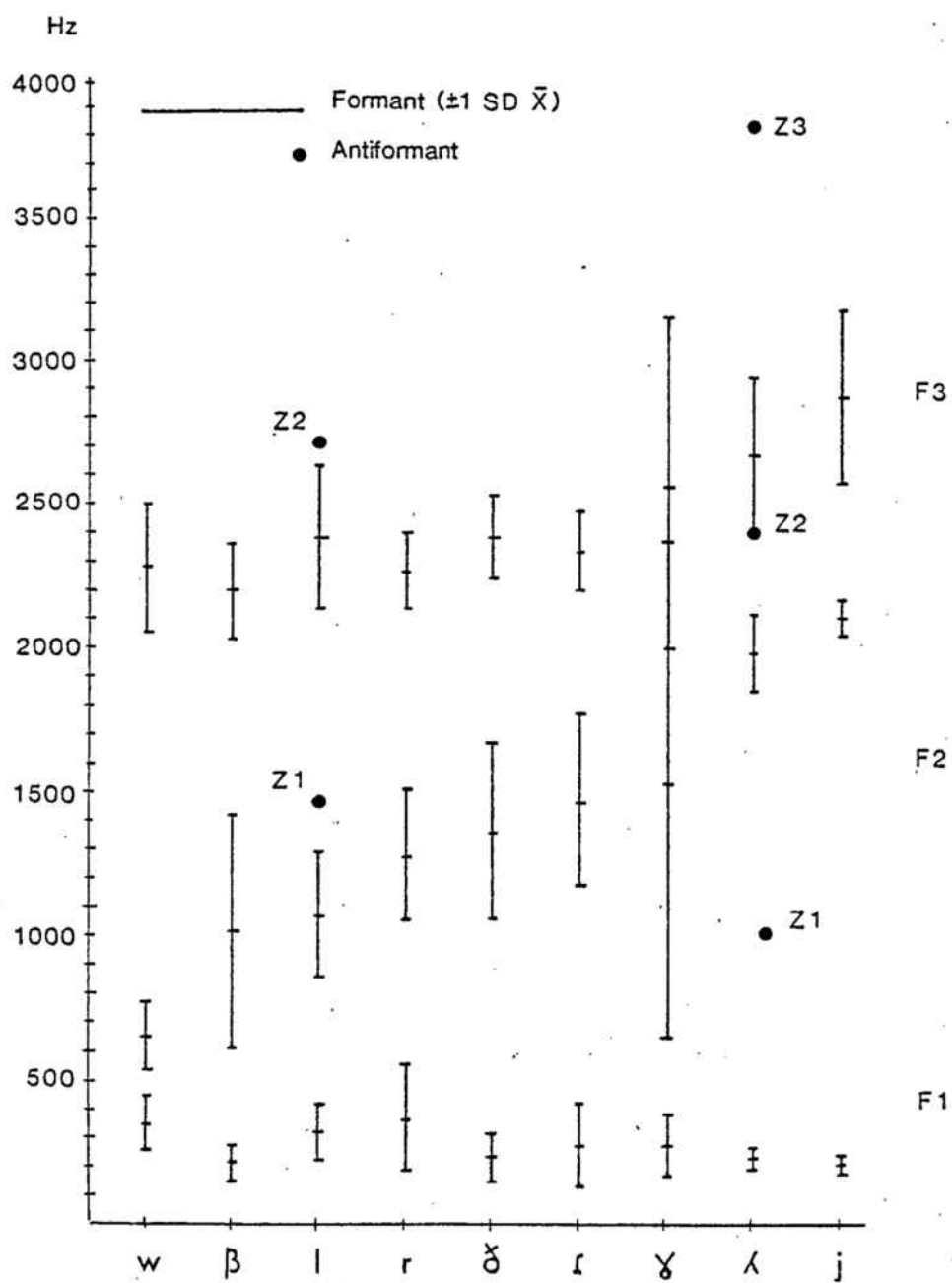


Figura 3.8 Freqüències mitjanes i desviacions estàndard (± 1 SD) (en Hz) dels formants (F1, F2, F3) i antiformants (Z1, Z2, Z3) de les consonants aproximants, laterals i vibrants del català. Les consonants han estat ordenades segons la progressió de \bar{X} de F2.

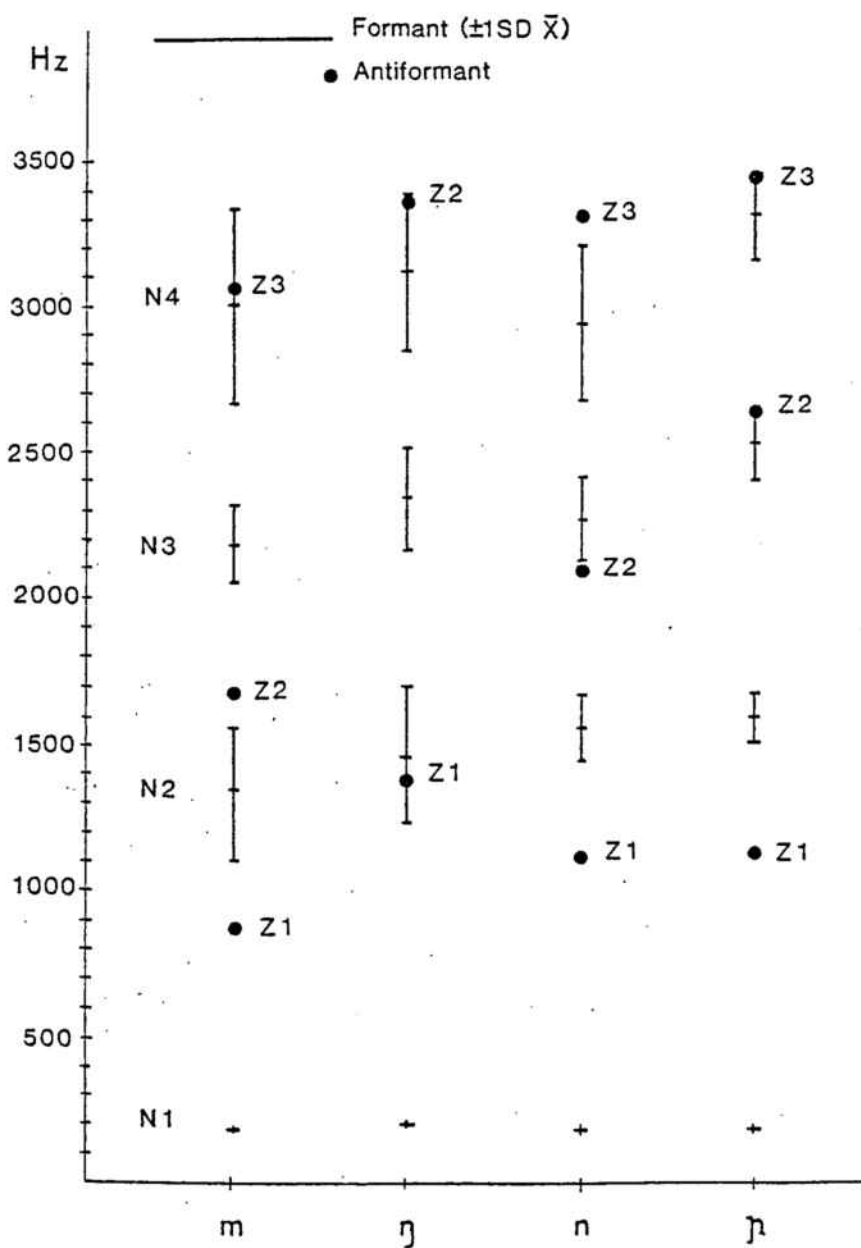


Figura 3.9. Freqüències mitjanes i desviacions estàndard (± 1 SD) (en Hz) dels formants (N1, N2, N3, N4) i antiformants (Z1, Z2, Z3) de les consonants nasals del català. Les consonants han estat ordenades segons la progressió de \bar{X} de N2.

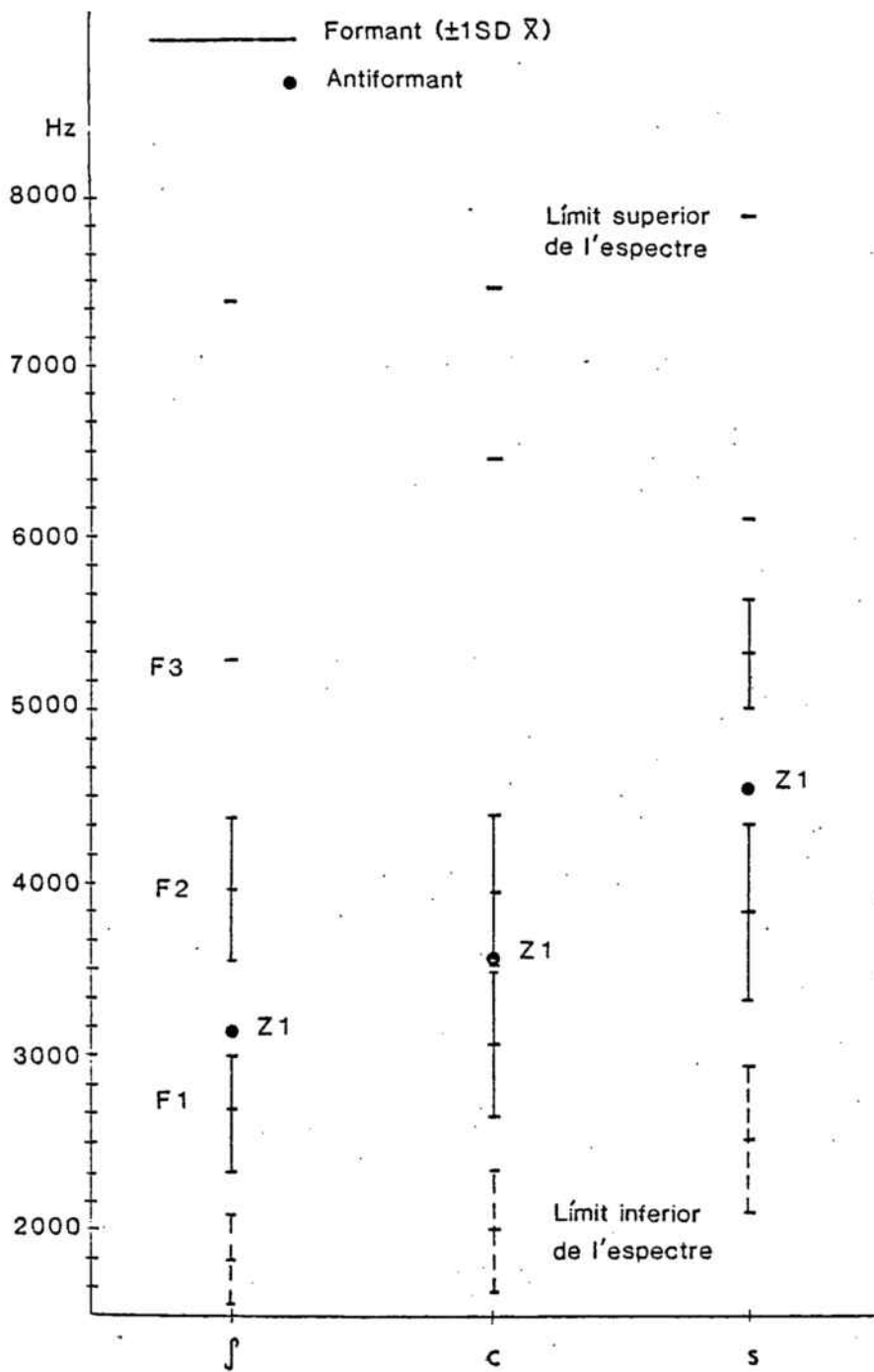


Figura 3.10 Freqüències mitjes i desviacions estàndard ($\pm 1 SD$) (en Hz) del formants (F1, F2, F3), antiformants (Z1) i límits inferior i superior de l'espectre de la turbulència de les consonants fricatives i africades del català. Les consonants han estat ordenades segons la progressió de \bar{X} de F1.

Taula 3.IV Freqüències mitjes i desviacions estàndard (en Hz) de característiques acústiques de consonants del català. F1, F2 i F3: formants de consonants aproximants, laterals, vibrants, fricatives i africades; N1, N2, N3 i N4: formants de consonants nasals; Z1, Z2 i Z3: antiformants de consonants laterals, nasals, fricatives i africades.

Aproximants		[β]	[ð]	[ɣ]	[j]	[w]
F1	\bar{X}	213	232	279	208	344
	SD	47	81	111	28	98
F2	\bar{X}	1011	1360	1519	2098	659
	SD	408	305	865	72	112
F3	\bar{X}	2199	2386	2567	2878	2290
	SD	172	152	588	304	213

Laterals i vibrants		[l]	[ʎ]	[r]	[ʀ]
F1	\bar{X}	319	229	360	284
	SD	104	36	190	156
F2	\bar{X}	1075	1988	1280	1469
	SD	217	136	220	297
F3	\bar{X}	2392	2678	2262	2323
	SD	247	252	133	216
Z1	\bar{X}	1469	1011		
Z2	\bar{X}	2710	2407		
Z3	\bar{X}	—	3811		

Taula 3.IV (continuació).

Nasals		[m]	[n]	[ɲ]	[ŋ]
N1	\bar{X}	189	196	196	206
	SD	5	3	2	14
N2	\bar{X}	1344	1567	1607	1462
	SD	229	108	94	233
N3	\bar{X}	2186	2276	2537	2346
	SD	137	141	118	175
N4	\bar{X}	2999	2944	3313	3114
	SD	337	270	146	278
Z1	\bar{X}	879	1122	1143	1388
Z2	\bar{X}	(1691)	(2108)	2655	3347
Z3	\bar{X}	3080	3323	3469	—

Fricatives i africades		[s]	[ʃ]	[ç]
F1	\bar{X}	3812	2720	3065
	SD	515	327	377
F2	\bar{X}	5307	3955	3937
	SD	305	449	449
F3	\bar{X}	(6106)	(5268)	(6464)
	SD	195	475	630
Z1	\bar{X}	4542	3165	3606
Límit inferior de l'espectre				
	\bar{X}	2560	1850	2035
	SD	441	275	352
Límit superior de l'espectre				
	\bar{X}	7848	7380	7422

posició en l'estructura del mot, independentment de parlants i repeticions diferents.

A continuació, faig inferències sobre relacions acústico-articulatòries a partir de les freqüències mitjes. Prenc Fant (1960) com a font d'informació principal per a l'estudi d'aquestes relacions. També analitzo les diferències de grau de variació a partir de les desviacions estàndard.

3.2.1a Aproximants, laterals i vibrants. Formant primer.

Un F1 alt correspon a consonants emeses amb constricció primària (aproximants [w], [ɣ]+[a]) o secundària (aproximants [β]+[a], [ʝ]+[a]; lateral [l]; vibrants [ʀ], [r]) més o menys accentuada a les regions velar o faríngea. En aquest cas, F1 depèn inversament de les dimensions d'una cavitat posterior petita i registra, en conseqüència, una freqüència elevada. Un F1 baix correspon a consonants articulades amb una cavitat posterior de dimensions considerables, amb constricció primària linguo-palatal (aproximants [j], [ɣ]+[i]; lateral [ʎ]) o linguo-velar amb labialització (aproximant [ɣ]+[u]), o bé amb constricció secundària linguo-palatal (aproximants [β]+[i], [ʝ]+[i]) o linguo-velar amb labialització (aproximants [β]+[u], [ʝ]+[u]).

El grau de variació motivat pel context és màxim en el cas de les consonants vibrants [ʀ] i [r], i mínim en el cas de les consonants palatals [j] i [ʎ]. Les altres consonants registren un grau intermig de variació. De les nou consonants incloses a la figura 3.8, les desviacions estàndard de F1 permeten de contrastar de forma invariant

únicament [w] vs. [j]. En total, una combinació de 36 possibles (3.6%).

3.2.1b Aproximants, laterals i vibrants. Formant segon.

F2 depèn inversament de les dimensions de la cavitat posterior al lloc de constricció lingual primària i directament del grau de constricció linguo-palatal en el cas de consonants palatals, velars seguides de vocal anterior, dentals i alveolars, i labials. Depèn inversament de les dimensions de la cavitat anterior al lloc de constricció lingual primària en el cas de consonants velars seguides de vocal posterior i consonants labio-velars.

a) Les consonants dorso-palatals ([j], [ʎ]) i les consonants dorso-velars ([ɣ]) seguides de vocal anterior presenten un F2 alt; en ambdós casos, F2 representa mitja longitud d'ona de la cavitat posterior i depèn directament d'una constricció dorsal màxima al paladar dur. La freqüència de F2 és superior en el cas de [j] vs. [ʎ] a causa del fet que [j] presenta una constricció major i una cavitat posterior menor que [ʎ] en català i altres llengües romàniques (Recasens, 1983b, 1984).

[j] mostra, com en anglès americà (Lehiste, 1964; Stevens i House, 1961), un F1 i un F2 inferiors a [i] (compareu taules 3.I i 3.IV). De fet, la freqüència mitja del F2 de [j] en anglès americà (Lehiste, 1964) és ben similar a la freqüència mitja del F2 de la [j] catalana. La [j] francesa presenta un F2 més elevat que l'anglesa i la catalana a causa d'una constricció linguo-palatal major

(Delattre, 1968b). F2 de [ʎ] és lleugerament inferior en català vs. espanyol peninsular (Quilis, Esgueva, Gutiérrez Araus, i Cantarero, 1979) i italià (Bladon i Carbonaro, 1978; Vaggés, Ferrero, Caldognetto-Magno, i Lavagnoli, 1978); efectivament, en aquestes dues llengües, [ʎ] es troba sempre per damunt dels 2000 Hz.

b) Les consonants àpico-dentals ([ʃ]) i àpico-alveolars ([l], [ʎ], [r]) presenten un F2 menor que les consonants palatals a causa del fet que són articulades amb una cavitat posterior de dimensions superiors, registren un grau de constricció linguo-palatal menor i presenten una constricció secundària a la regió velar o faríngea. En el cas de la consonant dorso-velar [ɣ] seguida de [a], F2 depèn d'una cavitat bucal anterior de proporcions considerables. F2 de les consonants alveolars [l], [ʎ] i [r] depèn de la cavitat formada entre el punt de constricció alveolar i el punt de constricció secundari. La progressió [ʎ]>[r]>[l] de freqüències de F2 es deu al fet que les dimensions d'aquesta cavitat varien en el sentit [l]>[r]>[ʎ]. En el cas de [l], la presència d'una cavitat de dimensions considerables resulta com a conseqüència d'un fenomen de retracció lingual amb constricció velo-faríngea i una configuració còncava del dors lingual (vegeu Barnils, 1933 i Recasens, 1983b). Pot concloure's, doncs, que la [l] del català es "velaritzada" (vegeu també Badia, 1951). En aquest sentit, val la pena remarcar la proximitat extraordinària entre les freqüències mitjes dels F1, F2 i F3 de [l] i [u] en català (compareu les taules 3.IV i 3.I) ([l]: F1= 319 Hz, F2= 1075 Hz, F3= 2392 Hz; [u]: F1= 306 Hz, F2= 895 Hz, F3= 2355 Hz). En relació amb [ʎ], [r] és articulada amb més retracció lingual (vegeu també Mascaró,

1978, pel que fa al caràcter post-alveolar de [r]). El resultat del fenomen de retracció és un augment de F1 com a conseqüència d'una reducció de la cavitat posterior al punt de constricció secundari, i una reducció de F2 com a conseqüència d'un augment de la cavitat anterior al punt de constricció secundari. La configuració còncava del dors lingual en el cas de [l] vs. [r] fa que [l] presenti una cavitat alveolo-velar o alveolo-faríngea major i un F2 menor que [r].

En espanyol argentí, el F2 de [ʎ] es troba prop dels 1500 Hz (Manrique i Massone, 1981). La realització de la [l] catalana difereix clarament de la [l] del francès, espanyol, alemany (Chafcouloff, 1972; Quilis, Esgueva, Gutiérrez Araus, i Cantarero, 1979) i italià (Bladon i Carbonaro, 1978), el F2 de la qual oscil·la entre 1500-2000 Hz. S'assembla més a la [l] de l'anglès americà (1200-1750 Hz) (Chafcouloff, 1972; Dalston, 1975; Lehiste, 1964) i de l'anglès RP (700-1600 Hz) (Bladon i Al-Bamerni, 1976). Aquesta diferència es deu a la posició baixa i còncava del dors lingual amb constricció posterior en anglès i català vs. la posició més avançada de la llengua amb dors elevat i pla en les altres llengües (Chafcouloff, 1972). Pel que fa a [ʎ] i [r], les realitzacions catalanes són similars a les de l'espanyol si bé les dades de Quilis (1981) mostren un F1 més alt i un F2 més baix per a la [r] espanyola. Això és degut, molt possiblement, al fet que la posició lingual durant l'articulació de [r] en català és menys posterior que en espanyol. Les variants retroflexa de l'anglès americà (Dalston, 1975; Lehiste, 1964) i, sobretot, faríngea del francès (Delattre, 1965, 1969a) i l'alemany (Delattre, 1965) contribueixen a una disminució de F2 en relació amb la [ʎ] catalana.

c) Anàlogament al que s'esdevé amb el fenomen de labialització vocàlica, l'oclusió labial durant la producció de les consonants bilabials ([β]) contribueix a un F2 mínim. El fenomen de labialització augmenta considerablement les dimensions de la cavitat anterior al punt de constricció linguo-velar en el cas de [ɣ]+[u] i [w], i, com a conseqüència, promou un F2 baix.

En espanyol argentí, el F2 de [β] es troba prop dels 1200 Hz (Manrique i Massone, 1981). Un F2 força més baix en el cas de [w] vs. [u] en català (compareu taules 3.I i 3.IV) i en anglès americà (Lehiste, 1964; Stevens i House, 1961) denota un grau major de labialització durant la producció de la primera articulació vs. la segona. De fet, el F2 de les [w] anglesa (Dalston, 1975; Lehiste 1964) i catalana ocupa una posició ben similar en l'escala de freqüències.

Les freqüències mitjes dels F1 i F2 de les consonants aproximants, laterals i vibrants varien de forma inversa.

A continuació faig referència a les diferències de variació del F2 de consonants aproximants, laterals i vibrants de lloc d'articulació diferent. Els efectes notables de coarticulació vocàlica sobre consonants velars ([ɣ]) es deuen al fet que aquestes consonants poden presentar un lloc de constricció palatal i un lloc de constricció velar segons el lloc de constricció corresponent a la vocal adjacent (suec: Öhman, 1966; anglès americà: Kent i Moll, 1972; alemany: Butcher i Weiher, 1976); això fa que la freqüència del F2 de [ɣ] experimenti diferències importants en passar del context vocàlic anterior al

context vocàlic posterior. En espanyol argentí, la variació coarticulatòria corresponent al F2 de [χ] amb [i], [a] i [u] s'esdevé entre 1100 i 2000 Hz (Manrique i Massone, 1981). Les consonants labials ([β]) presenten absència de constricció primària a l'interior de la cavitat bucal; en conseqüència, permeten un grau elevat de coarticulació lingual amb la vocal adjacent i exhibeixen una variació elevada de F2 (anglès americà: Carney i Moll (1971), Stevens i House (1964)). Efectes coarticulatoris similars afecten l'activitat del dors lingual durant la producció de les consonants dentals i alveolars, amb consegüent variació de les dimensions de la cavitat posterior i de la freqüència de F2 (suec: Öhman, 1966; anglès americà: Carney i Moll, 1971; alemany: Butcher i Weiher, 1976; català: Recasens, 1983b; francès: Chafcouloff, 1980). Els F2 de [l] i [r] presenten una variació menor que [ʎ] i [ʝ]; pel que fa a les dues parelles consonàntiques, la relació entre la fixesa i les dimensions de la cavitat alveolo-velar o alveolo-faríngea és, doncs, directament proporcional. Durant la producció de les consonants palatals, el dors lingual demana un grau elevat de precisió en el procés d'elevació i contacte amb el paladar dur, independentment de la vocal adjacent; com a conseqüència, el volum de la cavitat posterior i la freqüència de F2 experimenten poques variacions (anglès americà: Stevens i House, 1964; francès: Chafcouloff, 1980). Això és més evident en el cas de [j] que en el cas de [ʎ] (Recasens, 1983b). Un grau de variació menor de F2 en el cas de [ʎ] vs. [l] es troba també documentat en italià (Bladon i Carbonaro, 1978) i espanyol (Quilis, Esgueva, Gutiérrez Araus, i Cantarero, 1979); també [j] presenta menys variació que [l] i [R] en

francès (Chafcouloff, 1981-1982). La producció de la consonant làbio-velar [w] en català demana, possiblement, coordinació estricta entre, per una banda, constricció labial i labialització, i, per una altra banda, constricció linguo-velar; com a conseqüència, la cavitat anterior no experimenta canvis importants i tampoc F2. Aquesta mateixa tendència a la manca de coarticulació en el cas de [w] ha estat reportada també en francès (Chafcouloff, 1980).

En conjunt, les desviacions estàndard de F2 permeten de contrastar de forma invariant les consonants següents: dentals i alveolars, labials vs. palatals; [w] vs. dentals i alveolars. En total, 16 combinacions de 36 possibles (44%). D'acord amb aquest percentatge, pot afirmar-se que, durant el període consonàntic quasi-estable, F2 és millor indicador consonàntic que F1 i F3.

3.2.1c Aproximants, laterals i vibrants. Formant tercer.

F3 depèn inversament de les dimensions de la cavitat anterior al lloc de constricció lingual primària i directament del grau de constricció linguo-palatal.

a) Malgrat presentar una cavitat anterior de dimensions superiors, les consonants velars seguides de [i] i les consonants palatals presenten un F3 més alt que les consonants dentals i alveolars ([l], [ʎ], [r], [ʝ]) per tal com son produïdes amb forta constricció linguo-palatal. El F3 de [j] és superior al F3 de [i] (compareu les taules 3.I i 3.IV) i [ʎ] a causa d'una constricció palatal superior. Aquest fenomen també explica el F3 més elevat de la [j] del francès

(Chafcouloff, 1980) vs. anglès americà (Lehiste, 1964) i català.

b) L'emplaçament inferior de F3 en l'escala de freqüències pel que fa a les consonants dentals i alveolars vs. palatals es deu a una constricció primària linguo-palatal menor i a una constricció lingual secundària a la regió velo-faríngea de la cavitat bucal. El F3 de la [l] catalana és inferior al F3 de la [l] espanyola (Quilis, Esgueva, Gutiérrez Araus, i Cantarero, 1979) a causa d'una articulació apical més posterior per tal de facilitar la posició còncava del dors lingual i, en conseqüència, la formació d'una cavitat anterior al lloc de constricció primària de dimensions superiors. Un F3 més baix per a [r] vs. [ʀ] i [l] es deu al fet que la primera consonant presenta una articulació alveolar més endarrerida que les altres dues consonants (Mascaró, 1978) i, en conseqüència, una cavitat anterior al lloc de constricció primària de dimensions majors. El F3 de [ʀ] en català és superior al de la variant retroflexa de l'anglès americà (sobre 1500 Hz) (Dalston, 1975) car presenta una cavitat anterior de proporcions molt inferiors.

c) Les consonants labials, velars amb [u] i [w] presenten un F3 mínim per les mateixes raons exposades en el cas de F2 (vegeu secció 3.2.1b).

En general, la jerarquia de valors de F3 és similar a la jerarquia de valors de F2.

Les consonants articulades amb una cavitat anterior de dimensions superiors (palatals i velars) presenten major variació coarticulatòria que les consonants articulades sense cavitat anterior (labials) o amb una cavitat anterior menor i altament fixa (dentials i alveolars). Les desviacions estàndard de F3 permeten de contrastar de forma invariant, per una banda, [j] vs. [w], [β], [ɹ], [ʃ], [r] i, per una altra banda, [ʎ] vs. [β], [r]. En total, 7 combinacions de 36 possibles (19%).

3.2.1d Laterals. Antiformants.

Les consonants laterals [l] i [ʎ] presenten zeros o antiressonàncies a l'espectre acústic. La primera antiressonància (Z1) es troba entre els 1000 i 1500 Hz. La segona antiressonància resta afiliada a la longitud de la cavitat lateral des del lloc de constricció alveolar fins al rera del paladar (Bladon, 1979; Fant, 1960). La concentració de zeros a les regions altes de l'espectre on Z2 es troba emplaçat és més elevada en el cas de [ʎ] (entre 2200 i 3800 Hz) que [l] (sobre 2700 Hz) a causa d'una cavitat lateral de longitud menor per a la primera (articulació alveolo-palatal) vs. segona (articulació alveolar) consonants (vegeu també Bladon, 1979).

3.2.1e Nasals.

Les dades sobre el català reportades a la taula 3.IV i a la figura 3.9 confirmen el fet que la localització dels formants nasals es troba prop dels 250 Hz (N1), 1000 Hz (N2), 2000 Hz (N3) i 3000 Hz (N4) (Fant,

1960).

Les freqüències mitjes de N1 ([η] > [ν], [n] > [m]) es troben en relació inversament proporcional a diferències de volum de la cavitat naso-faríngea posterior al lloc de constricció oral. Les diferències de N2 ([ν] > [n] > [η] > [m]) depenen possiblement de les dimensions del passatge velo-faringi i del conducte nasal (Bjuggren i Fant, 1964; Fant, 1960). N3 i N4 presenten una disposició interconsonàntica de freqüències ben similar ([ν] > [η] > [m], [n]); aquesta disposició varia en relació inversament proporcional a les dimensions de la cavitat faríngea (Fant, 1960). Entre les antiressonàncies registrades a la figura 3.9, l'antiressonància característica de les consonants nasals és la segona (Z2). Varia segons la progressió [η] > [ν] > [n] > [m], d'acord amb el fet que les dimensions de la cavitat oral posterior al lloc de constricció primària també varien inversament en aquella mateixa progressió ([m] > [n] > [ν] > [η]).

Hom ha suggerit que l'antiressonància és el tret acústic que diferencia millor consonants nasals de lloc d'articulació diferent (Fujimura, 1962). La localització dels zeros corresponents a les consonants nasals de l'anglès americà segons Fujimura s'adiu amb les dades sobre consonants catalanes: [m] (750-1250 Hz), [n] (1450-2200 Hz), [η] (per damunt de 3000 Hz). Les dades reportades aquí suggereixen clarament que la localització dels formants nasals comporta informació rellevant sobre diferències de lloc d'articulació consonàntica. En conjunt, N1, N3, N4 i Z2 permeten de contrastar [η], [ν] > [n] > [m]. L'eficàcia perceptual d'algunes d'aquestes diferències

en català ha estat demostrada per Recasens (1982b, 1983a). Les ressonàncies nasals en posició final absoluta en català poden registrar presència o bé absència d'explosió segons el parlant i el context lingüístic.

En general, el grau de variació experimentat pels formants nasals presenta la tendència [ɲ] < [n] < [m] < [ŋ]. Aquesta tendència pot ésser explicada anàlogament a la variació exhibida pel F2 de les consonants aproximants del mateix lloc d'articulació [j] < [ʃ] < [β] < [ɣ] (vegeu secció 3.2.1b).

3.2.1f Fricatives i africades.

La localització dels formants de les consonants amb fricció depèn de les característiques de la constricció primària i, sobretot, de les característiques de la cavitat emplaçada davant d'aquesta constricció (Heinz i Stevens, 1961). Els zeros o antiressonàncies depenen únicament de les característiques de la constricció.

D'acord amb la taula 3.IV i la figura 3.10, F1 i F2 contrasten segons la progressió [s] > [c] > [ʃ], en relació inversa a les dimensions de la cavitat anterior al lloc de constricció i, possiblement, a la longitud o bé a la superfície total de la constricció. Els formants d'intensitat màxima són F1 en el cas de [ʃ], i F1 i F2 en el cas de [s] i [c]. La freqüència de la primera antiressonància de l'espectre (Z1) ([s] > [c] > [ʃ]) varia amb moltes probabilitats en relació inversa a la longitud o bé a la superfície total de la constricció. Els límits inferior i superior de l'espectre de la turbulència ([s] > [c] > [ʃ])

varien en relació inversa a les dimensions de la cavitat anterior al lloc de constricció. És interessant destacar la posició intermèdia en l'escala de freqüències dels formants i dels límits de l'espectre de la turbulència corresponents a l'articulació africada [ç]; aquesta posició indica que la consonant [ç] és potser produïda amb una constricció menor i més avançada que [ʃ], i major i més retrassada que [s].

Cal destacar que les freqüències de la [s] catalana són més baixes que les de la [s] alveolar típica. Així, segons Stevens (1960), l'espectre de la turbulència d'aquesta variant articulatòria es situa entre els 3500 Hz (límit inferior) i els 8000 Hz (límit superior). La [s] del català també presenta freqüències més baixes que les corresponents a la [s] alveolar de l'anglès i de l'espanyol. En anglès americà, presenta dos formants sobre 3500-6400 Hz (F1) i 8000 Hz (F2), i un Z1 sobre 2800 Hz (Heinz i Stevens, 1961). En espanyol argentí (Manrique i Massone, 1981) presenta un formant sobre 4500-5560 Hz i, en espanyol peninsular (Quilis, 1981), presenta un límit inferior de l'espectre de la turbulència per damunt del corresponent a la [s] del català. Les diferències articulatòries entre la [s] del català vs. altres llengües han d'ésser investigades experimentalment. Segons Badia (1951) aquesta consonant catalana és àpico-alveolar. Per tal d'explicar el timbre palatal del producte acústic de [s] en català vs. altres llengües, confirmat per les dades reportades aquí i notat per Badia, és necessari trobar-ne motius en factors com un contacte alveolar més endarrerit i/o una constricció de longitud o superfície total més considerables.

La [ʃ] catalana presenta límits de l'espectre de la turbulència similars als de la [ʃ] palatal típica (des de 1600-2500 fins a 7000 Hz, segons Strevens, 1960). Els formants de la [ʃ] del català no difereixen massa dels corresponents a la [ʃ] de l'anglès americà i espanyol. En anglès americà, es situen sobre 2200-2500 Hz (F1) i 4300-5400 Hz (F2), mentre que Z1 es troba emplaçat sobre 3400-3900 Hz (Heinz i Stevens, 1961). En espanyol argentí, el formant fonamental es situa també sobre 2250-3400 Hz (Manrique i Massone, 1981).

El límit inferior de l'espectre de la turbulència corresponent a la consonant [c] en espanyol es situa sobre 2500-3500 Hz (Quilis, 1981), per damunt del corresponent a la [c] catalana.

El grau de variació consonàntica causat per l'efecte vocàlic presenta la progressió [s] > [c] > [ʃ], quan el límit inferior i el F1 de l'espectre de la turbulència són presos en consideració. Així doncs, anàlogament al que s'esdevé amb les consonants aproximants, laterals i nasals, la variació disminueix en passar de consonants alveolars a palatals. En el cas de F2, [ʃ] i [c] presenten una variació major que [s]. No és possible efectuar comparacions interconsonàntiques relatives al grau de variació corresponent al límit superior de l'espectre de la turbulència per tal com excedeix els 8000 Hz en el cas de [s].

3.2.2 Duracions.

A la figura 3.11 i a la taula 3.V presento les duracions mitjes (en ms) corresponents a la segona consonant de les seqüències simètriques CVC, independentment de contextos, parlants i repeticions diferents. Les desviacions estàndard motivades pel context vocàlic són també incloses a la taula 3.V. El paradigma i les condicions experimentals utilitzats han estat descrits al Capítol II (seccions 2.1c) i 2.2). No incloc les consonants [j] i [w], de segmentació difícil. Els períodes d'oclusió i de fricció corresponents a les consonants oclusives i africades són indicats de forma separada a la figura 3.11 i a la taula 3.V.

Una anàlisi de variància mostra que les diferències entre duracions mitjes de consonants del català en tots els contextos vocàlics són altament significatives ($F(18, 162) = 91, p < 0.01$). En general, les duracions majors corresponen a les consonants amb fricció (sordes > sonores). Hi ha una relació inversa entre la duració de sons amb fricció sords ([s] > [ʃ] > [ç]) i sonors ([ʒ] > [ʒ] > [z]) del mateix lloc d'articulació. [f] és la consonant amb fricció sorda més curta. Per a cada un dels grups de consonants oclusives, laterals i nasals, la duració mínima correspon a les realitzacions alveolars i dentals, articulades amb una ràpida constricció apical. Les consonants nasals són més llargues que les consonants laterals del mateix lloc d'articulació. En relació amb aquests tres grups de consonants, la consonant [r] presenta llarga durada com a conseqüència de fet que és articulada amb un nombre elevat de vibracions successives; en aquesta

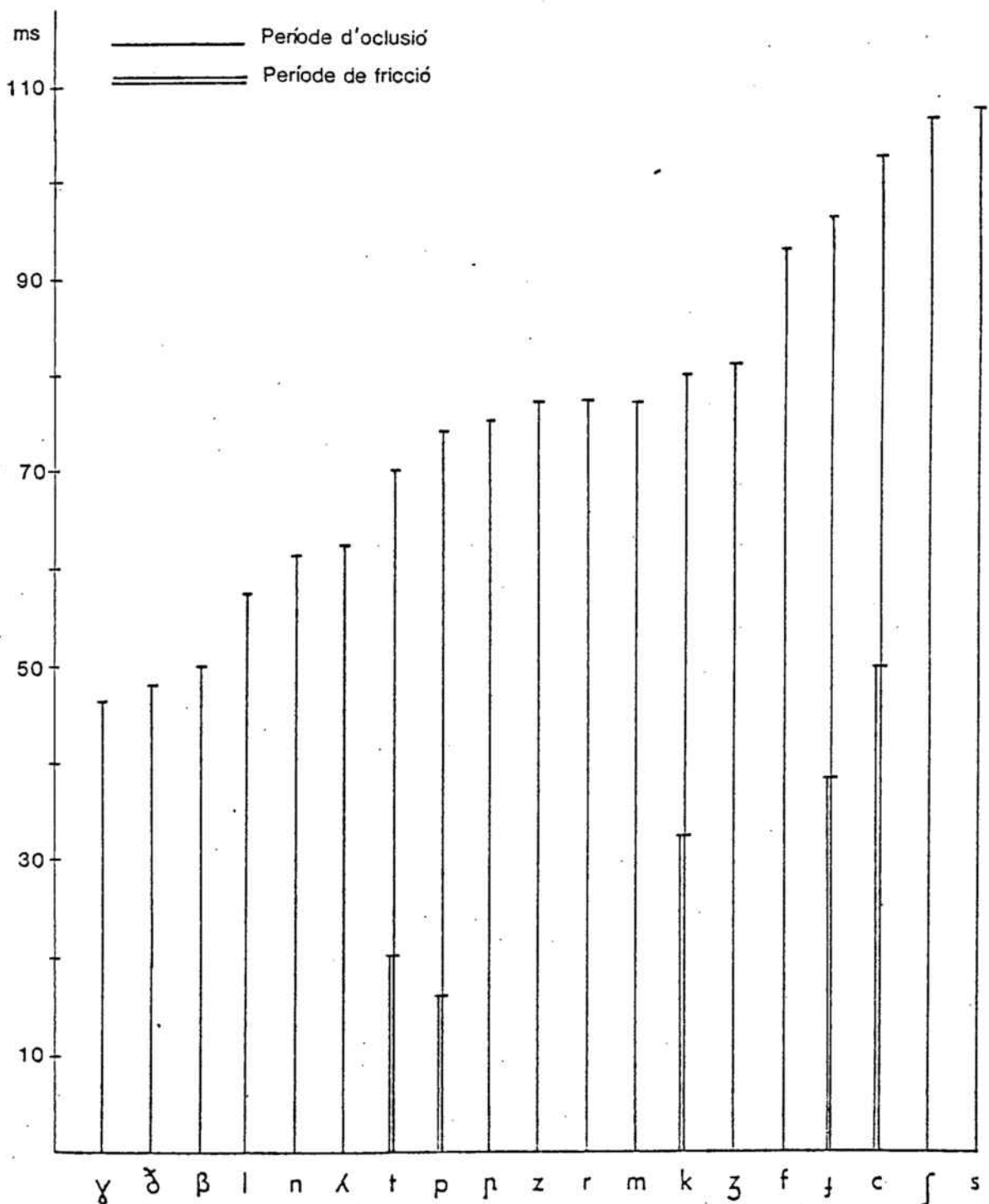


Figura 3.11 Duracions mitjes (en ms) de consonants del català. En el cas de les consonants oclusives i africades han estat delimitats els períodes de fricció i oclusió. Les consonants han estat ordenades d'esquerra a dreta des de més curtes a més llargues.

Taula 3.V Duracions mitjes i desviacions estàndard (en ms) de consonants del català.

Oclusives	[p]	[t]	[k]
\bar{X}	74.4	70.2	79.7
SD	5.2	5.3	5.4
Oclusió (X)	57.6	50	47.2
Fricció (X)	16.8	20.2	32.5

Aproximants, laterals i vibrants	[β]	[ɣ]	[ʎ]	[l]	[ʎ]	[r]
\bar{X}	49.8	48	46.3	57.3	62.4	77.6
SD	4.1	2.8	4.3	5.7	6	6.6

Nasals	[m]	[n]	[ɲ]
\bar{X}	77.7	61.6	75.5
SD	6.3	6.8	5.6

Fricatives i africades	[s]	[z]	[ʃ]	[ʒ]	[f]	[c]	[j]
\bar{X}	108.3	77.3	107.2	81.5	93.6	103	96.5
SD	5.8	4.9	5.8	5.5	3.9	6.4	6.1
Oclusió(X)	—	—	—	—	—	53	57.8
Fricció(X)	—	—	—	—	—	50	38.7

posició intervocàlica, [r] presenta de dues a tres vibracions de 10 a 20 ms per vibració. [ʎ] presenta una vibració de 15 a 30 ms; és, doncs, la consonant més curta de la sèrie completa de consonants. La duració de les consonants oclusives orals presenta la progressió [k]>[p]>[t]; la duració de l'element oclusiu d'aquestes consonants ([p]>[t]>[k]) es troba inversament relacionat amb la duració de l'element fricatiu ([k]>[t]>[p]). Juntament amb [ʎ], les consonants més breus del sistema són les aproximants [β], [ɣ] i [ɣ].

Un test Newman-Keuls mostra que un 80% de parelles de consonants presenta diferències significatives; el nivell de significança estadística entre diferències significatives és generalment de $p < 0.01$. Presenten diferències no-significatives les parelles integrades per les consonants de cada un dels grups següents: 1) [β], [ɣ], [ɣ]; 2) [l], [n], [ʎ]; 3) [t], [p], [ɲ]; 4) [p], [ɲ], [z], [r], [m], [k], [ʒ]; 5) [ʒ], [f]; 6) [ɟ], [c]; 7) [c], [ʃ], [s].

Aquestes dades sobre jerarquia de duracions consonàntiques coincideixen, en gran mesura, amb les reportades en anglès americà (Umeda, 1977) i francès (O'Shaughnessy, 1981). En el cas de l'espanyol peninsular (Navarro Tomás, 1918) i de l'espanyol argentí (Manrique i Signorini, 1983), la jerarquia de duracions consonàntiques és molt similar a l'obtinguda en català. Així, els dos estudis mostren la jerarquia fricatives (i africades) > oclusives orals > laterals i nasals > aproximants i [ʎ]; [r] pot presentar duració màxima (Navarro Tomás) o bé intermitja (Manrique i Signorini). Segons les dades de Navarro Tomás, en espanyol (pero no en català), totes les consonants sonores

són més llargues que totes les consonants sordes; anàlogament al català, dintre d'un grup de consonants d'un mateix mode d'articulació, les dades corresponents a l'espanyol deixen entreveure una durada més curta per a consonants dentals i alveolars que per a consonants de lloc d'articulació diferent.

3.3 Transicions.

3.3.1 Marge de les transicions.

Presento a la figura 3.12 i a la taula 3.VI els límits de variació motivada pel context vocàlic (independentment de parlants i repeticions diferents) entre les freqüències mínima i màxima dels formants F1, F2 i F3 analitzats al marge de les transicions CV en contextos simètrics CVC per a consonants de lloc d'articulació diferent. Les condicions experimentals han estat descrites al Capítol II (seccions 2.1.c) i 2.2). No han estat incloses les vocals àtones [i], [u] per tal com no han d'afectar els límits de variació dels formants de forma diferent a [i], [u] tòniques.

La interpretació articulatòria de les dades acústiques coincideix, a grans trets, amb la que ha estat feta al període consonàntic quasi-estable (vegeu secció 3.2) en funció de principis de teoria acústica de producció de la parla. En aquest sentit, cal indicar que la força de l'efecte de coarticulació retardatòria per part de la consonant precedent condiciona el grau de similitud entre la configuració bucal existent al marge de les transicions CV i la

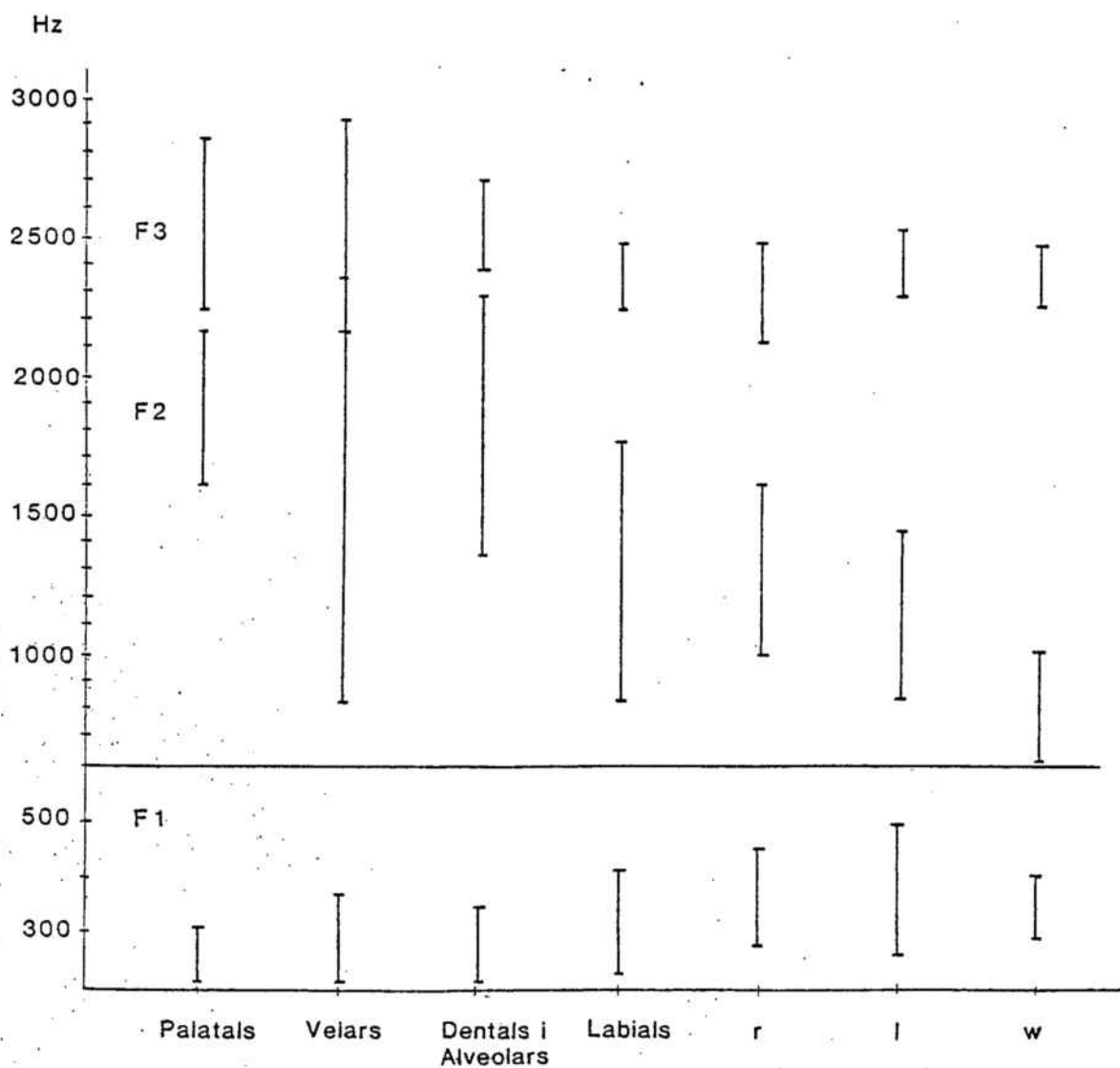


Figura 3.12 Variació (en Hz) al marge de les transicions de F1, F2 i F3 per a consonants del català de lloc d'articulació diferent en contacte amb totes les vocals de qualitat diferent. Les consonants han estat ordenades segons la progressió de \bar{X} de F2.

Taula 3.VI Límits de variació i diferències entre límits (en Hz) al marge de les transicions de F1, F2 i F3 per a consonants del català de lloc d'articulació diferent en contacte amb totes les vocals de qualitat diferent.

	F1	F2	F3
Palatals	215-313 (98)	1602-2143 (541)	2229-2836 (607)
Velars	216-375 (159)	823-2337 (1514)	2146-3030 (884)
Dentals i Alveolars	211-354 (143)	1359-2291 (932)	2372-2704 (332)
Labials	222-420 (198)	816-1762 (946)	2235-2473 (238)
[r]	270-456 (186)	1001-1609 (608)	2127-2470 (343)
[l]	265-479 (232)	828-1441 (613)	2294-2516 (222)
[w]	292-410 (118)	617-1016 (399)	2246-2473 (227)

configuració bucal pròpia del període consonàntic. A mida que l'efecte augmenta, augmenta també el grau de similitud.

La figura 3.12 mostra que no és possible determinar freqüències invariants al marge de les transicions per a consonants de lloc d'articulació diferent. De fet, totes les consonants presenten una dispersió més o menys considerable de freqüències de F1, F2 i F3. Aquest fenomen és ben conegut d'ençà dels resultats reportats per Lehiste i Peterson (1961) i Öhman (1966).

A continuació comparo les característiques acústiques al marge de les transicions vocàliques amb les observades al període consonàntic quasi-estable. En principi, la comparació és vàlida únicament en el cas de consonants aproximants, laterals i vibrants car presenten una afiliació acústico-articulatòria equiparable a l'observada al marge de les transicions vocàliques. Pot ésser aplicada a les consonants nasals, fricatives i africades únicament en els casos que presenten una relació acústico-articulatòria equiparable a les consonants aproximants, laterals i vibrants.

Les dades sobre dispersió de freqüències de F1 al marge de les transicions no permeten de contrastar consonants de lloc d'articulació diferent de forma invariant. Com al període consonàntic quasi-estable, un F1 màxim correspon a consonants amb constricció faríngea o velar, i un F1 mínim a consonants amb constricció linguo-palatal i velar amb forta labialització. De forma anàloga al període consonàntic quasi-estable, el grau de variació superior correspon a les consonants líquides alveolars i el grau de variació inferior correspon a les

consonants palatals. El grau de variació de freqüències promogut per l'efecte vocàlic és més elevat al marge de les transicions vocàliques que al període consonàntic quasi-estable; el grau de variació promogut per l'efecte consonàntic (és a dir, la diferència entre el F1 mínim de les consonants palatals i el F1 màxim de [l]) és menor al marge de les transicions vocàliques que al període consonàntic quasi-estable.

F2 al marge de les transicions permet de contrastar de forma invariant les següents consonants de lloc d'articulació diferent: [l] vs. consonants palatals; [w] vs. consonants palatals, i consonants dentals i alveolars. En total, tres combinacions d'un total de 21 possibles (14%). F2 al marge de les transicions és, doncs, millor indicador consonàntic que F1 i F3, si bé de forma menys clara que al període consonàntic quasi-estable. F2 al marge de les transicions presenta una jerarquia consonàntica força similar a la registrada al període consonàntic quasi-estable. Com al període quasi-estable, el grau de variació mínim correspon a consonants palatals i [w]. També aquí [r] i [l] presenten una variació menor que les altres consonants dentals i alveolars. El grau de variació màxim correspon, de forma predictable, a les consonants labials i, sobretot, velars. Anàlogament al que s'esdevé amb F1, és justificat el fet que el grau de variació de freqüències promogut per l'efecte vocàlic sigui més elevat i l'ocasionat per l'efecte consonàntic sigui menor al marge de les transicions que al període consonàntic quasi-estable.

F3 al marge de les transicions no permet de contrastar consonants de lloc d'articulació diferent de forma invariant (també, pel que fa a consonants oclusives de l'anglès americà, vegeu Kewley-Port, 1982). Presenta una jerarquia consonàntica molt similar a l'observada al període consonàntic quasi-estable. Així, les consonants amb una constricció palatal prou considerable presenten un F3 alt mentre que les consonants amb una constricció palatal menor presenten un F3 baix. Com al període consonàntic quasi-estable, la variació de F3 és superior en el cas de les consonants palatals i velars (produïdes amb cavitat anterior gran, força sensible a modificacions articulatòries d'obertura bucal i labialització) que en el cas de les altres consonants (produïdes sense cavitat anterior o amb cavitat anterior menor). El grau de variació de F3 motivat per l'efecte vocàlic és més elevat al marge de les transicions que al període consonàntic quasi-estable, llevat de [l] i [w]; el grau de variació motivat per l'efecte consonàntic és, però, menor.

Presento a la figura 3.13 els camps de dispersió delimitats per les freqüències de F2(abscissa) X F3(ordena) al marge de les transicions CV per a consonants de lloc d'articulació diferent en contextos simètrics CVC. Els angles dels camps de dispersió corresponen a les freqüències per a cada vocal. S'accepta actualment que, almenys pel que fa a les consonants oclusives, les freqüències del marge de les transicions no constitueixen trets acústics suficients per a la diferenciació de categories consonàntiques de lloc d'articulació (Kewley-Port, 1982). Efectivament, les dades reportades a la figura 3.12 mostren que això només és possible en alguns casos de F2. Segons

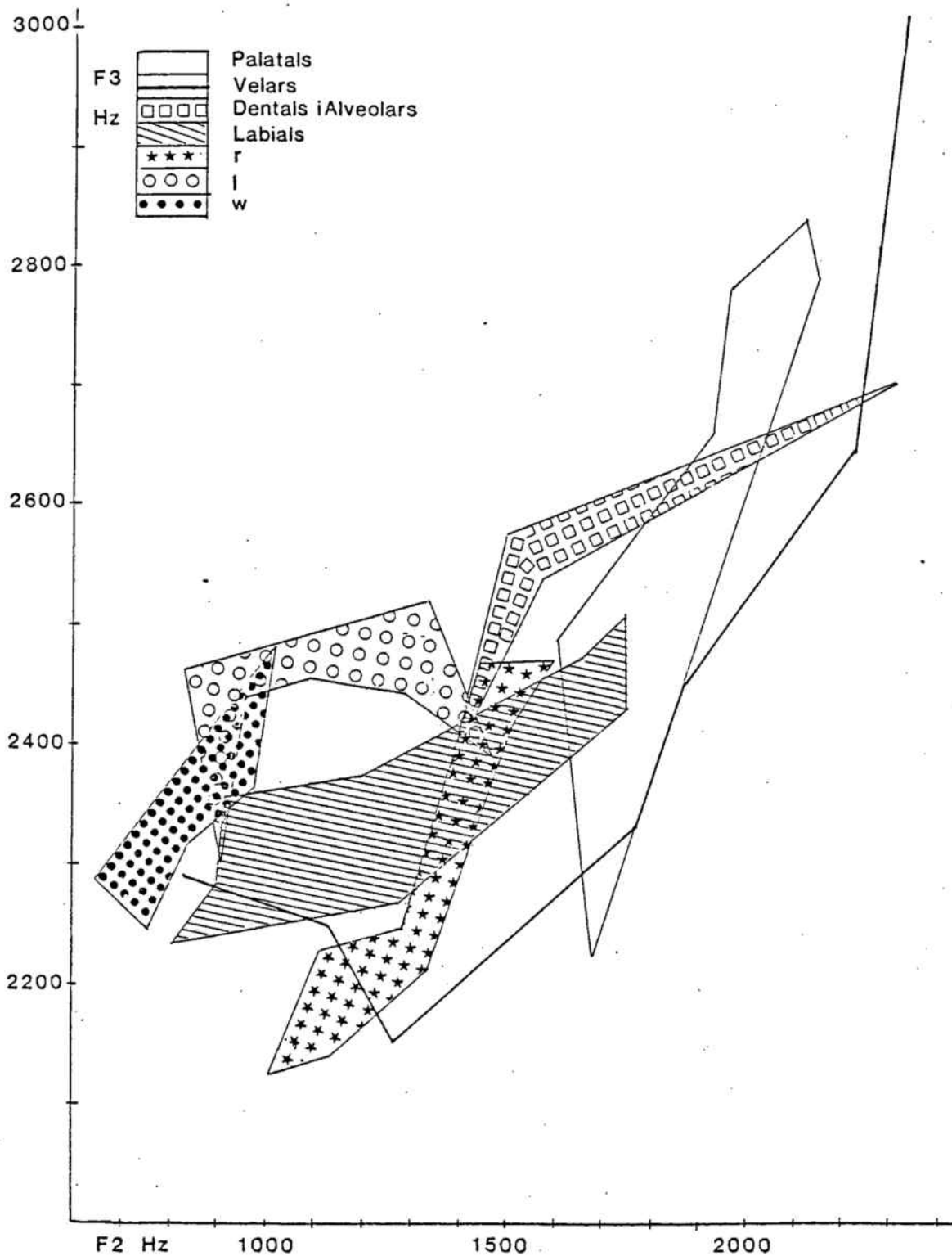


Figura 3.13 Camps de dispersió al marge de les transicions de F2 (abscissa) X F3 (ordenada) (en Hz) per a consonants del català de lloc d'articulació diferent en contacte amb totes les vocals de qualitat diferent.

la figura 3.13, les freqüències F2XF3 només permeten diferenciar de forma invariant vuit combinacions de camps de dispersió d'un total de vint-i-una possibles (38%): [r] vs. consonants palatals, [l] i [w]; [l] vs. consonants palatals i consonants velars; [w] vs. consonants palatals, i consonants dentals i alveolars.

Les freqüències del marge de les transicions dels formants són més elevades per a consonants sordes vs. sonores. Aquest fenomen és probablement degut a l'expansió de la cavitat faríngea i a un desplaçament de la larinx cap a posicions més baixes (Stevens i House, 1963) durant la producció de les consonants sonores vs. sordes.

3.3.2 Extensió i direcció de les transicions.

Els canvis de configuració de la cavitat bucal entre els períodes consonàntic i vocàlic (seqüències CV) o vocàlic i consonàntic (seqüències VC) produeixen, al nivell acústic, desnivells més o menys considerables de la freqüència dels formants. Aquests desnivells són anomenats transicions dels formants o transicions vocàliques. En aquest treball, s'estableix una diferenciació entre l'extensió i la direcció de les transicions; s'estudien les transicions CV. L'extensió de les transicions CV en Hz equival a la diferència entre la freqüència del marge de les transicions i la freqüència del centre del període quasi-estable de la vocal. La direcció positiva (+), negativa (-) o neutra (0) de les transicions CV es correspon amb l'emplaçament superior, inferior o coincident en l'escala de freqüències per part del marge de les transicions en relació amb el període vocàlic

quasi-estable. Així doncs, transicions de +100 Hz (F2) i -420 Hz (F3) indiquen que el marge de la transició de F2 es troba 100 Hz per damunt del període quasi-estable de la vocal i que el marge de la transició de F3 es troba 420 Hz per sota del període esmentat. La informació acústica proporcionada per la direcció i l'extensió de les transicions és rellevant en el procés d'identificació perceptual de consonants de lloc d'articulació diferent (Liberman, Ingemann, Lisker, Delattre, i Cooper, 1959) i de vocals de qualitat diferent (Lindblom i Studdert-Kennedy, 1967).

La figura 3.14 i la taula 3.VII representen els límits de variació de transicions CV corresponents a consonants de lloc d'articulació diferent amb vocals de qualitat diferent, independentment de parlants i repeticions diferents. Les dades corresponen a les freqüències mínima i màxima relatives a l'extensió i la direcció de les transicions dels formants F1, F2 i F3. Les condicions experimentals han estat descrites al Capítol II (seccions 2.1.c) i 2.2). Les vocals àtones [i], [u] no han estat preses en consideració.

L'extensió i la direcció de les transicions de F2 permeten de contrastar de forma invariant únicament [w] vs. consonants palatals, velars, i dentals i alveolars. En total, tres combinacions d'un total de 21 possibles (14%). Les transicions de F1 i F3 no permeten d'efectuar cap contrast d'aquestes característiques.

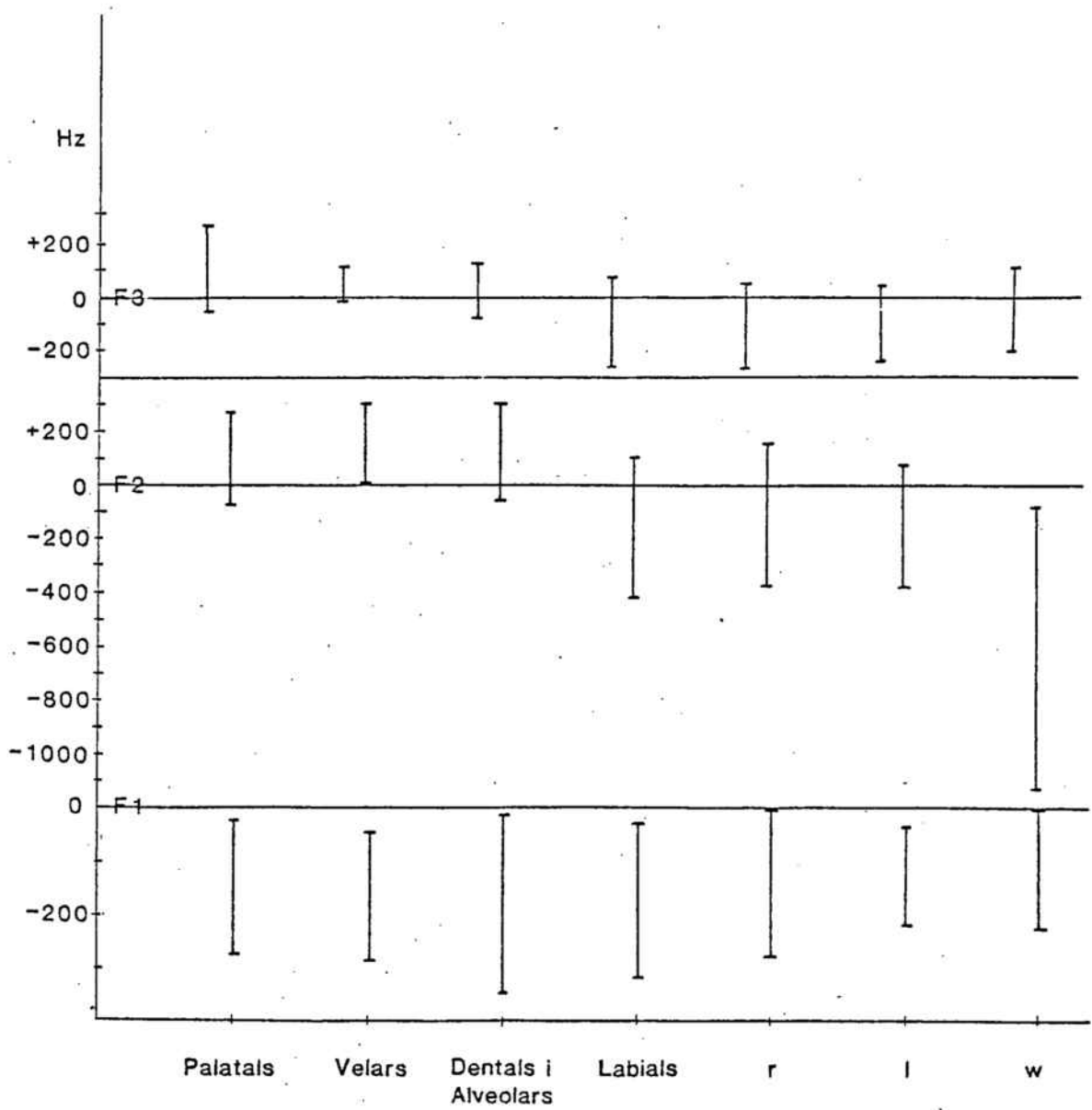


Figura 3.14 Variació (en Hz) corresponent a l'extensió i direcció de les transicions de F1, F2 i F3 per a consonants del català de lloc d'articulació diferent en contacte amb totes les vocals de qualitat diferent. Les consonants han estat ordenades segons la progressió de \bar{X} de F2.

Taula 3.VII Límits de variació i diferències entre límits (en Hz) corresponents a l'extensió i direcció de les transicions de F1, F2 i F3 per a consonants del català de lloc d'articulació diferent en contacte amb totes les vocals de qualitat diferent.

	F1	F2	F3
Palatals	-271/-27 (244)	-69/+279 (348)	-30/+286 (316)
Velars	-185/-53 (232)	+2/+296 (294)	-12/+116 (128)
Dentals i Alveolars	-347/-17 (330)	-60/+294 (354)	-77/+124 (201)
Labials	-320/-35 (285)	-419/ +97 (516)	-273/ +74 (347)
[r]	-283/-10 (273)	-393/+160 (553)	-278/ +65 (343)
[l]	-228/-45 (183)	-386/ +86 (472)	-235/ +53 (288)
[w]	-235/ 0 (235)	-1138/ -85 (1223)	-202/+113 (315)

Les freqüències de F1 són negatives per a totes les consonants. Cal remarcar la freqüència lleugerament superior de les consonants amb constricció posterior [l] i [w] vs. altres consonants (vegeu, anàlogament, Delattre, 1962). Les freqüències de F2 i F3 permeten d'agrupar les consonants següents:

a) Consonants palatals, dentals i alveolars amb transicions positives de F2 o bé lleugerament negatives; consonants velars amb transicions positives de F2. En el cas de les transicions de F3, les tres categories consonàntiques presenten transicions positives (més en el cas de les consonants palatals que de les consonants velars, dentals i alveolars) o bé lleugerament negatives. Aquestes dades s'adiuen bé amb les acceptades tradicionalment per a consonants oclusives del mateix lloc d'articulació; cal exceptuar la transició del F3 de les consonants velars que hom considera típicament negativa (Delattre, 1962, 1968c).

b) Consonants labials, [r] i [l] amb transicions negatives de F2 o bé lleugerament negatives; consonant làbio-velar [w] amb transicions negatives de F2. En el cas de les transicions de F3, aquestes consonants presenten transicions negatives o bé lleugerament positives. Aquestes dades sobre transicions de F2 i F3 coincideixen amb les acceptades tradicionalment (Delattre, 1962, 1968c) llevat potser de les transicions de F3 de les realitzacions [l] i [r].

Pel que fa a la variació de F2 (i, en menor grau, F3) motivada pel context vocàlic cal destacar una dissociació clara entre consonants palatals, velars, dentals i alveolars (variació mínima) i labials, [r], [l] i [w] (variació màxima).

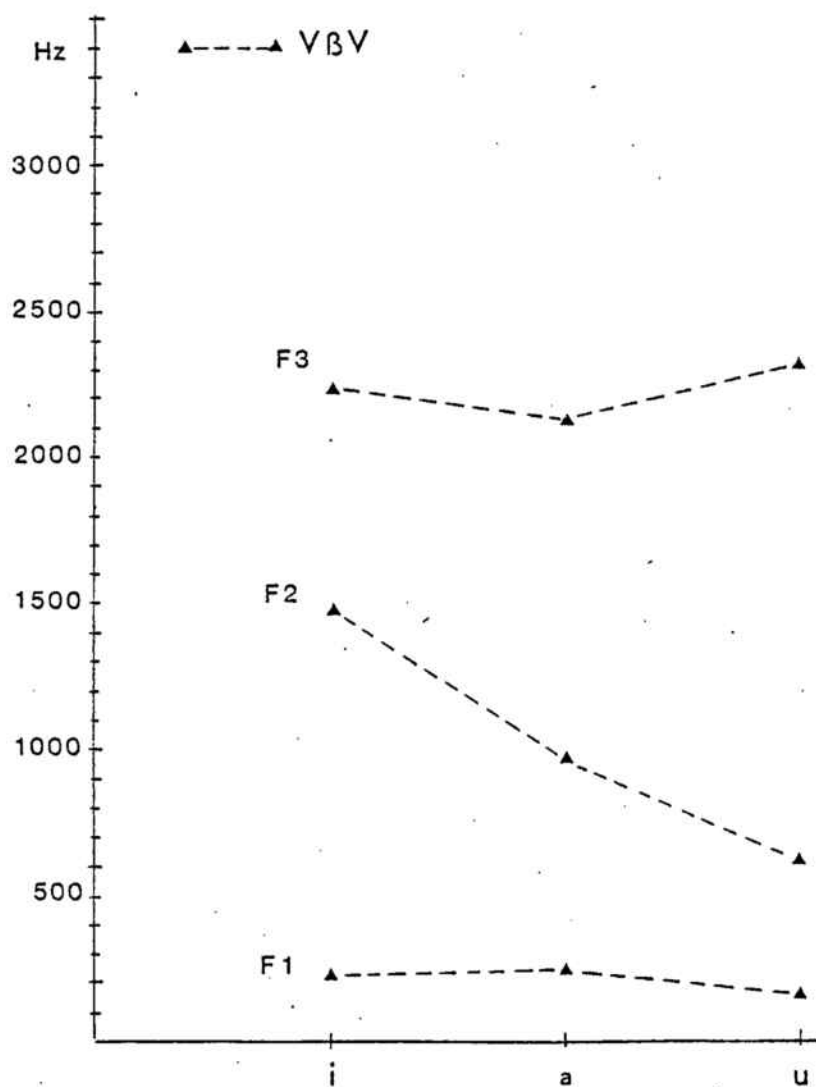
CAPITOL IV. RESULTATS. TENDÈNCIES COARTICULATORIES ESPECÍFIQUES

4.1 Efectes coarticulatoris de vocal a consonant.

Analitzo els efectes coarticulatoris promoguts per cada vocal sobre consonants catalanes diverses. El paradigma i condicions experimentals coincideixen amb els utilitzats a la secció 3.2; ara, però, totes les vocals són preses en consideració.

4.1.1 Aproximants, laterals i vibrants.

Les dades corresponents a les consonants aproximants han estat incloses a les figures 4.1a ([β]), 4.1b ([ɣ]), 4.1c ([ɣ]), 4.1d ([j]) i 4.1e ([w]). En general, cal destacar l'elevada variació condicionada pel context vocàlic en el cas de [β], [ɣ], [ɣ] vs. [j], [w]. Les primeres aproximants són afectades en gran mesura per diferències de grau d'obertura bucal i labialització; durant llur producció, tota la cavitat bucal experimenta forta coarticulació amb el context vocàlic. El grau d'obertura bucal afecta en grau molt menor les freqüències dels formants de les consonants [j] i [w]; així doncs, llur configuració lingual experimenta poques modificacions motivades pel context. El grau de labialització afecta el F3 de [j] (més en posició intervocàlica que en posició inicial) i, força menys, el F3 de la consonant làbio-velar [w] (en posició intervocàlica).



Figures 4.1a Efectes coarticulatoris sobre els F1, F2 i F3 (en Hz) de la consonant aproximant [β] del català en posició intervocàlica per part de vocals catalanes de qualitat diferent.

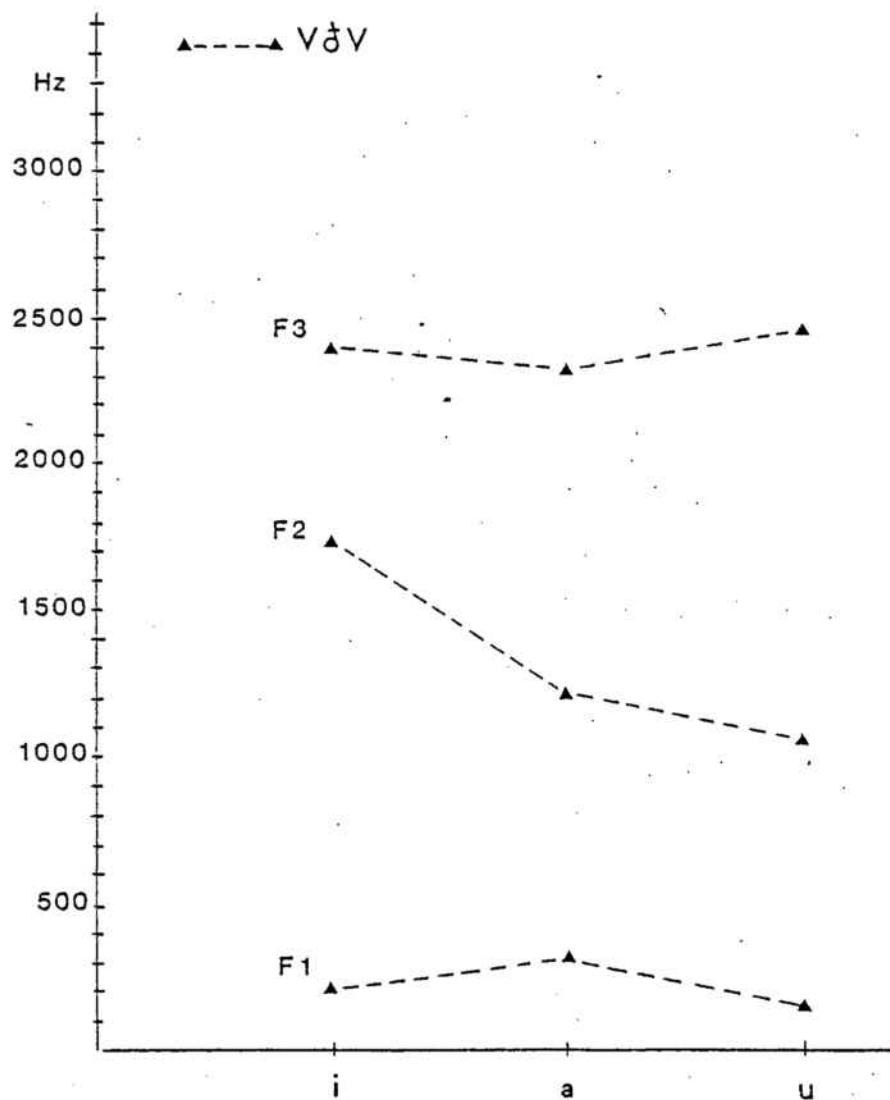


Figura 4.1b Efectes coarticulatoris sobre els F1, F2 i F3 (en Hz) de la consonant aproximant [ʃ] del català en posició intervocàlica per part de vocals de qualitat diferent.

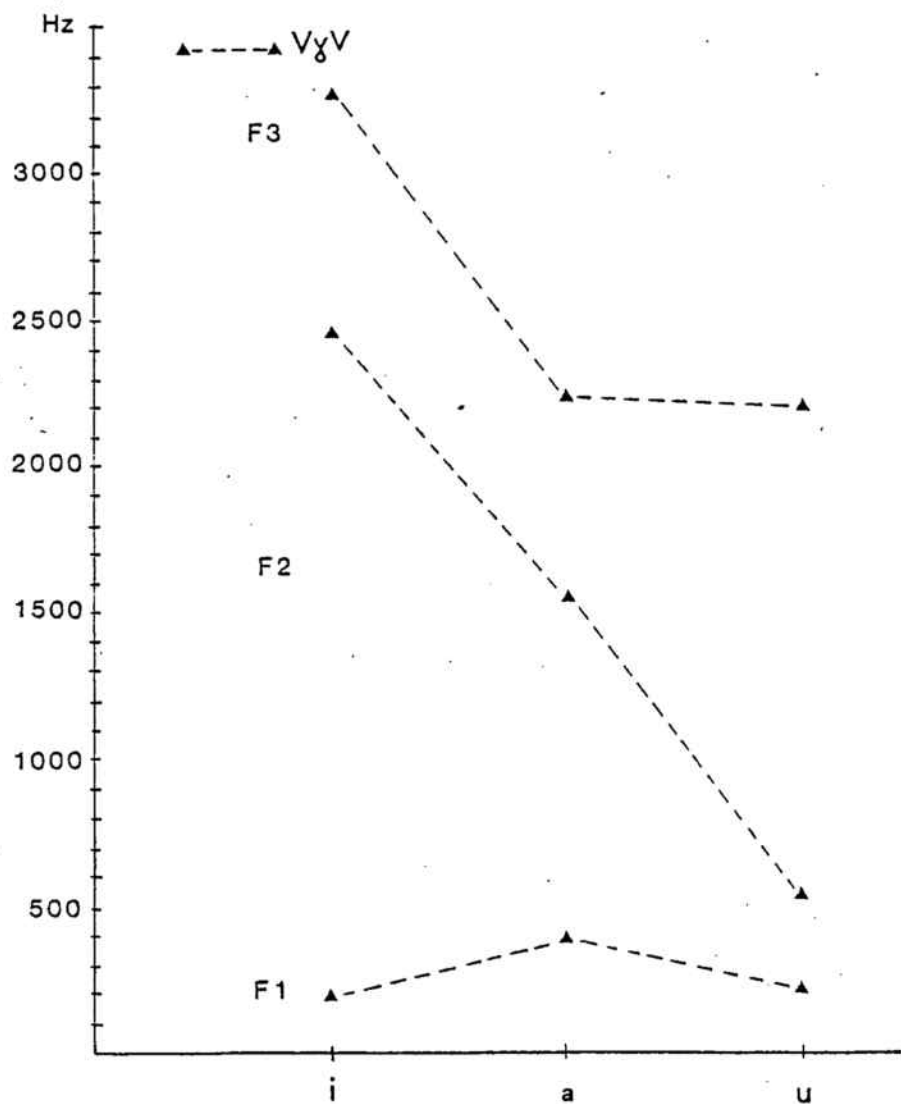


Figura 4.1c Efectes coarticulatoris sobre els F1, F2 i F3 (en Hz) de la consonant aproximant [ɣ] del català en posició intervocàlica per part de vocals de qualitat diferent.

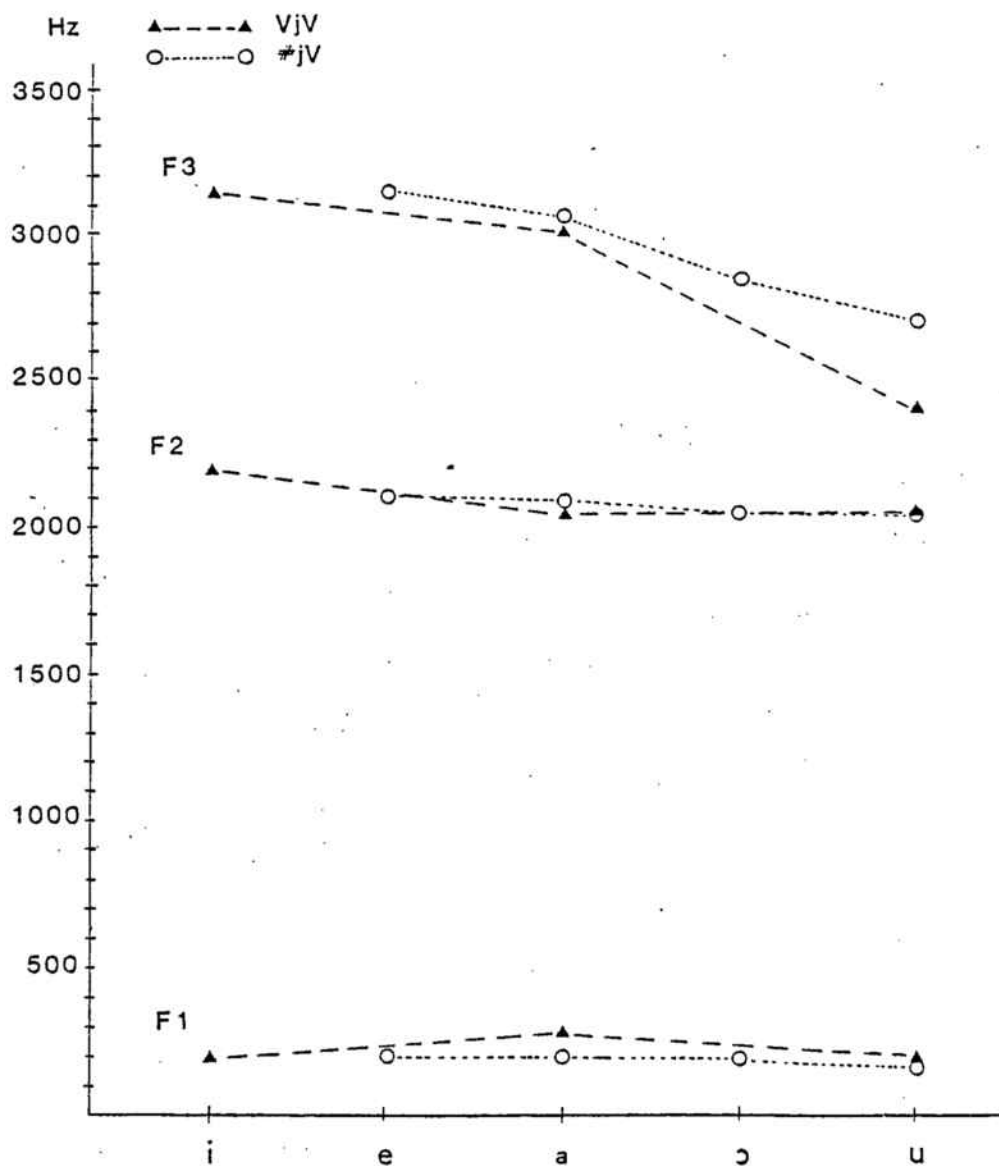


Figura 4.1d Efectes coarticulatoris sobre els F1, F2 i F3 (en Hz) de la consonant aproximant [j] del català en les posicions inicial absoluta, final absoluta i intervocàlica per part de vocals de qualitat diferent.

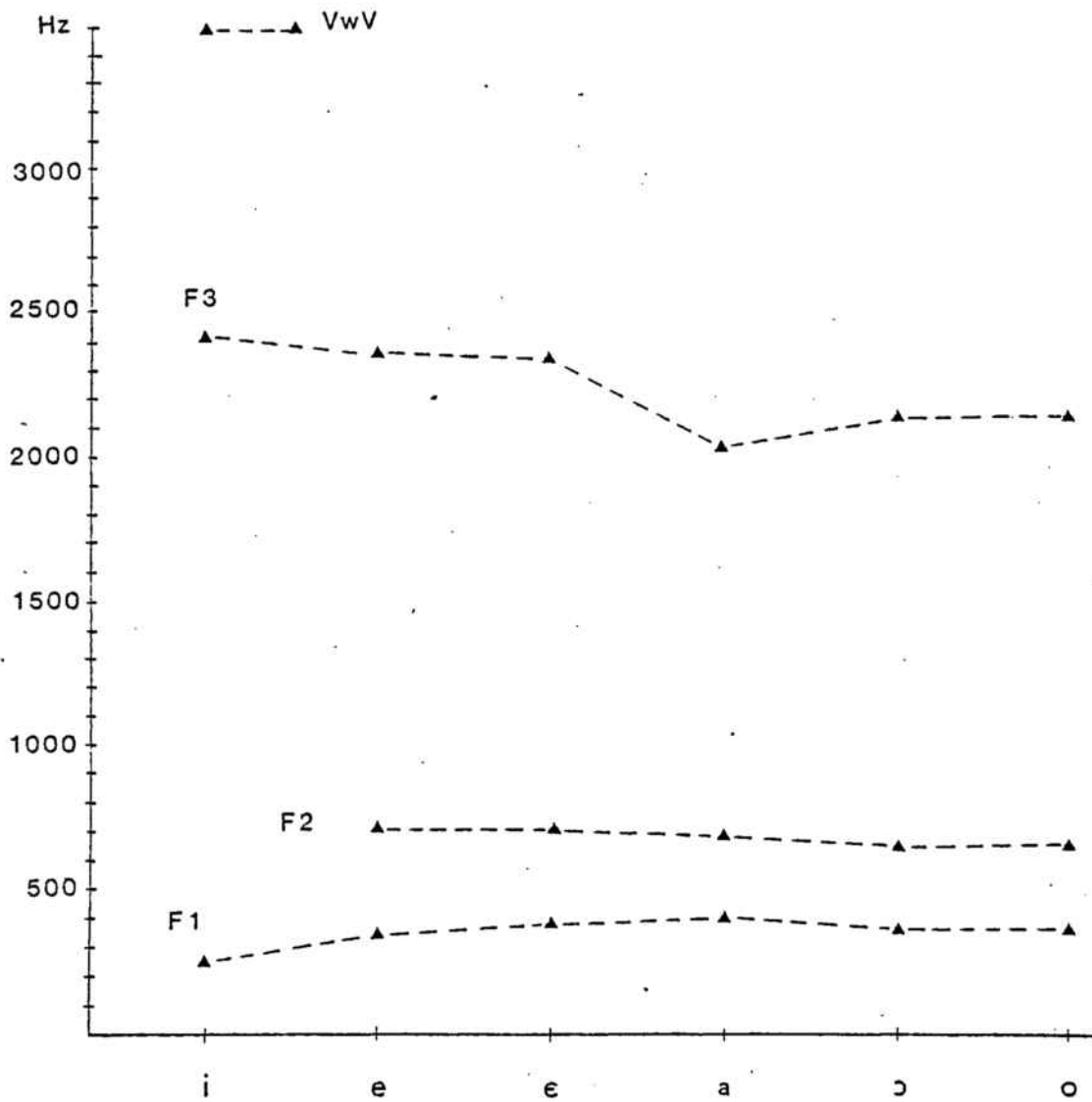


Figura 4.1e Efectes coarticulatoris sobre els F1, F2 i F3 (en Hz) de la consonant aproximant [w] del català en posició intervocàlica per part de vocals de qualitat diferent.

Les dades corresponents a les consonants laterals han estat representades gràficament a les figures 4.1f ([l]) i 4.1g ([ʎ]).

El F2 de [l] decreix lleugerament a mida que la vocal esdevé posterior i més labialitzada. El timbre velar de [l] (F2 baix) és ben accentuat en les posicions inicial absoluta (en menor grau) i final absoluta (en major grau), independentment de la vocal adjacent; en posició intervocàlica, el timbre velar de [l] és menys accentuat que en les posicions inicial i final, especialment pel que fa a [l] precedida i seguida de [i] (i, possiblement, precedida i seguida de les demás vocals anteriors), a conseqüència d'una configuració més plana del sostre lingual i una disminució del volum de la cavitat alveolo-velar o alveolo-faríngea. La posició intervocàlica presenta major variació que la posició inicial i aquesta una variació superior a la posició final. El F2 de [ʎ] presenta freqüències més baixes amb vocals posteriors que amb vocals anteriors; anàlogament a [l], la variant de [ʎ] en posició final absoluta presenta un F2 menor que en posició inicial absoluta. La variació associada amb diferències de posició contextual en l'estructura del mot és menor en el cas de [ʎ] vs. [l]; la posició intervocàlica registra una variació del F2 de [ʎ] superior a les posicions inicial i final.

La figura mostra també que la variació de F3 durant la realització de [l] i [ʎ] és motivada per diferències de grau de labialització vocàlica; a mida que la vocal esdevé més labialitzada, F3 decreix. Aquest fenomen és consistent amb el fet que el context vocàlic influeix poc la configuració lingual pròpia d'ambdues consonants. En

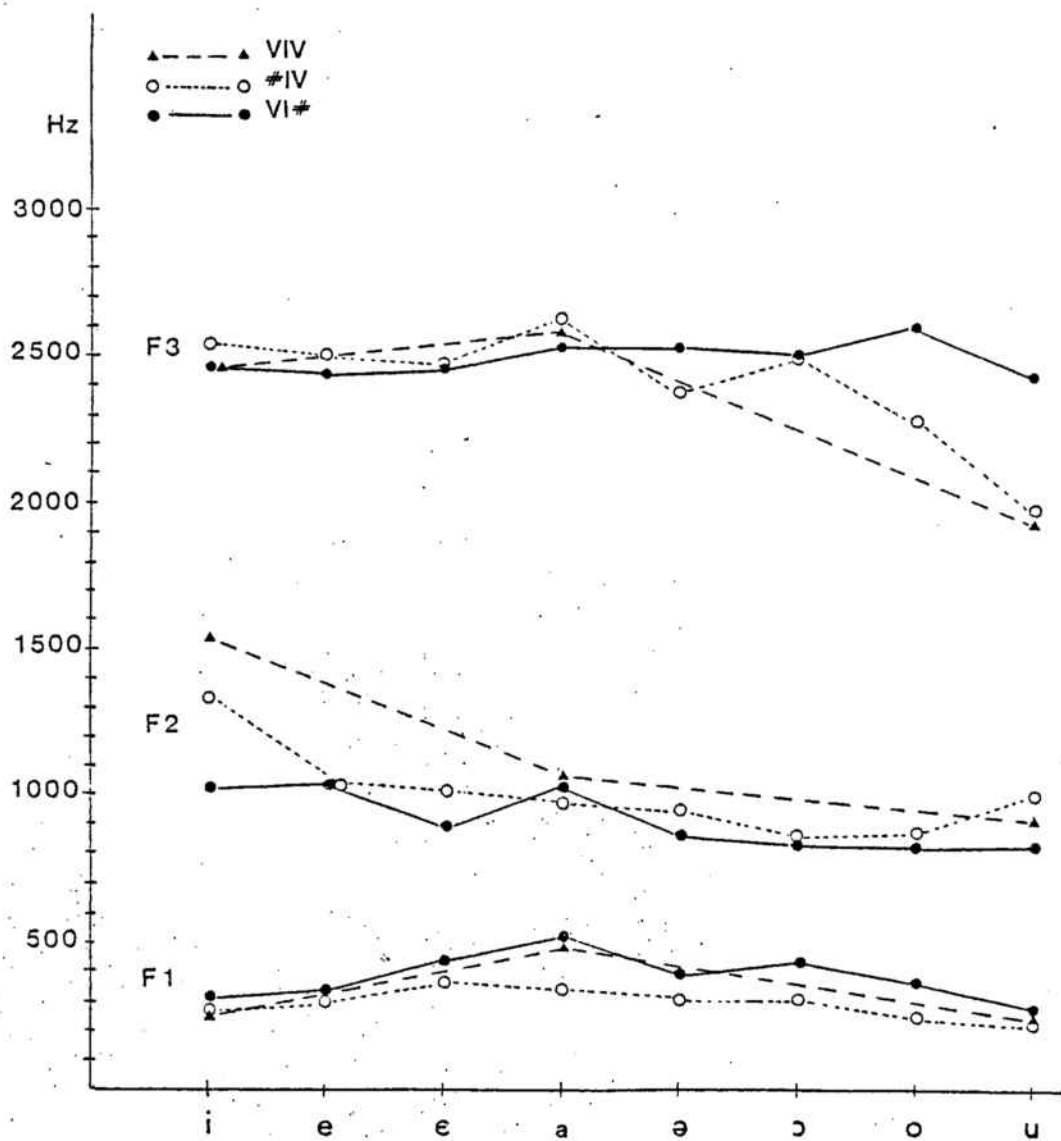


Figura 4.1f Efectes coarticulatoris sobre els F1, F2 i F3 (en Hz) de la consonant lateral [l] del català en les posicions inicial absoluta, final absoluta i intervocàlica per part de vocals de qualitat diferent.

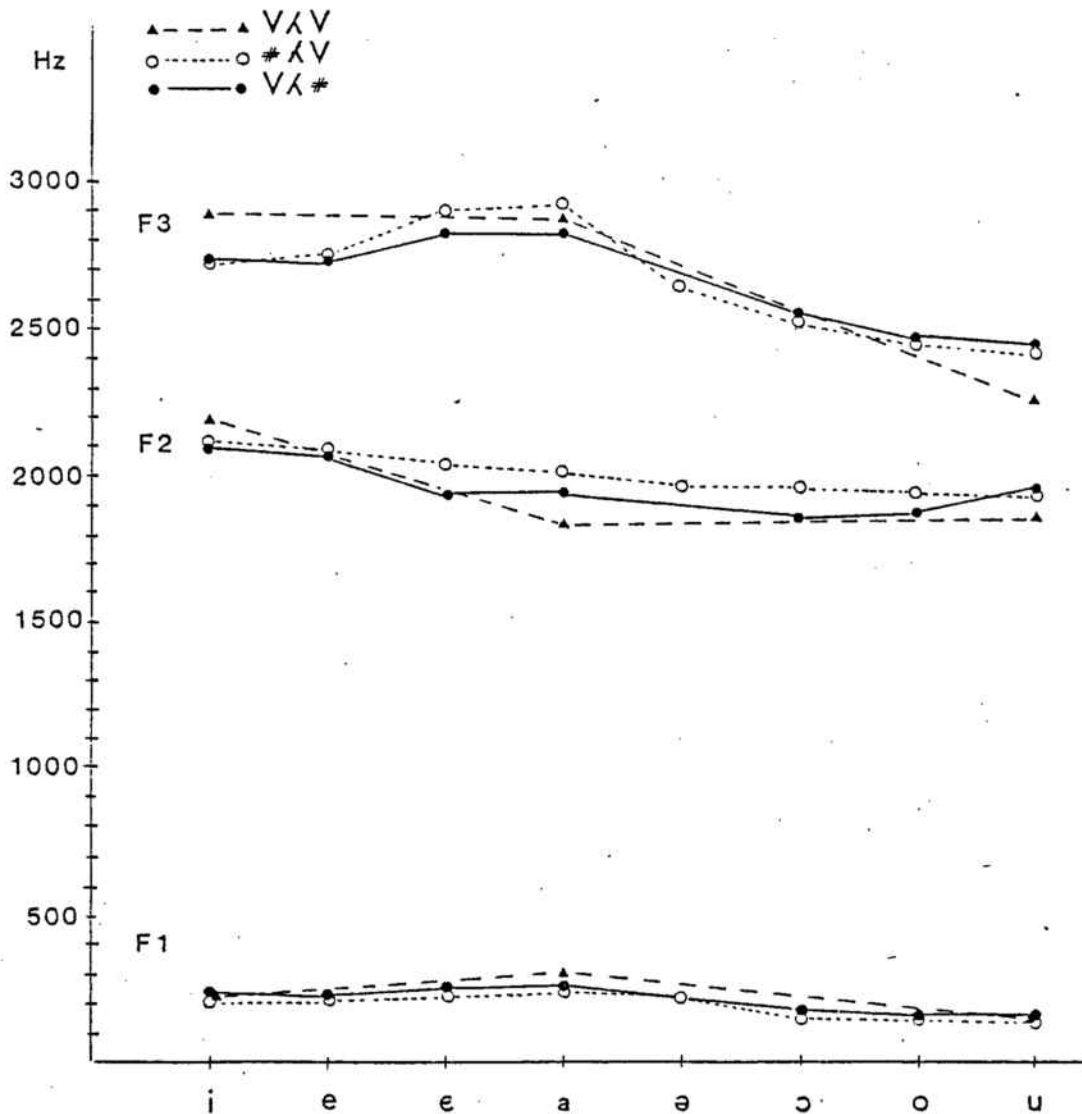


Figura 4.1g Efectes coarticulatoris sobre els F1, F2 i F3 (en Hz) de la consonant lateral [ʎ] del català en les posicions inicial absoluta, final absoluta i intervocàlica per part de vocals de qualitat diferent.

el cas de [ʌ], aquesta disminució de F3 és observada de forma anàloga en les posicions inicial, final i intervocàlica; en el cas de [l], és observada de forma més clara en posició intervocàlica que en posició inicial, però no en posició final. Pot dir-se, doncs, que [l] en posició final absoluta presenta condicionaments articuladoris de precisió molt elevada i, en conseqüència, és molt resistent als efectes coarticulatoris relacionats amb la configuració lingual i el grau de labialització.

De forma anàloga al català, la [l] de l'anglès americà mostra un F2 lleugerament superior en posició inicial absoluta vs. final absoluta (Lehiste, 1964); Giles i Moll (1975) han demostrat que aquesta diferència es deu a l'articulació més posterior de [l] post-vocàlica vs. pre-vocàlica. La realització de la [l] intervocàlica en aqueixa llengua, però, no sembla diferir de la realització en aquelles dues posicions contextuais (Chafcouloff, 1972). La [l] de l'anglès RP mostra un F2 entre 700-1000 Hz en posició final absoluta ("dark" [l]) i entre 1100-1600 Hz en posició inicial absoluta ("light" [l]) (Bladon i Al-Bamerni, 1976); és més velaritzada que la catalana en posició final després de vocal labialitzada, i menys velaritzada en posició inicial davant de qualsevol vocal. La tendència per part de [l] inicial a presentar un grau de variació coarticulatòria superior a [l] final en anglès és consistent amb les dades presentades aquí per al català. La [l] del català difereix clarament de les [l] del francès, alemany (Chafcouloff, 1972) i espanyol (Quilis, Esgueva, Gutiérrez Araus, i Cantarero, 1979), el F2 de les quals registra 2000 Hz amb vocals anteriors i 1500 Hz amb vocals posteriors (vegeu també

secció 3.2.1b). S'assembla, però, més a la [l] francesa, espanyola...que a la [l] anglesa pel fet d'admetre un efecte pronunciat per part del fenomen de labialització vocàlica sobre les dimensions de la cavitat anterior al punt de constricció alveolar, amb disminució consegüent clara de la freqüència de F3.

D'acord amb aquestes consideracions i amb el criteri aplicat en el cas de la transcripció fonològica vs. transcripció fonètica detallada de vocals del català a la secció 3.1.1f, la consonant alveolar lateral del català presenta la transcripció fonològica [l] i la transcripció fonètica detallada [ɫ]. Entre vocals anteriors (així com, possiblement, en altres circumstàncies contextuais no analitzades aquí) hom pot escollir la transcripció fonètica detallada [l] enlloc de [ɫ], sempre prenent en consideració el fet que la variant de [l] clara en català en aquesta posició és més velaritzada que en altres llengües.

Les dades sobre [ʀ] i [r] reportades a la figura 4.1h indiquen que la producció d'aquestes consonants és influenciada per diferències de grau d'obertura bucal i de labialització de forma similar (també, pel que fa a la [R] del francès, Chafcouloff, 1980). Les realitzacions de [r] final i intervocàlica mostren una variació coarticulària superior a les realitzacions de [r] inicial.

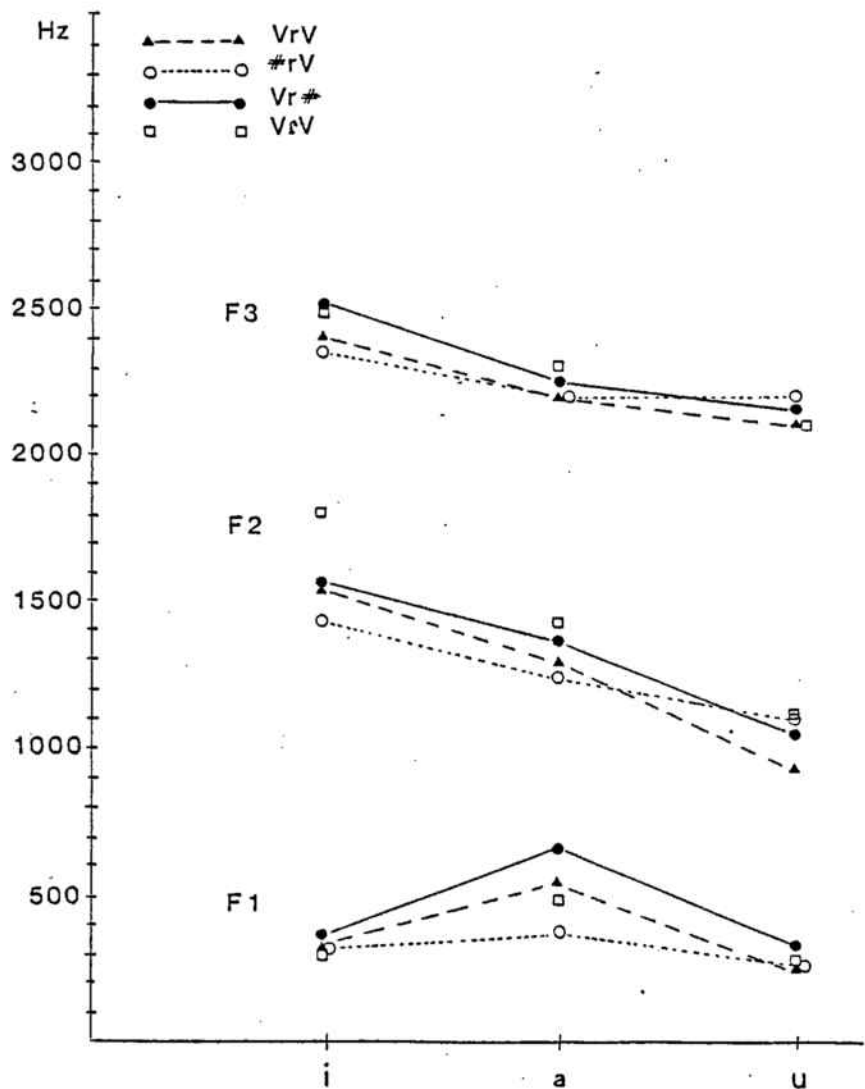


Figura 4.1h Efectes coarticulatoris sobre els F1, F2 i F3 de la consonant vibrant [r] del català en les posicions inicial absoluta, final absoluta i intervocàlica, i de la consonant vibrant [ʀ] del català en posició intervocàlica.

4.1.2 Nasals.

Les dades representades a la figura 4.2 permeten afirmar que, en general, vocals diferents no afecten les diferències de freqüència dels formants entre consonants nasals de lloc d'articulació diferent. Amb tot, pel que fa a N2 de [ɲ] vs. [n] i a N4 de [m] vs. [n], hom pot detectar efectes notables sobre les diferències interconsonàntiques per part de vocals anteriors vs. vocals posteriors labialitzades.

4.1.3 Fricatives i africades.

Les dades corresponents a les consonants amb fricció són representades a les figures 4.3a ([s]), 4.3b ([ç]) i 4.3c ([ʃ]). El grau de variació superior de F1 i del límit inferior de l'espectre de la turbulència en el cas de [s] vs. [ʃ], [ç] (vegeu secció 3.2.1f) és motivat per les diferències de labialització vocàlica i, en conseqüència, es deu al fet que la consonant alveolar admet més labialització en contacte amb vocals labialitzades que les dues consonants palatals.

4.2 Efectes coarticulatoris sobre les transicions.

4.2.1 Marge de les transicions.

La variació de les freqüències de F1, F2 i F3 és analitzada al marge de les transicions CV de seqüències simètriques CVC per a vocals diferents i consonants de lloc d'articulació diferent. El paradigma i les condicions experimentals coincideixen amb els utilitzats a la

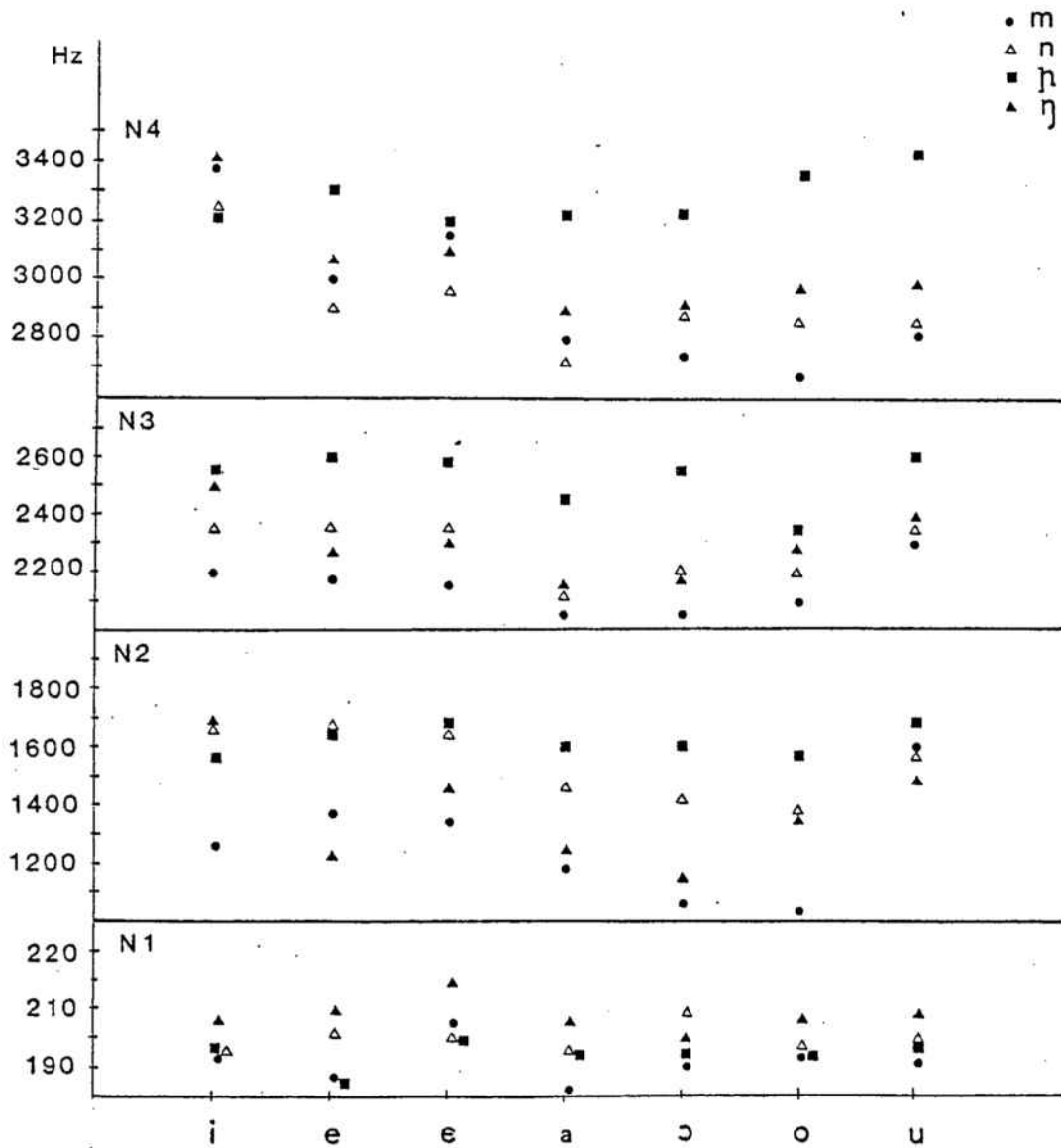
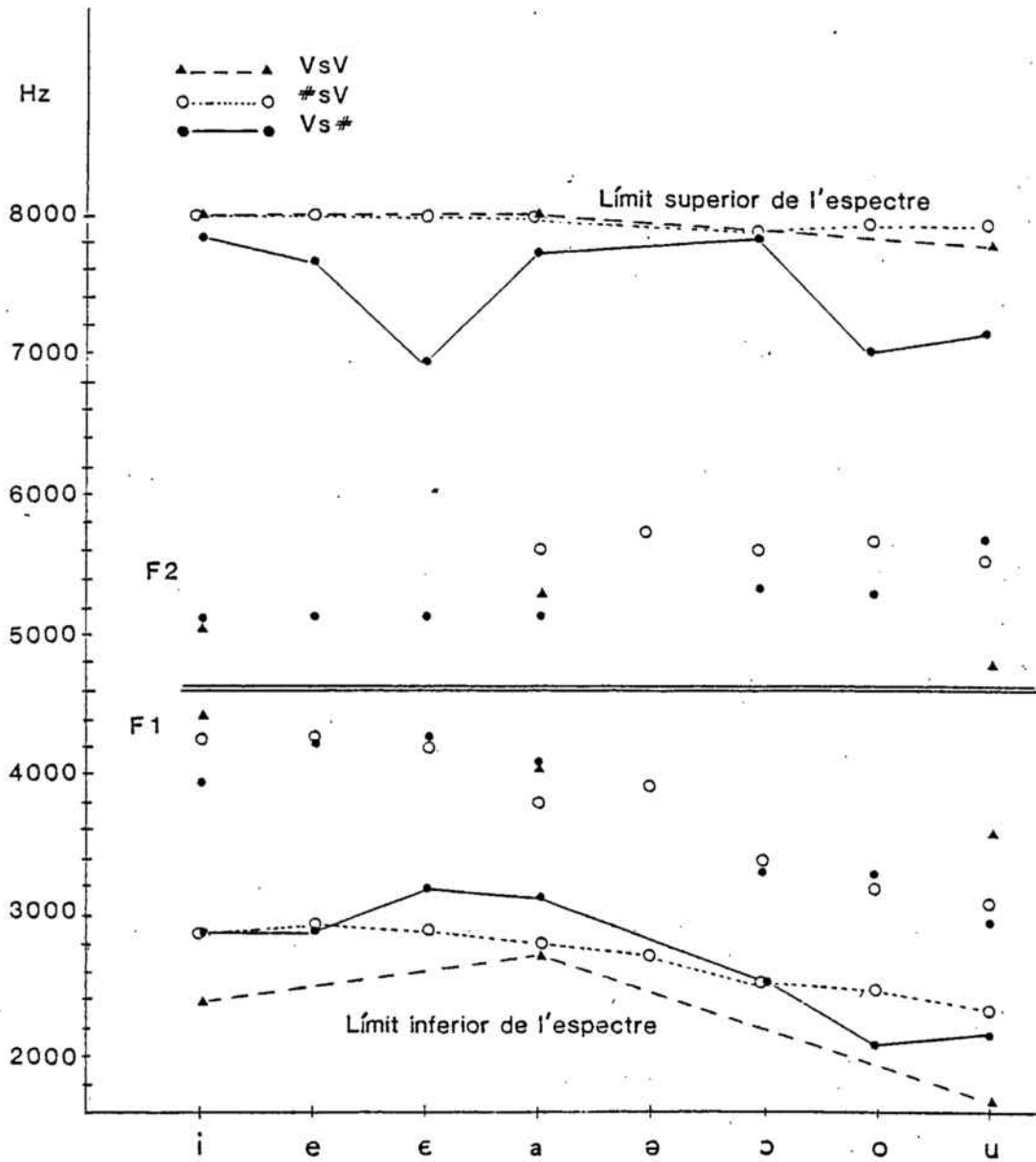


Figura 4.2 Efectes coarticulatoris sobre els N1, N2, N3 i N4 (en Hz) de les consonants nasals del català en posició final absoluta de mot per part de vocals de qualitat diferent.



Figures 4.3a Efectes coarticulatoris sobre F1, F2, F3 i els límits inferior i superior de l'espectre de la turbulència (en Hz) de la consonant fricativa [s] del català en les posicions inicial absoluta, final absoluta i intervocàlica per part de vocals de qualitat diferent. La localització de F1 i F2 és separada mitjançant una doble ratlla.

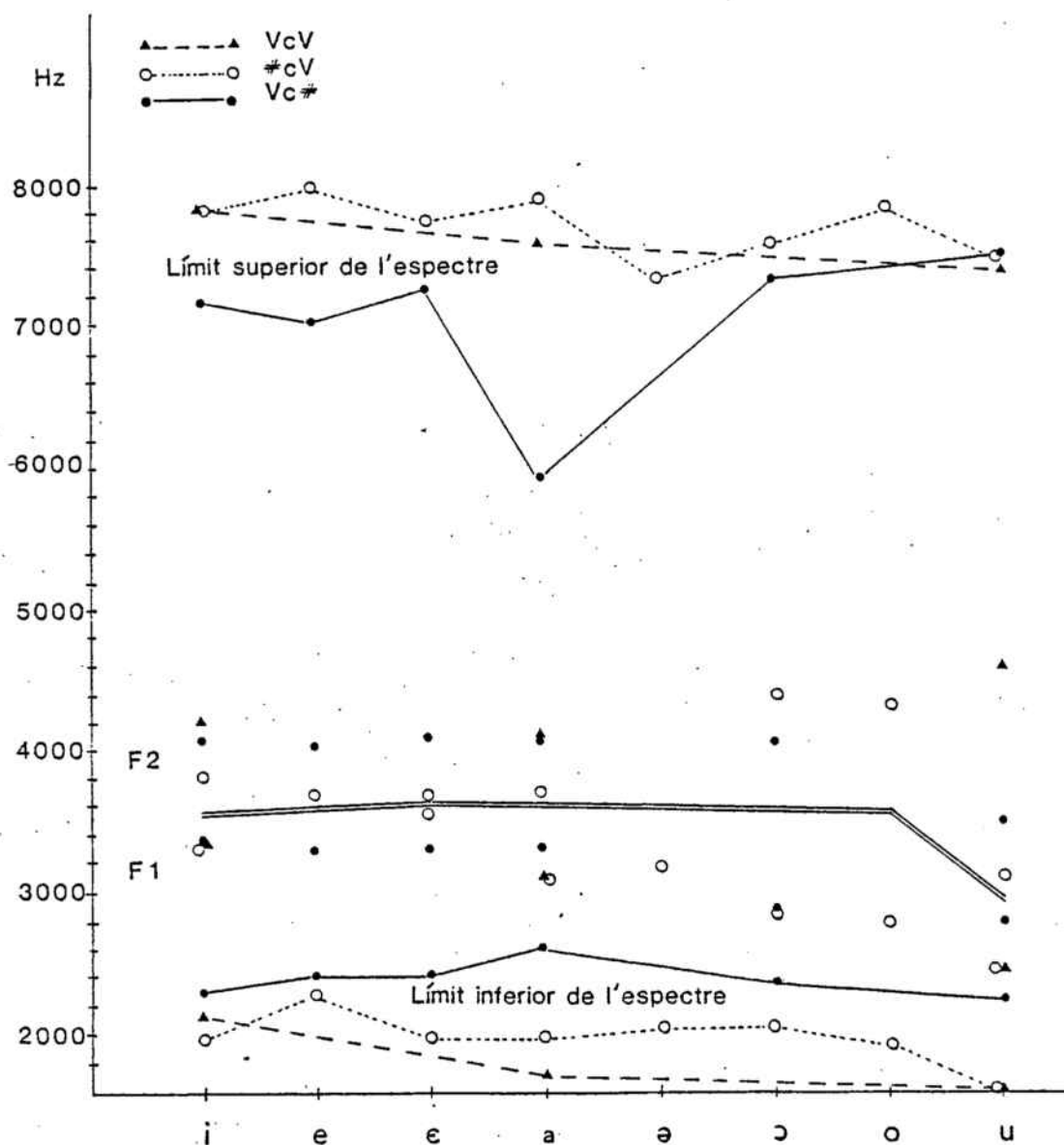


Figura 4.3b Efectes coarticulatoris sobre F1, F2 i F3 i els límits inferior i superior de l'espectre de la turbulència (en Hz) de la consonant africada [c] del català en les posicions inicial absoluta, final absoluta i intervocàlica per part de vocals de qualitat diferent. La localització de F1 i F2 és separada mitjançant una doble ratlla.

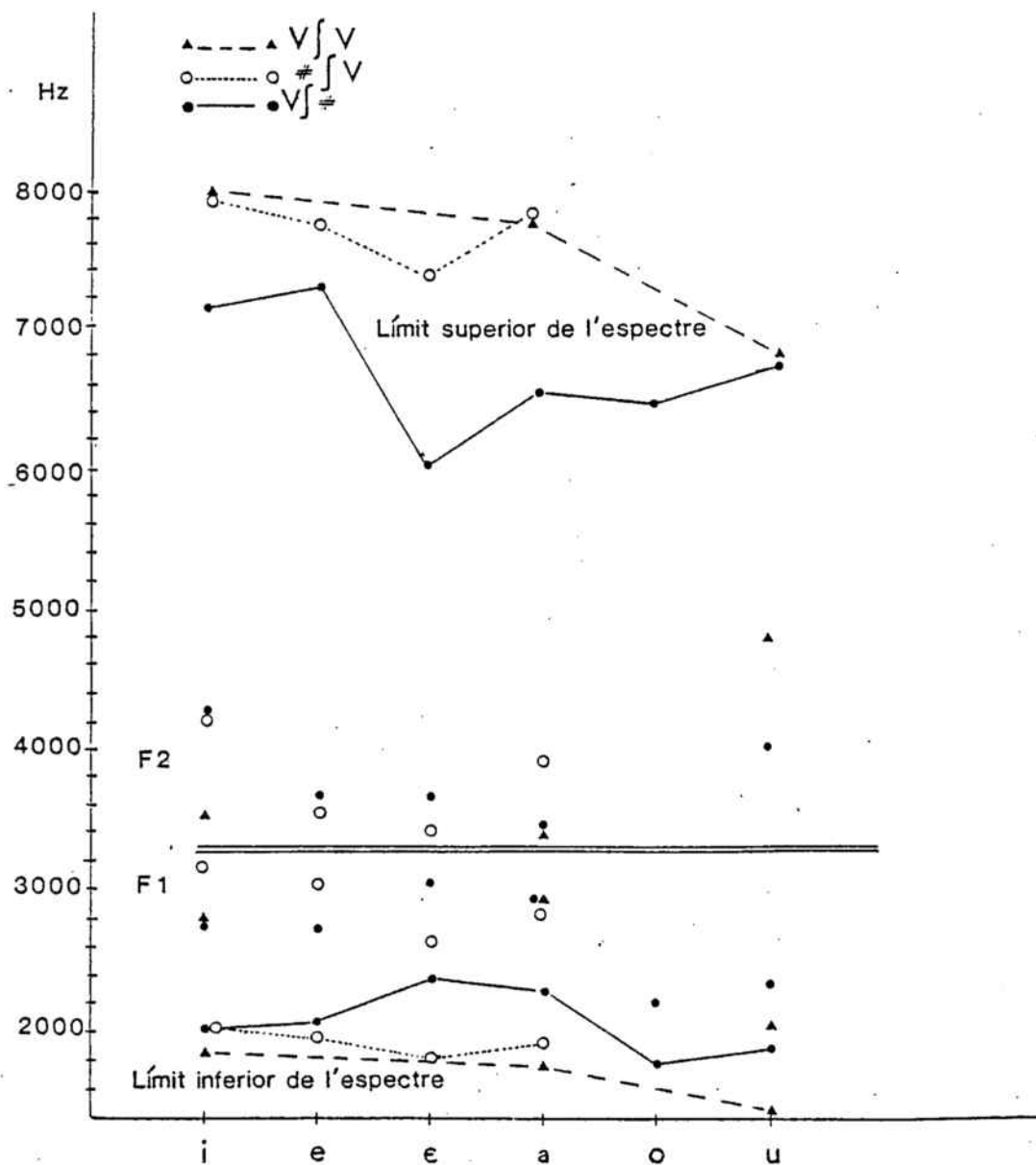


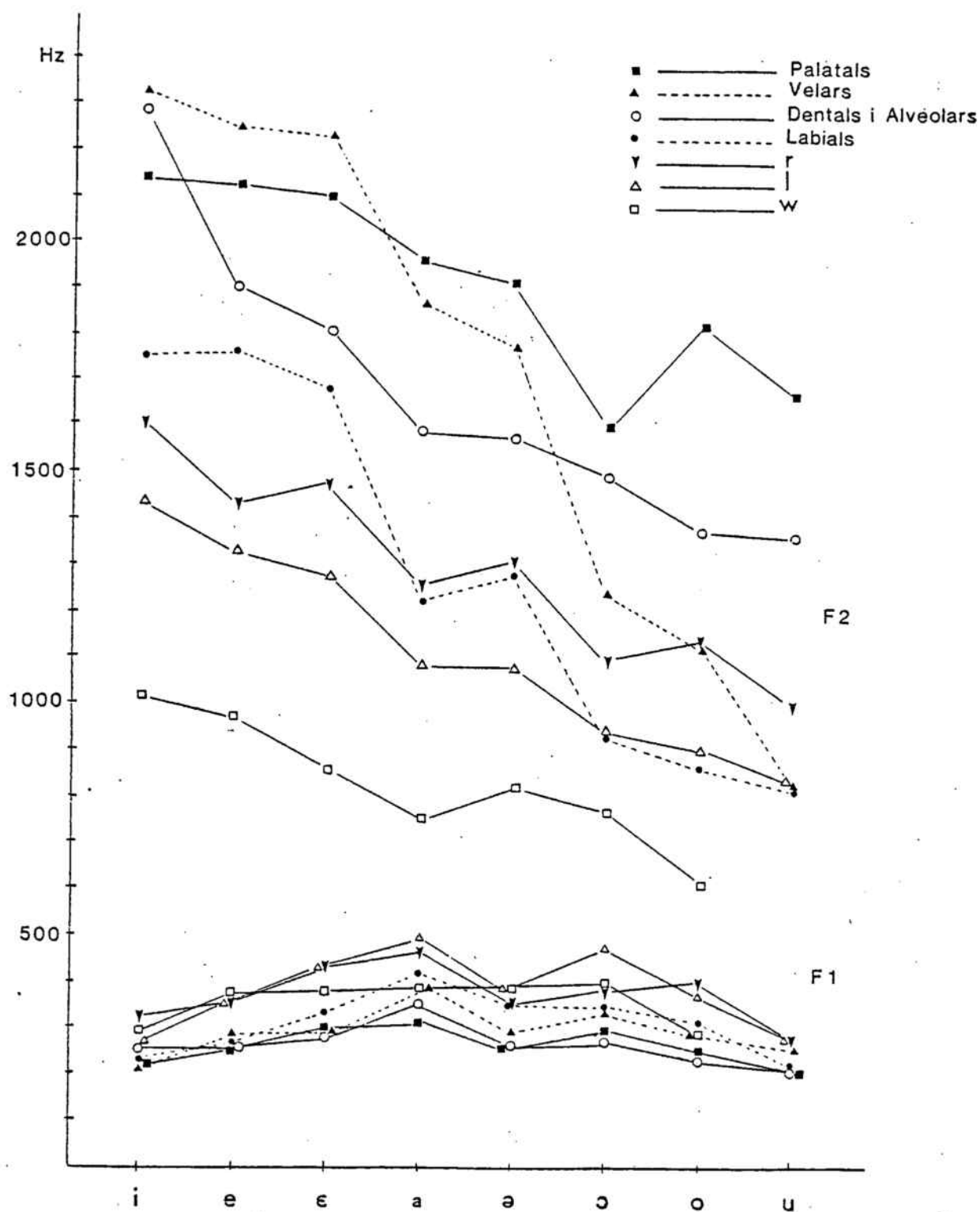
Figura 4.3c Efectes coarticulatoris sobre F1, F2, F3 i els límits inferior i superior de l'espectre de la turbulència (en Hz) de la consonant fricativa [ʃ] del català en les posicions inicial absoluta, final absoluta i intervocàlica per part de vocals de qualitat diferent. La localització de F1 i F2 és separada mitjançant una doble ratlla.

secció 3.3; ara, però, totes les vocals són preses en consideració.

Segons les figures 4.4a i 4.4b, les diferències de freqüència dels formants motivades per vocals de qualitat diferent presenten la mateixa tendència en el cas de totes les consonants. En general, F1 augmenta amb el grau d'obertura vocàlica, i F2 i F3 disminueixen amb el grau de posterioritat i labialització vocàliques. Les diferències de freqüència dels formants motivades per consonants de lloc d'articulació diferent s'adiuen molt bé amb les diferències observades al període consonàntic quasi-estable (vegeu secció 3.2). Així, els efectes consonàntics al marge de les transicions poden ésser explicats a partir de les diferències intercònsonàntiques entre freqüències mitjes de F1, F2 i F3 reportades a les figures 3.8-3.10 i discutides a la secció 3.2.1.

La variació promoguda per l'efecte coarticulatori de vocals diferents al marge de les transicions pot ésser justificada anàlogament a l'observada al període consonàntic quasi-estable (vegeu secció 4.1). La variació promoguda per l'efecte coarticulatori de consonants de lloc d'articulació diferent augmenta amb el grau d'obertura vocàlica en el cas de F1 i amb el grau d'anterioritat i deslabialització en el cas de F2 i F3.

Hi ha també interacció entre qualitat vocàlica i sonoritat consonàntica al marge de les transicions. La freqüència de F1 esdevé més elevada en el cas d'una consonant sorda que d'una consonant sonora a mida que el grau d'obertura vocàlica augmenta. La freqüència de F2 és superior en el cas de consonants sordes vs. sonores quan la vocal



Figures 4.4a Efectes coarticulatoris al marge de les transicions de F1 i F2 (en Hz) per a consonants del català de lloc d'articulació diferent en contacte amb vocals de qualitat diferent. Les vocals han estat ordenades d'esquerra a dreta de més anteriors a més posteriors.

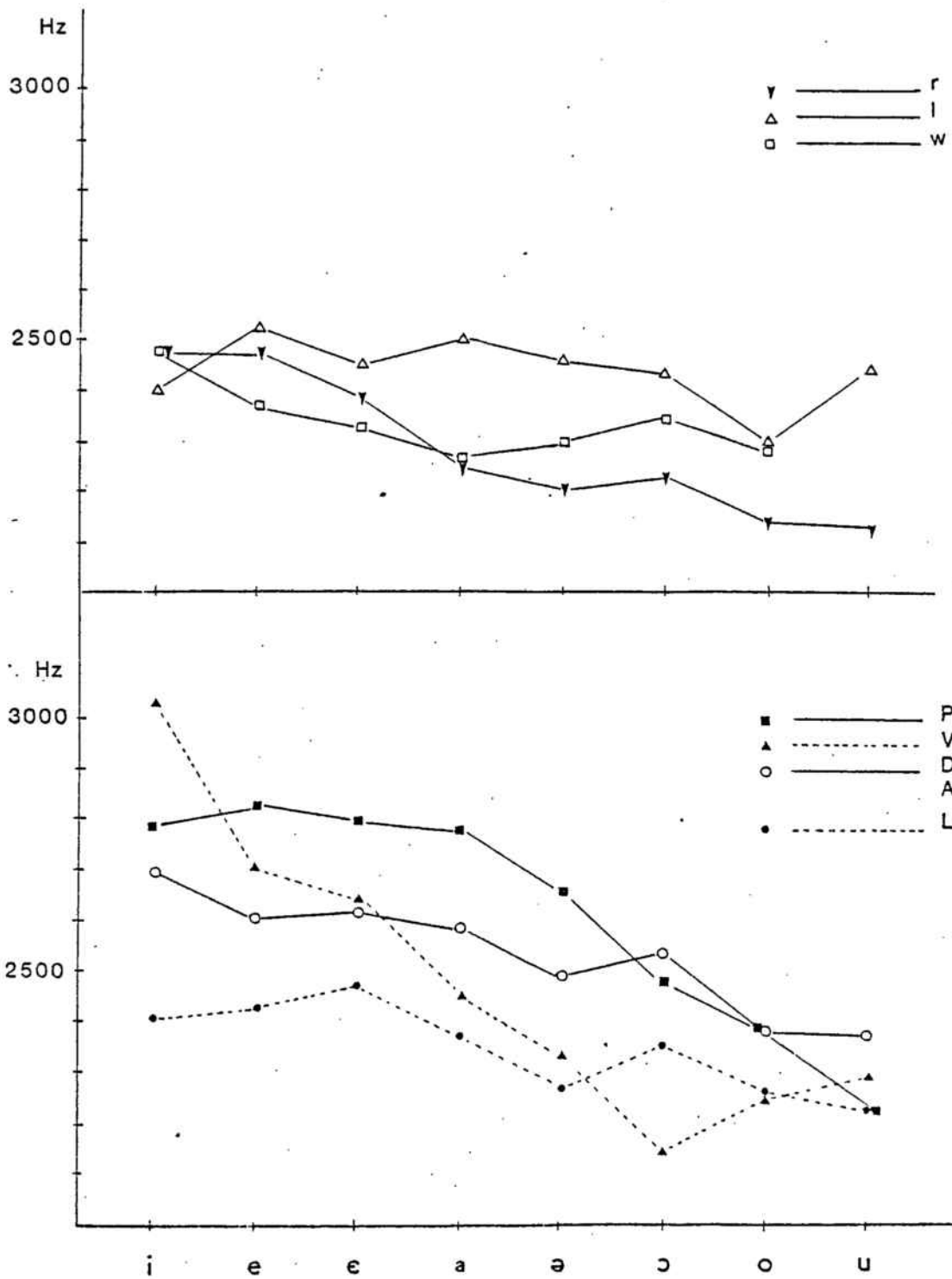


Figura 4.4b Efectes coarticulatoris al marge de les transicions de F3 (en Hz) per a consonants del català de lloc d'articulació diferent en contacte amb vocals de qualitat diferent. Les vocals han estat ordenades d'esquerra a dreta de més anteriors a més posteriors.

és anterior i esdevé superior en el cas de consonants sonores vs. sordes a mida que la vocal es fa posterior i labialitzada. Les consonants sordes presenten un F3 superior a les consonants sonores amb vocals no-labialitzades i un F3 similar amb vocals labialitzades. Les diferències clares són de l'ordre dels 50-100 Hz per als tres formants.

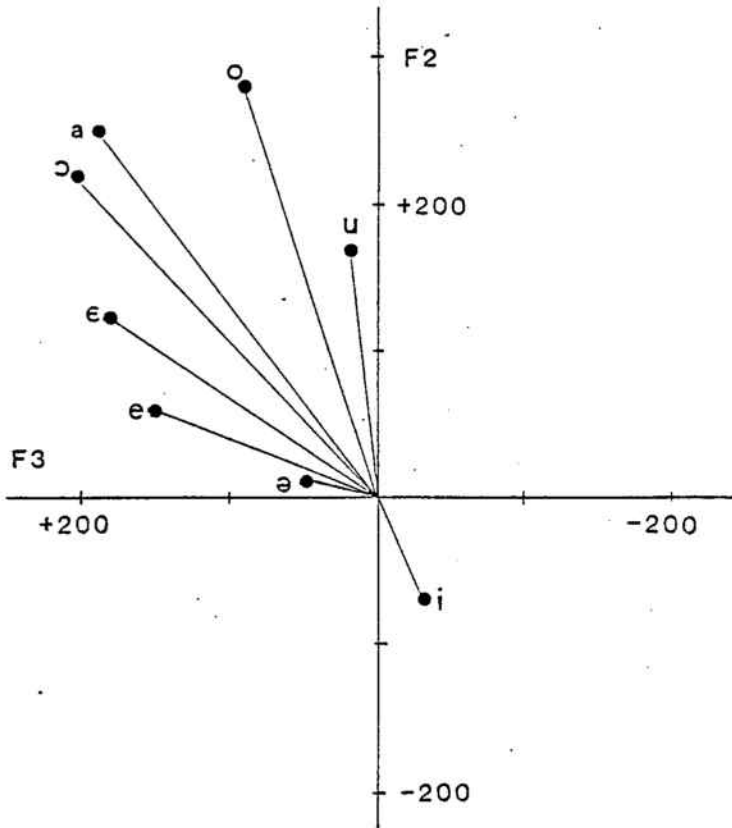
4.2.2 Extensió i direcció de les transicions.

La magnitud i la direcció del desplaçament de les freqüències dels formants des del marge de les transicions CV fins al període vocàlic quasi-estable experimenten variació en funció de les modificacions que es produeixen com a conseqüència del pas de la configuració articulatòria de la consonant a la configuració articulatòria de la vocal.

L'extensió i la direcció de les transicions CV de F1, F2 i F3 han estat analitzades per a totes les combinacions possibles de consonants amb vocals diferents. El paradigma i les condicions experimentals coincideixen amb els utilitzats a les secció 4.2.1.

D'acord amb la secció 3.3.2, les transicions de F1 són sempre negatives. L'extensió de les transicions de F1 augmenta a mida que augmenta el grau d'obertura vocàlica i, per tant, el F1 vocàlic.

A les figures 4.5a - 4.5g presento gràficament les dades sobre extensió i direcció de les transicions de F2 i F3 per a consonants de lloc d'articulació diferent en funció de vocals de qualitat diferent. La magnitud del desplaçament equival a la distància (en Hz) recorreguda



Figures 4.5a Efectes coarticulatoris sobre l'extensió (en Hz) i direcció (+, positiva; -, negativa) de les transicions de F2 (ordenada) vs. F3 (abscissa) corresponent a les consonants palatals del català en contacte amb vocals de qualitat diferent.

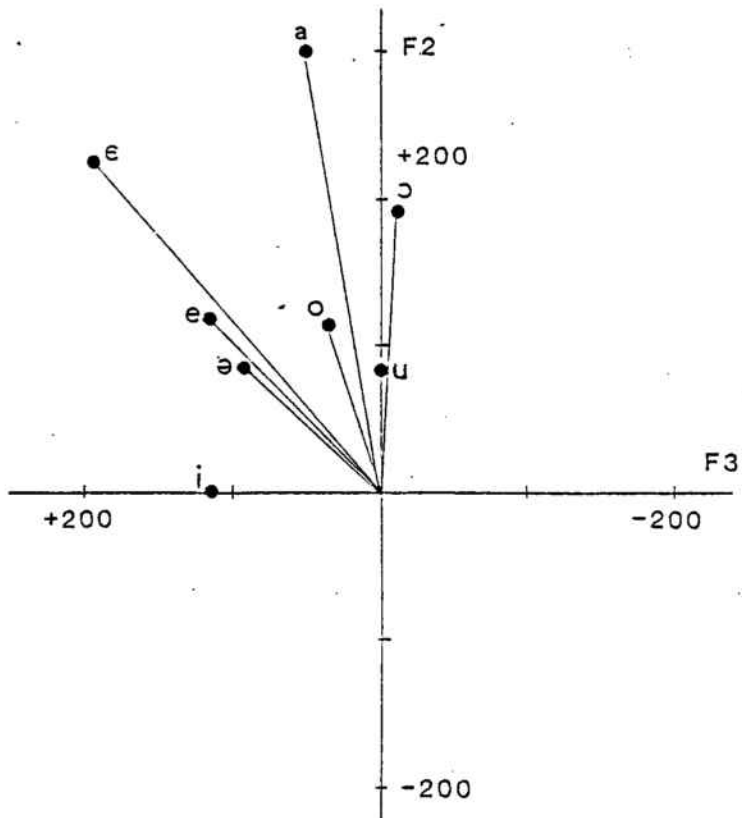


Figura 4.5b Efectes coarticulatoris sobre l'extensió (en Hz) i direcció (+, positiva; -, negativa) de les transicions de F2 (ordenada) vs. F3 (abscissa) corresponents a les consonants velars del català en contacte amb vocals de qualitat diferent.

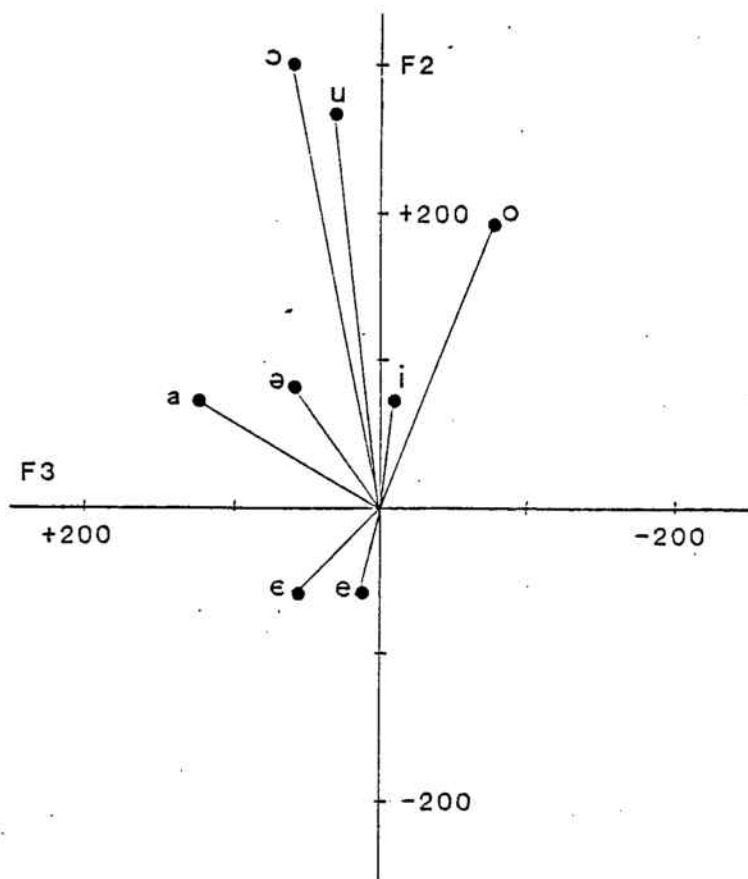


Figura 4.5c Efectes coarticulatoris sobre l'extensió (en Hz) i direcció (+, positiva; -, negativa) de les transicions de F2 (ordenada) vs. F3 (abscissa) corresponents a les consonants dentals i alveolars del català en contacte amb vocals de qualitat diferent.

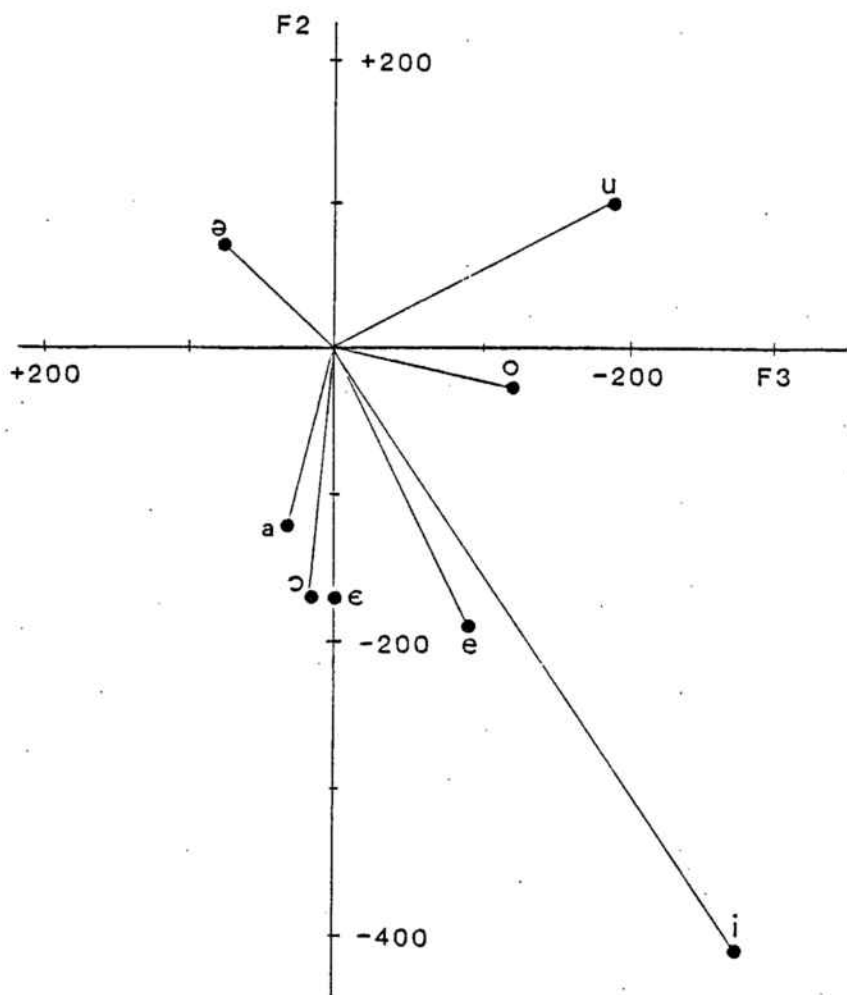


Figura 4.5d Efectes coarticulatoris sobre l'extensió (en Hz) i direcció (+, positiva; -, negativa) de les transicions de F2 (ordenada) i F3 (abscissa) corresponents a les consonants labials del català en contacte amb vocals de qualitat diferent.

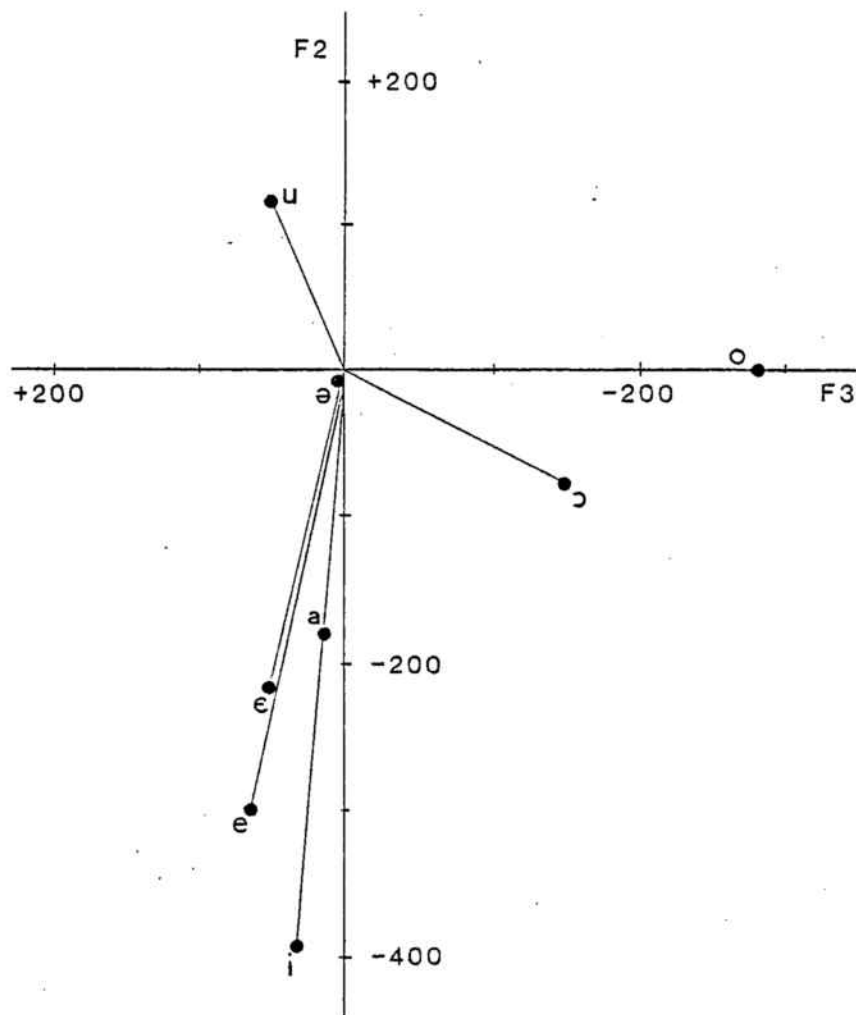


Figura 4.5e Efectes coarticulatoris sobre l'extensió (en Hz) i direcció (+, positiva; -, negativa) de les transicions de F2 (ordenada) i F3 (abscissa) corresponents a [r] del català en contacte amb vocals de qualitat diferent.

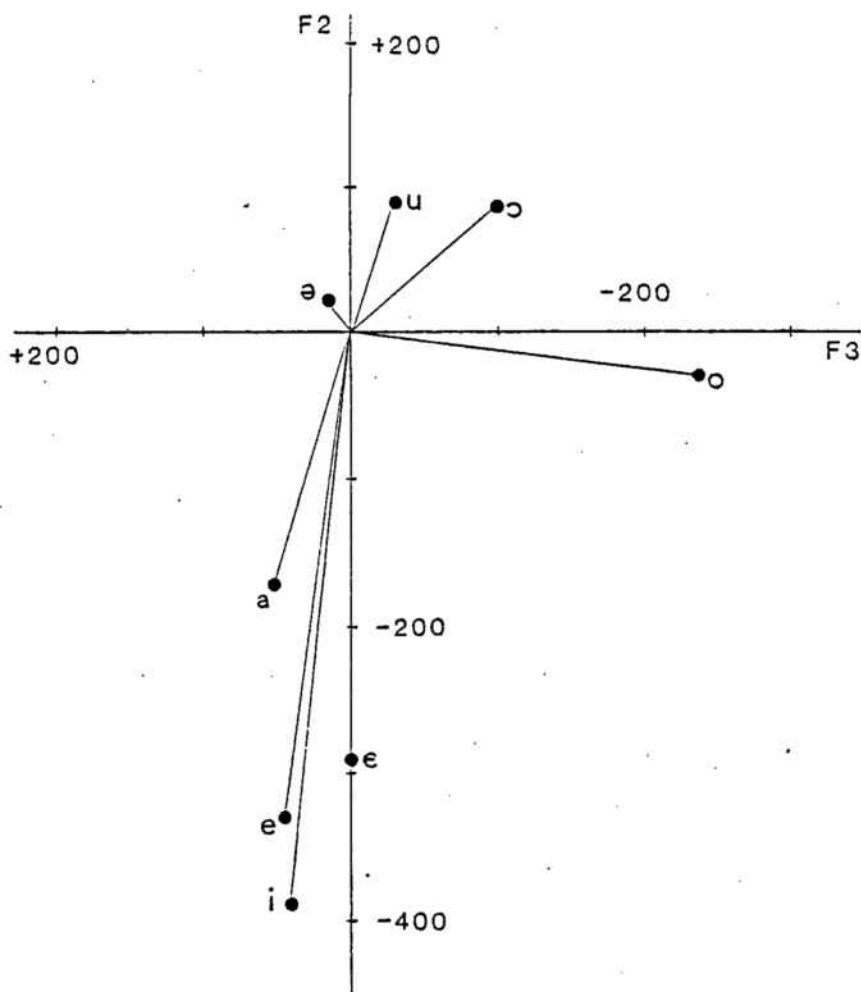


Figura 4.5f Efectes coarticulatoris sobre l'extensió (en Hz) i direcció (+, positiva; -, negativa) de les transicions de F2 (ordenada) i F3 (abscissa) corresponents a [l] del català en contacte amb vocals de qualitat diferent.

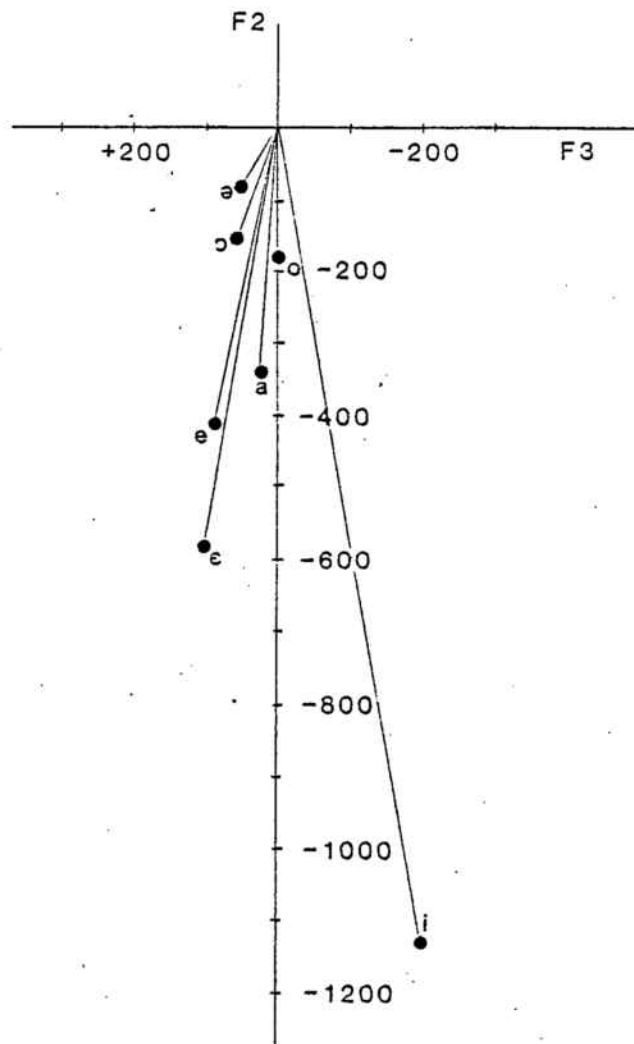


Figura 4.5g Efectes coarticulatoris sobre l'extensió (en Hz) i direcció (+, positiva; -, negativa) de les transicions de F2 (ordenada) i F3 (abscissa) corresponents a [w] del català en contacte amb vocals de qualitat diferent.

per cada línia recta des del marge de les transicions de F2 (dimensió vertical) X F3 (dimensió horitzontal) fins al període quasi-estable de la vocal (punt d'origen). La direcció del desplaçament és indicada per l'orientació de cada línia recta; pot ésser positiva (F2: per damunt de l'eix horitzontal; F3: a l'esquerra de l'eix vertical), negativa (F2: per sota de l'eix horitzontal; F3: a la dreta de l'eix vertical) o bé neutra (sobre l'eix vertical en el cas de F2, i sobre l'eix horitzontal en el cas de F3). Així, per exemple, la vocal [o] precedida de consonant palatal presenta un F2 positiu (+280 Hz) i un F3 positiu (+90 Hz). A continuació, comento les dades representades a les figures 4.5a-4.5g.

a) Consonants palatals. Les consonants palatals presenten constricció primària dorso-palatal. Això explica que l'extensió de les transicions corresponents a les vocals anteriors sigui menor que l'extensió de les transicions corresponents a les vocals posteriors. Pel que fa a les vocals emeses amb constricció a l'àrea palatal, la distància que ha de recórrer el dors lingual des de la configuració consonàntica a la configuració vocàlica augmenta a mida que augmenta el grau d'obertura vocàlica. En conseqüència, l'extensió de les transicions amb vocals anteriors varia segons la progressió vocals anteriors mitjes baixes > mitjes altes > altes. L'extensió de les transicions corresponents a la vocal posterior alta [u] és menor que l'extensió de les transicions corresponents a vocals articulades a la faringe superior i a la faringe inferior. Aquestes dades confirmen el fet que les consonants palatals son produïdes amb un canal faringi ampli. La vocal [ə] presenta transicions amb una extensió menor que

les altres vocals i, per tant, es produïda amb una configuració articulatòria molt adaptable a la configuració pròpia de la consonant palatal.

b) Consonants velars. Les consonants velars presenten constricció primària dorso-palatal o dorso-velar segons el lloc d'articulació de la vocal següent. Anàlogament al que s'esdevenia amb les consonants palatals, en el cas de les vocals emeses amb constricció a aquestes àrees o a àrees pròximes de la cavitat bucal, la distància que ha de recórrer el dors lingual des de la configuració consonàntica a la configuració vocàlica augmenta a mida que augmenta el grau d'obertura vocàlica. En conseqüència, les vocals altes [i] i [u] presenten transicions amb una extensió menor que les vocals mitjes altes [e] i [o], i aquestes, a la vegada, presenten transicions amb una extensió menor que les vocals mitjes baixes [ɛ] i [ɔ]. La vocal baixa [a] presenta una transició amb extensió considerable car és articulada amb constricció a la regió faríngea inferior, lluny del lloc d'articulació corresponent a qualsevol de les variants de consonant velar. [ə] presenta transicions amb una extensió relativament curta i, per tant, una configuració articulatòria força adaptable a la configuració pròpia de la consonant velar.

c) Consonants dentals i alveolars. Les consonants dentals i alveolars (tret de [l] i [r] que són analitzades a les seccions 4.2.2e) i 4.2.2f)) presenten una constricció primària anterior i una posició elevada i plana del dors lingual. Aquest fet explica que l'extensió de les transicions corresponents a les vocals anteriors sigui menor que la

corresponent a les vocals posteriors. [ə] presenta transicions amb extensió molt curta i, per tant, una configuració articulatòria molt adaptable a la configuració consonàntica dental i alveolar.

d) Consonants labials. En general, les transicions corresponents a les consonants produïdes amb constricció primària bilabial no experimenten diferències d'extensió segons la qualitat de la vocal següent. Aquest fet està d'acord amb la posició altament adaptable de la llengua a la configuració articulatòria de la vocal durant la producció de les consonants labials. Cal exceptuar [i] que presenta transicions amb una extensió molt considerable i, per tant, demana un desplaçament lingual i labial superior al de les altres vocals.

e) [r]. La consonant [r] es produïda amb constricció primària alveolar, configuració còncava del dors lingual i constricció secundària a la faringe. En conseqüència, les diferències d'extensió de les transicions promogudes pel context vocàlic són força similars a les reportades en el cas de [l]. [ə] presenta transicions amb una extensió menor que les altres vocals i, per tant, una configuració articulatòria molt adaptable a la configuració de [r].

f) [l]. La consonant [l] és produïda amb una constricció primària àpico-alveolar i amb una constricció secundària a la regió velo-faríngea. Les transicions amb extensió menor corresponen, doncs, a les vocals posteriors altes i mitjes altes, amb constricció a les regions velar i faríngea superior respectivament. La configuració còncava del dors lingual durant l'articulació de [l] fa que l'extensió de les transicions corresponents a les vocals anteriors sigui

considerable i disminueixi segons la progressió vocals anteriors altes> mitjes altes> mitjes baixes. [ə] presenta transicions amb una extensió menor que les altres vocals i, per tant, una configuració articulatòria molt adaptable a la configuració de [l].

g) [w]. La consonant [w] és produïda amb doble constricció bilabial i dorso-velar. Les transicions amb extensió menor corresponen a vocals labialitzades amb constricció lingual prop de la regió velar; les transicions amb extensió major corresponen a consonants anteriors no-labialitzades. [ə] presenta transicions amb una extensió menor que les altres vocals i, per tant, una configuració articulatòria molt adaptable a la configuració de [w].

4.3 Efectes coarticulatoris sobre la vocal.

4.3.1 Reducció vocàlica.

Modificacions en les condicions d'emissió fònica (context fonètic, accent, ritme de parla) fan que el triangle vocàlic de les vocals reduïdes presenti una posició més centralitzada que el corresponent a les vocals no-reduïdes. Aquest fenomen es produeix com a conseqüència del fet que els articuladors adopten una configuració menys extrema (és a dir, menys allunyada de la configuració bucal neutra) per al primer grup de vocals que per al segon.

A la figura 4.6 presento les freqüències mitjes de F1xF2 corresponents a vocals tòniques i àtones del català emeses en isolació, en contextos [sVk] i en contextos simètrics CVC amb consonants de lloc d'articulació diferent, independentment de parlants i repeticions diferents. El paradigma i les condicions experimentals coincideixen amb els utilitzats a la secció 3.1.1. Les freqüències corresponents a vocals anteriors (part superior de la figura) i vocals posteriors (part inferior de la figura) han estat representades separatament. Les realitzacions de [ə] no han estat incloses.

Segons les dades de la figura 4.6, el fenomen de reducció vocàlica pot ésser analitzat en funció dels factors tonicitat (vocals tòniques vs. vocals àtones) i context (vocals en isolació vs. vocals en diversos contextos consonàntics). Caracteritzo, a continuació, l'efecte promogut per part d'ambdós factors.

4.3.1a Presència vs. absència d'accent.

El fenomen de reducció vocàlica pot ésser condicionat per la presència vs. absència d'accent. Així, segons la figura 4.6, [i] i [u] àtones ocupen posicions més centralitzades que [i] i [u] tòniques. Efectivament, [i] àtona presenta un F2 més baix que [i] tònica i [u] àtona presenta un F2 més alt que [u] tònica. Aquest efecte va generalment acompanyat d'un abaixament de F1 en el cas de [i] àtona vs. [i] tònica, i d'una elevació de F1 en el cas de [u] àtona vs. [u] tònica.

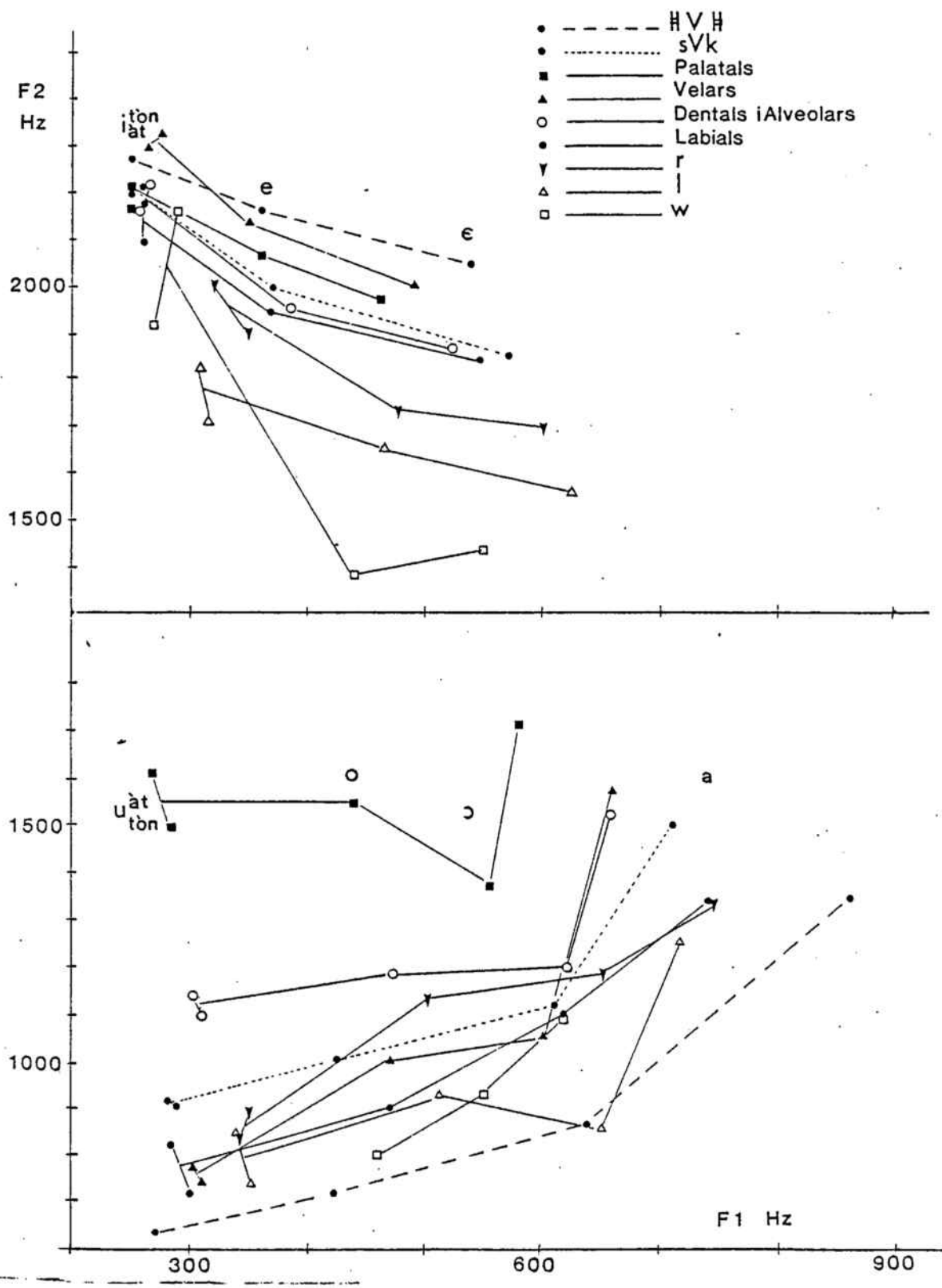


Figura 4.6 Efectes de reducció vocàlica sobre F1 (abscissa) X F2 (ordenada) (en Hz) de les vocals del català en contextos diversos. Part superior: vocals anteriors; part inferior: vocals posteriors.

La tendència envers una major centralització en el cas de vocals àtones vs. vocals tòniques es troba ben documentada en francès, alemany, espanyol (Delattre, 1969b) i anglès (Delattre, 1969b; Tiffany, 1959).

4.3.1b Vocals en isolació vs. en contextos consonàntics diversos.

La figura 4.6 indica que les vocals en context ocupen posicions més centralitzades que les vocals en isolació. La mateixa tendència ha estat observada en altres llengües (holandès: Koopmans-van Beinum, 1980; suec: Stålhammar, Karlsson, i Fant, 1973). Una anàlisi més detallada de les dades representades a la figura permet de distingir entre tendències qualitatives i tendències quantitatives en el procés de centralització.

Com a tendències qualitatives fonamentals, cal destacar un abaixament del F2 de vocals anteriors, una elevació del F2 de vocals posteriors labialitzades i un abaixament del F1 de la vocal baixa [a]; com a tendències qualitatives secundàries, cal esmentar un augment del F1 de vocals altes i mitjes altes, un abaixament del F1 de vocals mitjes baixes i una elevació de F2 en el cas de [a]. Delattre (1969b) dóna indicacions articulatòries precises sobre aquestes tendències. Una disminució del F2 de vocals anteriors és causada per la retracció lingual i la disminució de l'extensió horitzontal de l'obertura labial; un augment del F2 de vocals posteriors labialitzades és causada per l'avançament lingual i la deslabialització; en el cas de [a], una disminució de F1 es deu a l'elevació lingual i un augment de F2 a

l'avançament lingual; un augment de F1 en el cas de vocals altes és degut a l'abaixament lingual i a l'obertura creixent de la constricció linguo-palatal; finalment, una disminució de F1 en el cas de vocals mitjes baixes és causada per l'elevació lingual envers el paladar i la disminució del grau d'obertura linguo-palatal.

El grau de reducció vocàlica varia segons la vocal i el context consonàntic. La magnitud del desplaçament de freqüències vocàliques envers posicions més centralitzades es troba en relació inversa amb l'índex de compatibilitat entre la configuració dels articuladors durant el període de producció de la consonant i el període de producció de la vocal. Per una banda, les vocals anteriors experimenten menys centralització per part de consonants produïdes amb una posició elevada del dors lingual a la regió palatal que per part de consonants amb posició baixa del dors lingual o bé constricció al rera de la cavitat bucal. Per altra banda, les vocals posteriors experimenten menys centralització per part de consonants articulades amb constricció faríngea o velar que per consonants que presenten un lloc de constricció lingual més avançat. Aquestes dades sobre centralització vocàlica en funció del context consonàntic coincideixen força amb el principi remarcat per a l'anglès americà (Stevens i House, 1963; Stevens, House, i Paul, 1966) segons el qual la quantitat de desplaçament de les freqüències del F2 vocàlic depèn directament de la diferència (en Hz) entre el "locus" del F2 de la consonant i la freqüència del F2 vocàlic.

Pel que fa a les tendències quantitatives, cal remarcar que el fenomen de reducció vocàlica afecta en major grau el F2 de vocals posteriors vs. anteriors. La vocal baixa [a] presenta una dispersió notable de freqüències de F1 d'acord amb el fenomen, ja observat anteriorment, que aquest formant és particularment sensible a diferències d'emplaçament de la constricció faríngea (vegeu secció 3.1.1a).

4.3.1c Reducció vocàlica en català vs. altres llengües.

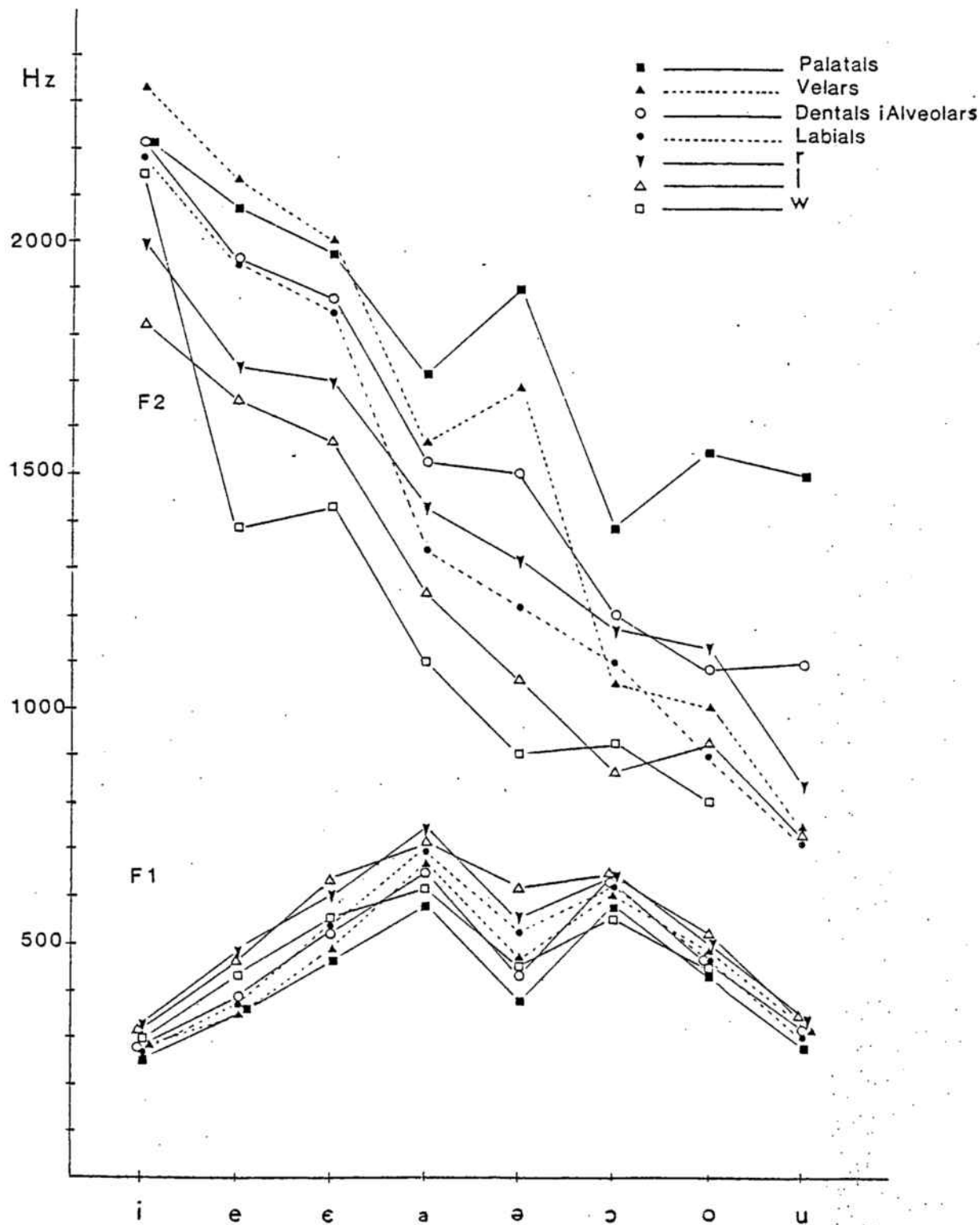
En comparació amb les dades reportades per Delattre (1969b) sobre reducció vocàlica sota condicions de presència vs. absència d'accent en francès i en espanyol, el fenomen de reducció de vocals en català presenta més similitud amb la primera llengua que amb la segona. Com en català, el fenomen de reducció en francès fa que F1 de vocals altes augmenti (pero no en espanyol) i F1 de vocals baixes i mitjes baixes decreixi (també en espanyol, llevat de les vocals mitjes baixes, absents en aquesta llengua). En català i en francès, [i] i [e] presenten una reducció de F2, i [u] i [o] presenten una elevació de F2; en espanyol, aquestes tendències són observades únicament en el cas de [e] i [o]. La vocal baixa [a] presenta un augment de F2 en francès i en català pero no en espanyol. Finalment, també en francès i en català (però no en espanyol) les vocals posteriors presenten més reducció que les anteriors. Aquesta afinitat major entre català i francès vs. català i espanyol està relacionada possiblement amb el fet que català i francès presenten un sistema vocàlic de més graus d'obertura (quatre) que l'espanyol (tres) i una vocal centralitzada.

4.3.2 Efectes coarticulatoris de consonant a vocal.

4.3.2a Freqüències.

L'efecte coarticulatori per part de consonants de lloc d'articulació diferent sobre vocals en contextos simètrics CVC es estudiat a continuació. A les figures 4.7a i 4.7b, presento les freqüències mitjes de F1, F2 i F3 al període quasi-estable de la vocal en funció del lloc d'articulació de la consonant, independentment de parlants i repeticions diferents. Els contextos CVC i les condicions experimentals utilitzats coincideixen amb els indicats a la secció 3.1.1.

En general, la magnitud dels efectes vocàlics és major al període quasi-estable de la vocal que al marge de les transicions vocàliques. Concretament, el contrast entre F1 de vocals obertes i vocals tancades, i entre F2 i F3 de vocals anteriors i vocals posteriors és major al període vocàlic quasi-estable (figures 4.7a i 4.7b) que al marge de les transicions (figures 4.4a i 4.4b). Per altra banda, la magnitud dels efectes consonàntics és menor al període vocàlic quasi-estable que al marge de les transicions vocàliques. Així, per exemple, la diferència entre els efectes per part de consonants palatals vs. [w] sobre el F2 de cada una de les vocals és molt més elevada al marge de les transicions (figura 4.4a) que al període vocàlic quasi-estable (figura 4.7a). La magnitud relativa entre efectes coarticulatoris per part de consonants de lloc d'articulació diferent i la direcció dels efectes en qüestió són força similars a ambdós punts de referència. Així (compareu les figures 4.4a i 4.7a), al període vocàlic quasi-estable i



Figures 4.7a Efectes coarticulatoris sobre F1 i F2 de les vocals del català per part de consonants de lloc d'articulació diferent. Les vocals han estat ordenades d'esquerra a dreta de més anteriors a més posteriors.

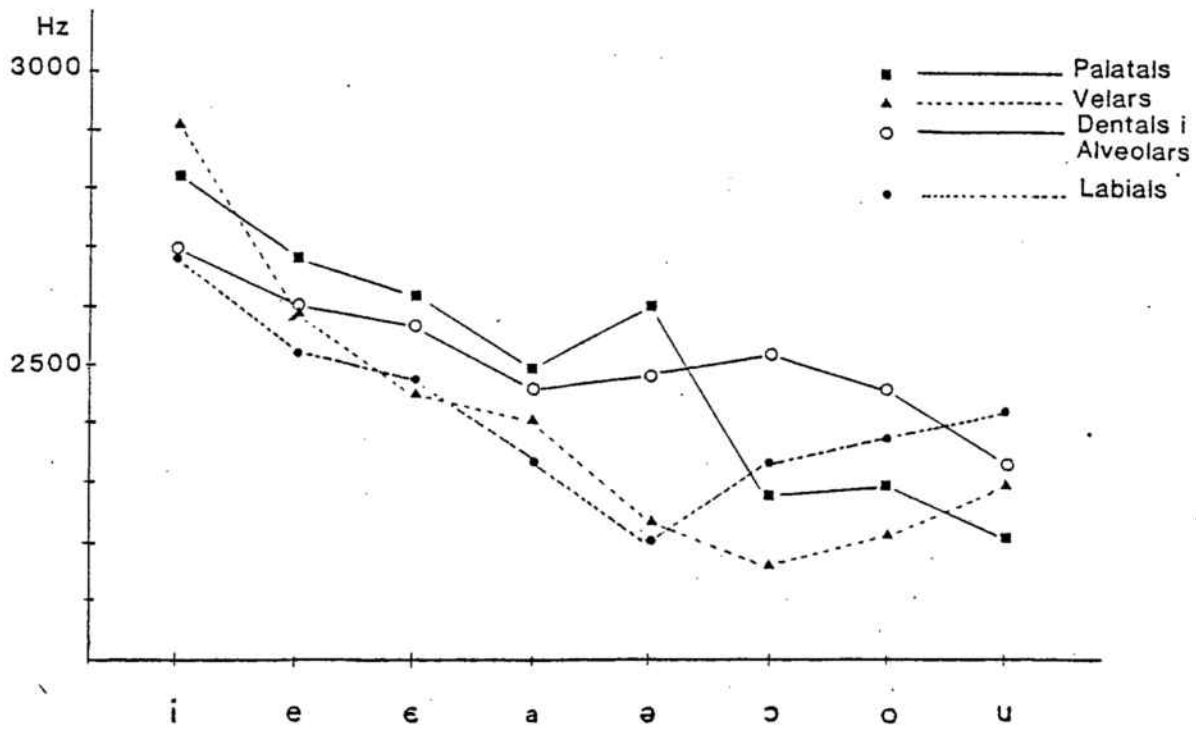
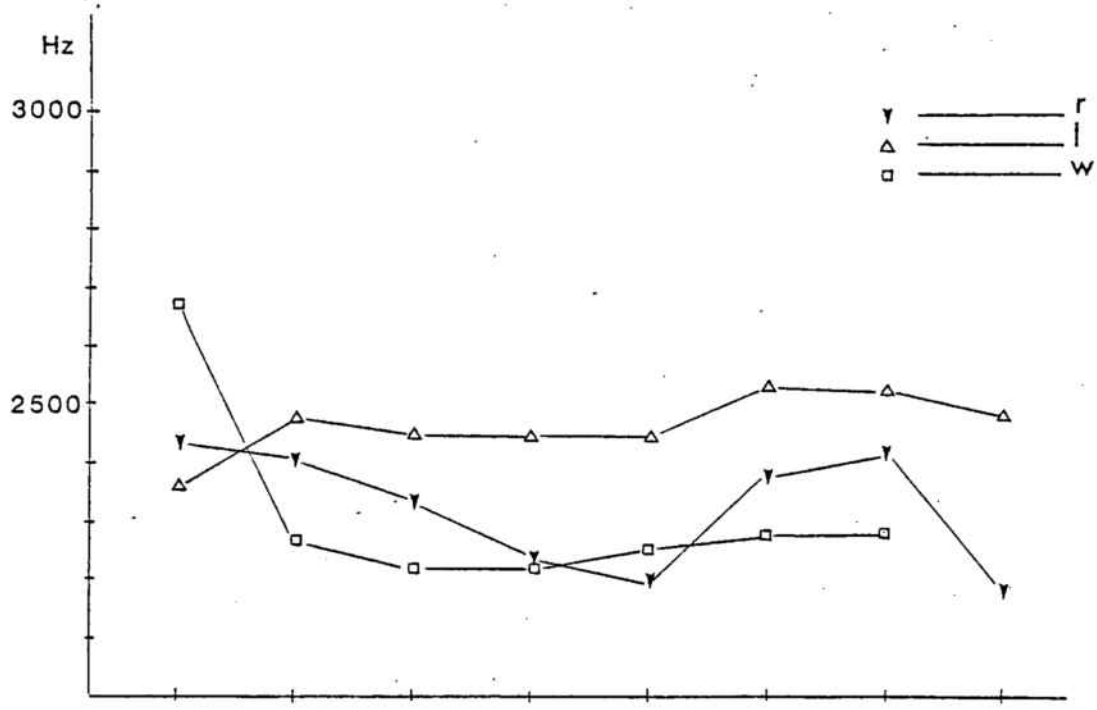


Figura 4.7b Efectes coarticulatoris sobre F3 de les vocals del català per part de consonants de lloc d'articulació diferent. Les vocals han estat ordenades d'esquerra a dreta de més anteriors a més posteriors.

al marge de les transicions, l'efecte consonàntic sobre F2 en l'escala de freqüències decreix segons la progressió consonants palatals > consonants dentals i alveolars > [r] > [l] > [w] mentre que l'efecte sobre F2 per part de consonants velars i labials motiva una dispersió més considerable de freqüències altes i baixes. Pel que fa a F1 i F3 (compareu les figures 4.4a i 4.4b amb les figures 4.7a i 4.7b), la magnitud relativa dels efectes consonàntics al període vocàlic quasi-estable també presenta poques alteracions en comparació amb l'observada al marge de les transicions. En línies generals, el F1 de la vocal augmenta amb consonants que presenten constricció al rera de la cavitat bucal, i el F3 de la vocal augmenta a mida que la consonant presenta una cavitat anterior de dimensions menors i un grau superior de constricció línguo-palatal.

La vocal [ə] presenta una adaptabilitat a diferències de context consonàntic superior a totes les altres vocals. Efectivament, les diferències entre els F2 i F3 de vocals en els contextos consonàntics palatal i [w] és força més elevada en el cas de [ə] vs. altres vocals. En aquest sentit, [ə] pot ésser considerada una vocal neutra car presenta poca resistència a l'efecte coarticulatori de la consonant.

Efectes coarticulatoris per part de consonants sonores vs. sordes al període quasi-estable de la vocal només són detectables en el cas de F3 i, sobretot, F4. Els F3 i F4 vocàlics resulten inferiors en el cas de les consonants sonores vs. sordes. Aquest fet està d'acord amb l'afirmació de Fant (1960) que el F4 vocàlic depèn, en gran mesura, de

les dimensions de la cavitat laríngea.

4.3.2b Duracions.

A la figura 4.8 presento dades sobre diferències de duració vocàlica motivades per part de consonants de mode d'articulació i sonoritat diferents, independentment de parlants i repeticions diferents. El paradigma i les condicions experimentals coincideixen amb els utilitzats a la secció 3.1.2. Els efectes coarticulatoris en funció de consonants de lloc d'articulació diferent són poc importants i, per tant, no han estat representats.

Segons la figura 4.8, la duració vocalica decreix d'acord amb la progressió consonàntica següent: aproximants (sonores), fricatives sonores > líquides (sonores) > africades sonores > nasals (sonores) > oclusives (sordes) > africades sordes > fricatives sordes.

Per a cada categoria consonàntica de mode d'articulació amb variants sordes i sonores, la vocal davant variant sonora és més llarga que davant variant sorda. A més a més, independentment del mode d'articulació consonàntic, hi ha una tendència clara per part de qualsevol consonant sonora a promoure una duració vocàlica major que qualsevol consonant sorda. Aquest fenomen està documentat en diverses llengües (anglès americà: House i Fairbanks, 1953; francès, O'Shaughnessy, 1981) i ha d'ésser atribuït, possiblement, a l'interval de temps utilitzat per assolir l'expansió de la cavitat faríngea durant el període d'oclusió corresponent a les consonants sonores per tal de prevenir la cessació de vibracions glotals (Abramson, 1977).

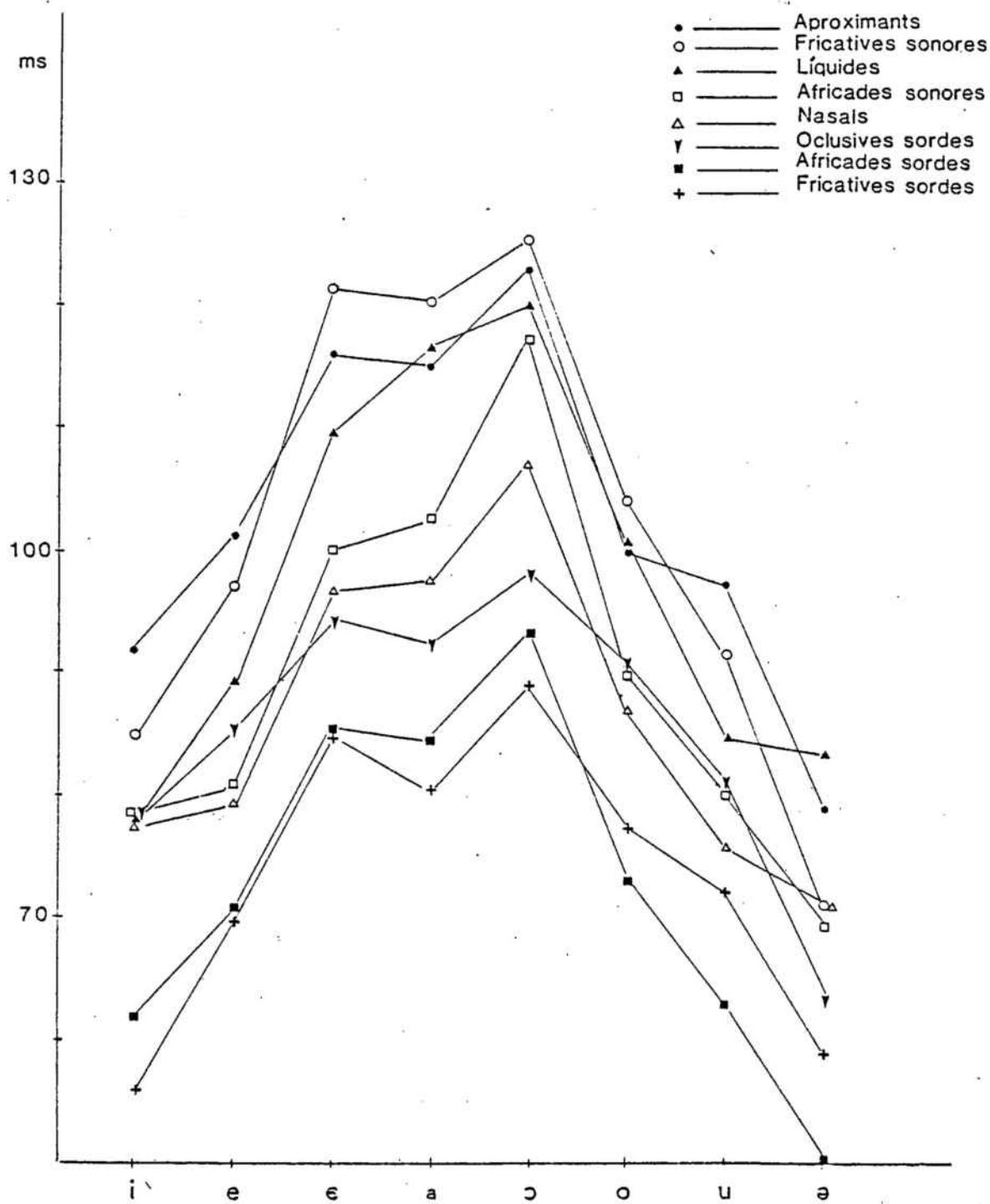


Figura 4.8 Efectes coarticulatoris sobre les duracions (en ms) de vocals del català per part de consonants de mode d'articulació i sonoritat diferents. Les vocals han estat ordenades d'esquerra a dreta de més anteriors a més posteriors i [ə].

La duració vocàlica màxima promoguda per part de les consonants fricatives sonores en català és consistent amb dades per a l'espanyol (Navarro Tomás, 1916: efecte consonàntic anticipatori), francès (O'Shaughnessy, 1981: efecte consonàntic anticipatori) i anglès americà (House i Fairbanks, 1953: seqüències simètriques [huCVC]; Peterson i Lehiste, 1960: efecte consonàntic anticipatori; Umeda, 1975: efecte consonàntic anticipatori). La relació entre l'efecte coarticulatori sobre la duració vocàlica per part de les consonants líquides vs. fricatives sonores en català és consistent amb dades per al francès i anglès però no per a l'espanyol. En tot cas, ambdues categories de consonants determinen duracions vocàliques màximes en totes les llengües examinades. Consonants africades sonores i consonants líquides condicionen duracions vocàliques similars en anglès americà (Peterson i Lehiste, 1960) i en català; segons els altres estudis, les consonants africades són omeses o bé considerades juntament amb la categoria de consonants oclusives. L'efecte coarticulatori motivat per les consonants nasals precedeix l'efecte motivat per part de les consonants líquides en anglès americà (Peterson i Lehiste, 1960) però no en català, francès i espanyol.

L'efecte coarticulatori de duració vocàlica mínima per part de consonants oclusives i fricatives sordes en català coincideix amb totes les altres llengües. Ara bé. Hi ha manca de coincidència entre català i altres llengües (segons dades sobre coarticulació consonàntica anticipatòria i coarticulació en contextos consonàntics simètrics) en el fet que, només en català, les consonants oclusives sordes (i africades sordes) promouen una duració vocàlica més elevada que les

consonants fricatives sordes. Amb tot, O'Shaughnessy (1981) per al francès ha fet notar una tendència important per part d'oclusives sordes inicials a allargar la vocal següent.

CAPÍTOL V. RESUM I CONCLUSIONS

En aquest capítol faig un resum dels resultats reportats en aquesta tesi. Així mateix, porto a terme una interpretació dels descobriments més significatius a la llum de teories generals sobre producció i coarticulació de sons.

5.1 Producció i invariància.

5.1.1 Vocals.

Les freqüències de F1XF2 permeten de contrastar de forma quasi-invariant les vocals tòniques i àtones del català considerades separadament, llevat de les vocals tòniques mitjes baixes vs. baixes. Aquesta excepció s'adiu amb els dos fets següents: el grau de variació de F1 augmenta amb el grau d'obertura i el camp de dispersió de [ɔ] en català presenta superposició amb el camp de dispersió de [a] cardinal. En general, aquests resultats estan d'acord amb els estudis sobre anàlisi acústica de vocals en llengües diverses; hom ha conclòs que els dos primers formants permeten de diferenciar totes les realitzacions de les vocals del sistema lingüístic emeses per un mateix parlant però no per part d'un grup de parlants diversos (Shoup i Pfeifer, 1976). En conjunt, les vocals tòniques son produïdes amb diferències de grau d'obertura (F1 de vocals altes, mitjes altes, mitjes baixes i baixes), retracció lingual i constricció linguo-palatal (F2 i F3 de vocals no-labialitzades) i constricció linguo-velar amb més o menys labialització (F2 i F3 de vocals labialitzades). Una comparació entre els camps de dispersió de vocals del català i vocals

cardinals mostra que la transcripció fonètica detallada de [a] i [ɔ] ha d'ésser [a̲] i [ɔ̲] respectivament. Les diferències de duració i intensitat vocàliques es corresponen de forma aproximada amb les diferències de grau d'obertura entre vocals tòniques, si bé no hi ha relació clara entre grau d'obertura i duracions i intensitats de vocals mitjes baixes vs. baixes i les diferències d'intensitat entre les altres vocals son freqüentment no-significatives.

Les vocals àtones del català ocupen regions més centralitzades que les vocals tòniques i, per tant, son produïdes amb posicions articulatòries menys extremes. Les freqüències de F1XF2 permeten de contrastar de forma quasi-invariant les tres vocals àtones [i], [u] i [ə]. En virtut de les freqüències en consideració, [i] àtona resta emplaçada a la regió alta anterior i [u] àtona resta emplaçada a la regió alta posterior; la diversitat de configuracions articulatòries de [ə] fa que F1 pugui ocupar les regions alta, mitja alta, mitja baixa i baixa, i F2 les regions anterior i posterior. Les diferències d'intensitat es corresponen bastant bé amb les diferències d'obertura bucal entre vocals àtones però no les diferències de duració.

F1XF2 no permeten de contrastar les variants tòniques i àtones de [i] i [u] de forma invariant, en consonància amb el fet que els camps de dispersió dels formants en qüestió corresponents a ambdós grups de vocals mostren superposició notable. Llur relació pot ésser explicada en funció del procés de reducció vocàlica. En condicions similars de ritme de parla, la manca d'accent motiva una disminució de la duració i la intensitat vocàliques i una modificació de la freqüència dels

formants. Entre aquests tres paràmetres, les diferències de duració resulten més significatives que les diferències de freqüència i aquestes més significatives que les diferències d'intensitat.

Des d'una perspectiva fonològica, [i] àtona prové de /i/ subjacent i [u] àtona prové de /ɔ/, /o/, /u/ subjacents mitjançant l'aplicació d'una regla de reducció de vocals en contextos àtons. Les dades reportades aquí suggereixen que el resultat fonètic d'aquest procés de reducció obeeix a condicionaments articuladoris i auditius específics. Pel que fa a la sèrie de vocals anteriors tòniques [i], [e] i [ɛ], només [i] es produïda amb constricció palatal evident; doncs bé, aquesta és precisament la vocal anterior àtona del català. Totes les vocals de la sèrie posterior [a], [ɔ], [o] i [u] presenten constricció lingual evident i [ɔ], [o] i [u] presenten labialització; doncs bé, la vocal àtona posterior del català és precisament [u], articulada també amb constricció lingual evident i amb un aprofitament màxim del grau de labialització. El sistema vocàlic àton del català presenta dues vocals ben definides articulatòriament, [i] i [u]. Representen un aprofitament extrem del recursos de producció vocàlica, constricció palatal màxima sense labialització i constricció posterior màxima amb grau màxim de labialització. És lògic suposar que aquest contrast articuladori màxim comporti també un contrast auditiu màxim.

Per tal caracteritzar amb precisió les realitzacions de [ə], presento a la figura 5.1 les freqüències de F1XF2 de [ə] en contextos simètrics CVC per a totes les consonants de lloc d'articulació diferent segons cada un dels parlants Re, Bi i Go. Les freqüències de [ə] han

estat agrupades segons els grups consonàntics palatal, velar, dental i alveolar, labial, [r], [l] i [w]; resten sobreposades als camps de dispersió de les vocals tòniques del català. Clarament, les realitzacions de [ə] no permeten associar de forma exclusiva aquesta vocal amb cap vocal tònica ni amb la regió de centralització; de fet, el camp de dispersió de [ə] només pot ésser exclòs del camp de dispersió de la vocal [u] tònica emesa amb labialització màxima. L'efecte consonàntic sobre F2 de [ə] és molt pronunciat; aquest formant presenta realitzacions anteriors en contacte amb consonants palatals i velars, posteriors no-labialitzades en contacte amb consonants dentals i alveolars, i posteriors labialitzades en contacte amb consonants labials, [r], [l] i [w].

Aquesta distribució de freqüències de [ə] suggereix la interpretació següent. Les realitzacions de [ə] resulten del pas d'una configuració bucal amb presència de constricció a una configuració bucal sense constricció evident. Així doncs, des d'un punt de vista articulatori, qualsevol realització de [ə] és, estrictament, una variant vocàlica menys definida i més relaxada de la vocal o consonant adjacents. Així, aquesta realització serà anterior alta amb consonants palatals però posterior baixa amb la consonant [l] (emesa amb constricció secundària posterior) i posterior alta amb labialització amb la consonant [w] (emesa amb constricció posterior alta i labialització). La dispersió de les freqüències de F1XF2 de [ə] segons la categoria de lloc d'articulació de la consonant adjacent suggereix clarament que la qualitat d'aquesta vocal és detectada auditivament en conjunció amb la consonant en qüestió. L'oient no

percep les diferències tímbriques de les realitzacions de [ə] per tal com no detecta aquesta vocal fora del context sil·làbic en què ha estat produïda. D'acord amb Lindblom (1963), durant l'acte de percepció de [ə], l'oient és capaç de compensar la manca d'invariància acústica en funció dels efectes coarticulatoris motivats pel context.

Malgrat això, l'anàlisi de les variants al·lofòniques de [ə] reportada en aquest treball deixa entreveure que la vocal en qüestió presenta uns atributs acústics mínims. Anàlisis de variància (vegeu secció 3.1.1c) mostren una diferència significativa del F2 de [ə] amb totes les vocals tòniques llevat de la vocal posterior no-labialitzada [a]. F2 permet, doncs, atorgar a aquesta vocal l'atribut típic de vocal posterior no-labialitzada. Les freqüències del F1 de [ə] mostren un efecte consonàntic menor que les freqüències de F2 i permeten atorgar a aquesta vocal l'atribut típic de vocal mitja (més aviat mitja alta que mitja baixa, en consonància amb els resultats dels anàlisis de variància (vegeu secció 3.1.1b)). [ə] presenta, a més a més, un F3 parell al F3 de [u] tònica i una duració significativament menor a la de totes les vocals tòniques; aquests dos atributs han d'ésser força rellevants en la caracterització acústica de la vocal en qüestió. En resum, [ə] no pot ésser contrastada de forma invariant amb les vocals tòniques del català i presenta atributs acústics que permeten de caracteritzar-la normalment com a vocal mitja posterior no-labialitzada amb centralització i durada curta.

Des d'una perspectiva fonològica, aquesta caracterització de [ə] pot ésser plantejada en els termes següents. [ə] prove de /e/, /ɛ/ i /a/ subjacents mitjançant l'aplicació d'una regla de reducció de vocals en contextos àtons. Com en el cas de [i] i [u] àtones, aquest procés de reducció obeeix a condicionaments articulatoris i auditius. La vocal àtona [ə] és articulada sense constricció aparent i presenta, precisament, alternança amb les vocals tòniques sense constricció aparent ([e], [ɛ], i possiblement [a]). Només presenta funció distintiva amb les altres vocals àtones [i] i [u]. Efectivament, la figura 5.1 permet d'assegurar que el camp de dispersió de freqüències de [ə] no presenta interferència amb el camp de dispersió de freqüències de [u] àtona i molt poca interferència amb el camp de dispersió de freqüències de [i] àtona. S'esdevé, doncs, que les realitzacions de [ə] poden registrar una extensió considerable a les regions de F1XF2 que es troben fora del domini de [i] i [u] àtones; qualsevol realització d'aquestes característiques és integrada perceptualment com a [ə] en conjunció amb el context fonètic.

La caracterització de la vocal neutra del català oriental central exposada aquí està d'acord amb la proposada per Cerdà (1972) en el fet que ambdues assignen a [ə] la qualitat típica de vocal mitja posterior no-labialitzada amb centralització. Ambdues caracteritzacions difereixen en el fet que, segons Cerdà, la freqüència mitja de F1XF2 agrupa les realitzacions de [ə] a la regió de centralització i permet d'oposar aquesta vocal a totes les vocals tòniques sense consideració d'altres factors. Cal dir, en aquest sentit, que les dades sobre realitzacions de [ə] reportades per Cerdà presenten interferència

notable amb realitzacions d'altres vocals (prop d'un 50%); evidentment el percentatge és ben lluny d'un 85% necessari per atènyer la quasi-invariància. Per altra banda, no és possible basar la naturalesa acústica de [ə] en funció de la freqüència mitja absoluta de F1XF2 per tal com la dispersió dels valors d'aquests formants és massa considerable i, en conseqüència, ha d'ésser complementada amb dades estadístiques sobre variació. A més a més, com a resultat de les dades reportades aquí, pot assegurar-se que altres factors (F3 i duració) són determinants en el contrast de [ə] vs. vocals tòniques. Finalment, no hi ha cap raó per esperar un contrast articuladori i acústic entre vocals àtones (amb inclusió de [ə]) i vocals tòniques del català per tal com pertanyen a subsistemes fonològics diferents (àton i tònic); en conseqüència, les entitats de cada subsistema contrasten entre si però no es produeix contrast entre entitats pertanyents a subsistemes diferents.

5.1.2 Consonants.

F2 es millor indicador que F1 i F3 de les diferències entre consonants aproximants, laterals i vibrants de lloc d'articulació diferent; així mateix, hi ha una relació inversa entre F1 i F2 i una relació directa entre F2 i F3. Aquestes consonants poden ésser agrupades satisfactòriament en funció de les freqüències de F2 i F3, que depenen del grau de constricció linguo-palatal i del volum de la cavitat posterior (F2 de consonants articulades amb constricció primària més anterior que la regió velar) o bé del volum de la cavitat anterior (F2 de consonants articulades a la regió velar; F3 de totes

les consonants). En conseqüència, F2 i F3 disminueixen segons la progressió consonants palatals>dentals i alveolars>labials i làbio-velars; les freqüències corresponents a les consonants velars són equiparables als tres grups segons la qualitat de la vocal adjacent. Diferències de F2 i F3 permeten de distingir [r] (post-alveolar) i [l] (alveolar velaritzada) de les consonants [ʀ] i [ʁ] (alveolars), i [j] (palatal) de [ɰ] (alveolo-palatal).

Les consonants nasals poden ésser classificades segons els formants N1, N3, N4 i l'antiformant Z1, associats amb les dimensions d'una o més cavitats posteriors al lloc de constricció primària; la freqüència d'aquestes característiques espectrals decreix amb un increment del volum de les cavitats en qüestió a mida que el lloc de constricció és avançat segons la progressió palatal o velar, alveolar i labial. Les consonants amb fricció poden ésser classificades segons el formant F1, l'antiformant Z1 i el límit inferior de l'espectre de la turbulència, la freqüència del quals decreix a mida que les dimensions de la cavitat anterior i de la constricció augmenten. Les diferències de freqüència justifiquen el matís palatal de [s] en català i una configuració articulatòria més anterior en el cas de [ç] vs. [ʃ].

Les diferències de duració permeten de distingir entre, per una banda, fricatives i africades (durada màxima) i, per altra banda, aproximants i [ʎ] (durada mínima); les consonants oclusives, laterals, nasals i [r] presenten una duració intermitja.

5.1.3 Transicions.

Les freqüències corresponents al marge, extensió i direcció de les transicions de F1, F2, F3 i F2XF3 no permeten de caracteritzar de forma invariant totes les consonants de lloc d'articulació diferent. Anàlogament al període consonàntic, F2 és millor indicador que F1 i F3 de les diferències entre consonants de lloc d'articulació. Al marge de les transicions, l'efecte consonàntic pot ésser classificat segons la mateixa jerarquia de consonants de lloc d'articulació observada al període consonàntic quasi-estable. També es produeix un efecte per part de consonants sordes (freqüències superiors) vs. sonores (freqüències inferiors) motivat per modificacions del volum de la cavitat faríngea (superior en el cas de les segones vs. les primeres). L'extensió i la direcció de les transicions permet de contrastar dos grups consonàntics: palatals, velars, dentals i alveolars amb transicions de F2 i F3 essencialment positives, i labials, [r], [l] i [w] amb transicions de F2 i F3 essencialment negatives.

5.2 Variació.

5.2.1 Consonants.

El grau de variació de F2 (consonants aproximants, laterals i vibrants), N2-N4 (consonants nasals) i F1 i límit inferior de l'espectre de la turbulència (consonants fricatives i africades) disminueix en la progressió consonants velars > labials > dentals i alveolars > palatals i làbio-velars. En el grup de consonants palatals, [j] presenta menys variació que [ç] i [ç] menys variació que [c]; en

el grup de consonants dentals i alveolars, [l] i [r] presenten menys variació que [ʃ] i [ʎ]. En el cas de les consonants aproximants, laterals i vibrants, el grau de variació de F3 de consonants palatals i velars excedeix el grau de variació de les consonants dentals, alveolars i labials.

En general, les diferències interconsonàntiques de variació motivada pel context vocàlic poden ésser explicades segons els condicionaments articuladoris que intervenen en el procés de producció consonàntica. En aquest sentit, la variació mínima del F2 de [w] pot ésser diferenciada de la corresponent a les altres consonants per tal com resulta de l'activitat altament interdependent dels llavis i del dors lingual. El grau de variació del F2 de les consonants palatals, dentals, alveolars i labials depèn, en relació inversa i en proporció similar, del grau de condicionament exercit sobre el dors de la llengua en el procés d'elevació i contacte al paladar durant el període de constricció. El grau de variació augmenta a mida que els graus d'elevació i contacte disminueixen en aquella progressió. Aquesta hipòtesi ha estat evidenciada per Öhman (1966) i Recasens (1983b). Una variació menor en el cas de [j] vs. [ʎ] s'adiu amb aquest mateix principi articuladori (Recasens, 1983b). Un grau de variació inferior pel que fa a [l] vs. [ʃ], [ʎ] ha d'ésser atribuït a condicionaments específics sobre la producció velaritzada de la [l] del català en gairebé totes les circumstàncies contextuais; aquest fet provoca un grau elevat de resistència als efectes coarticulatoris per part de la consonant lateral. En concret, de forma similar a [w], aquests condicionaments específics es manifesten a través d'una

intercoordinació precisa entre la constricció alveolar i la constricció velo-faríngea per tal d'assegurar una posició suficientment baixa i còncava del dors lingual. El grau màxim de variació de F2 exhibit per les consonants velars és degut, presumiblement, al fet que les realitzacions palatals i velars corresponents a aquesta categoria consonàntica de lloc d'articulació poden ésser entrevistes com a resultat de dos ordres motrius diferents sobre l'activitat del dors lingual. Efectivament, sembla donar-se el cas que els efectes coarticulatoris per part de vocals diferents sobre consonants velars no actuen de forma gradual sinó més aviat discreta (al.lòfon consonàntic palatal amb totes les vocals anteriors; al.lòfon consonàntic velar amb totes les vocals posteriors). La variació de F3 es produeix en funció del volum de la cavitat anterior al lloc de constricció: el grau de variació motivat pels fenòmens de labialització i obertura mandibular disminueix a mida que la cavitat esdevé menor i més fixa segons la progressió consonants palatals, velars, (potser) [l] > dentals, alveolars, labials. També aquí els condicionaments mecànics sobre l'activitat dels articuladors permeten explicar en gran mesura els fenòmens de variació.

5.2.2 Transicions.

Al marge de les transicions de F1, F2 i F3, la variació motivada per consonants de lloc d'articulació diferent és menys considerable i la variació motivada per vocals de qualitat diferent més considerable que al període consonàntic quasi-estable. Les diferències de variació associades amb consonants de lloc d'articulació diferent coincideixen

amb les observades al període consonàntic quasi-estable. La variació relacionada amb l'extensió i la direcció de les transicions de F2 és màxima en el cas de consonants amb F2 baix i mínima en el cas de consonants amb F2 alt.

5.2.3 Vocals.

La variació de F1 augmenta amb el grau d'obertura i la de F2 amb el grau de labialització. La variació de F1 i F2 és superior en el cas de [ə] vs. altres vocals i en el cas de [i], [u] àtones vs. [i], [u] tòniques. En aquest sentit, [ə] pot ésser considerada com a vocal neutra per tal com és poc resistent als efectes coarticulatoris. La variació associada amb les duracions vocàliques augmenta amb el grau d'obertura. La variació associada amb les intensitats vocàliques augmenta amb el grau de labialització, i és superior en el cas de vocals àtones vs. vocals tòniques. La variació motivada per l'efecte consonàntic és menor al període vocàlic quasi-estable que al període de les transicions vocàliques.

5.3 Coarticulació.

5.3.1 Consonants.

F2 i F3 de [l] i [ʎ] presenten freqüències superiors i més variació en posició intervocàlica que en posició inicial i en posició inicial que en posició final. Aquestes diferències de variació resten associades bàsicament a les diferències de grau de labialització (que afecten de forma parella la configuració bucal d'ambdues consonants),

i, en menor grau, a les diferències de grau d'obertura (que afecten [l] mes que no pas [ʎ]). La qualitat fortament velaritzada de [l] del català en totes les circumstàncies contextuals llevat de la posició intervocàlica amb [i] fa que el símbol de transcripció [l] sigui necessari en afers de transcripció fonètica detallada.

F2 i F3 de [ʎ], [r], [β], [ʝ] i [ɣ] presenten efectes vocàlics notables, associats amb diferències de grau d'obertura bucal i de grau de labialització. [r] presenta més variació en les posicions final i intervocàlica que en la posició inicial.

El grau de labialització vocàlica afecta F1 i el límit inferior de l'espectre de la turbulència corresponent a les consonants fricatives i africades, i F2 de [j] (però no F2 de [w]). Diferències de grau d'obertura vocàlica influeixen ben poc en la freqüència del formants de les consonants en qüestió. Com en el cas de [ʎ], la variació de [j] intervocàlica és superior a la variació de [j] inicial.

5.3.2 Transicions.

L'efecte vocàlic al marge de les transicions fa que F1 augmenti amb el grau d'obertura vocàlica, i F2 i F3 disminueixin amb el grau de posterioritat i labialització vocàliques. L'efecte consonàntic al marge de les transicions fa que F1 augmenti amb consonants emeses amb constricció al rera de la cavitat bucal, i que F2 i F3 augmentin amb el grau de constricció linguo-palatal i amb una reducció del volum de la cavitat posterior (F2 de consonants articulades amb constricció primària més anterior que la regió velar) o amb una reducció del volum

de la cavitat anterior (F2 de consonants articulades a la regió velar; F3 de totes les consonants). L'efecte de consonants sordes vs. sonores és especialment evident en el cas del F1 de vocals obertes i dels F2 i F3 de vocals anteriors.

L'extensió de les transicions de F2 i F3 es troba en raó inversa amb l'afinitat entre les configuracions articulatòries (determinades fonamentalment per la configuració lingual) de la consonant i la vocal. L'extensió mínima de les transicions de [ə] amb totes les consonants de lloc d'articulació diferent denota un grau elevat de coarticulació; en aquest sentit, [ə] es comporta com una vocal neutra, poc resistent als efectes coarticulatoris.

5.3.3 Vocals.

El fenomen de reducció vocàlica pot ésser explicat, en gran mesura, en virtut dels condicionaments mecànics sobre l'activitat articulatòria. El grau de reducció motivada per la manca d'accent es troba en relació inversa amb la configuració extrema dels articuladors durant el període de producció vocàlica; el grau de reducció motivat per consonants de lloc d'articulació diferent es troba en relació inversa amb la similitud entre les configuracions articulatòries de la consonant i la vocal. Així, la manca d'accent i les consonants amb constricció anterior afecten les vocals posteriors (elevació del F2 de vocals labialitzades; disminució del F1 de [a]); la manca d'accent i les consonants amb constricció posterior afecten les vocals anteriors (abaixament de F2).

Els efectes coarticulatoris motivats per consonants de lloc d'articulació diferent al marge de les transicions i al període quasi-estable de [ə] són molt superiors al de les altres vocals. Dades articulatòries i acústiques reportades per Cerdà (1972) i per jo mateix confirmen un grau d'adaptabilitat contextual considerable per part de [ə]. D'acord amb Badia (1951), [ə] és una vocal neutra per tal com presenta una configuració poc definida i és poc resistent als efectes coarticulatoris.

En general, els efectes coarticulatoris presenten una jerarquia consonàntica de lloc d'articulació similar a l'observada al període consonàntic quasi-estable. L'efecte de consonants sordes vs. sonores només és detectable en el cas de F3 i F4. Les duracions vocàliques registren forta coarticulació per part de consonants sonores (vocal de durada llarga) vs. sordes (vocal de durada curta).

5.4 Implicacions teòriques.

Els resultats d'aquesta tesi representen una contribució al coneixement de les estratègies de producció de sons en la cadena parlada. Indirectament, poden informar sobre possibles estratègies de descodificació de fonemes a partir de la cadena fonètica en el procés de percepció de sons. Resumeixo, a continuació, les aportacions més significatives en aquest sentit:

1) Certes característiques acústiques contenen informació lingüística més rellevant que altres. Així, la freqüència dels formants vocàlics permet de diferenciar de forma més notable les vocals tòniques i àtones del català considerades separadament que la duració vocàlica, mentre que la capacitat diferenciadora de la intensitat vocàlica es mínima. Per altra banda, F2 contribueix millor que F1 i F3 a distingir consonants de lloc d'articulació diferent durant el període consonàntic quasi-estable (consonants aproximants, laterals i vibrants) i durant el període de transicions vocàliques (vegeu, també, Delattre, Liberman, i Cooper, 1955).

2) L'anàlisi fonètica de seqüències del català revela l'existència d'informació relativa a una entitat vocàlica o consonàntica determinada al llarg de tota la síl.laba CV o VC. La quantitat d'informació relativa a la vocal o a la consonant disminueix a mida que el punt de medició s'aparta del període quasi-estable corresponent a una o l'altra. A més a més, les dades acústiques revelen un efecte clar per part de la posició de la vocal o la consonant en l'estructura del mot (vegeu, també, pel que fa a l'anglès americà, Lehiste, 1964).

Així doncs, la unitat mínima en el procés de producció i percepció de sons és més aviat la síl.laba que no pas el fonema. Els fonemes presenten coarticulació en el domini sil.làbic i el procés de descodificació fonèmica en l'acte de percepció s'efectua a partir de la informació acústica existent a la síl.laba. Un bon resum d'aquestes qüestions es deu a Studdert-Kennedy (1976).

3) El fet que certes característiques de l'espectre acústic presentin un grau d'invariància superior a altres (per exemple, l'espectre de F1XF2 de vocals de qualitat diferent vs. les freqüències del marge de les transicions de F2XF3 corresponents a consonants de lloc d'articulació diferent) pot ésser interpretat en base a dues hipòtesis. Per una banda, hi ha la possibilitat que porcions específiques del senyal acústic o estats determinats dels articuladors caracteritzin de forma invariant o quasi-invariant la realització de fonemes determinats. Per una altra banda, pot donar-se el cas que les entitats invariants del fet de parla no hagin estat formulades de forma apropiada fins ara (vegeu Capítol I).

Segons la segona hipòtesi i d'acord amb les dades reportades en aquesta tesi, les entitats invariants poden ésser entrevistes en funció de les diferències d'activitat muscular exhibides per part d'un articulador específic durant la producció de fonemes diversos i en funció de les relacions entre l'activitat d'articuladors diversos durant la producció d'un fonema determinat. Com a exemple il·lustratiu del primer mecanisme, ha estat demostrat que el grau de coarticulació exhibit per les consonants palatals, dentals i alveolars, i labials respon de forma sistemàtica al grau de condicionament articulatori imposat invariablement sobre la constricció del dors lingual durant llur producció. Per altra banda, les vocals atones (particularment [ə]) són emeses invariablement amb una configuració menys extrema dels articuladors que les vocals tòniques i, en conseqüència, presenten una variació major i són menys resistents als efectes coarticulatoris. Com a exemple il·lustratiu del segon mecanisme, ha estat suggerit que el

dors lingual i els llavis en el cas de [u] i les regions anterior i posterior de la llengua en el cas de [l] són controlats de forma intercoordinada, independentment, en gran mesura, dels efectes coarticulatoris promoguts per sons adjacents.

4) El procés de coarticulació depèn dels mecanismes articulatoris que intervenen en la producció de sons successius en la cadena parlada. Aquesta formulació suggereix que, per tal que es produeixi coarticulació, els sons adjacents han d'ésser realitzats mitjançant l'activació d'estructures musculars contrastives. La coproducció de vocals i consonants en la cadena fònica resta així justificada (Fowler, 1980). Un exemple clar d'aquest principi ha estat fornit a la secció 4.3 sobre reducció de vocals: la magnitud dels efectes coarticulatoris de consonant a vocal augmenta a mida que augmenta el contrast entre les condicions de producció d'ambdues categories. Tal com ha remarcat Lindblom (1983), el procés de coarticulació comporta la recerca d'una compatibilitat major entre configuracions articulatòries successives.

BIBLIOGRAFIA

- Abercrombie, D. 1967 Elements of General Phonetics, Edimburg.
- Abramson, A.S. 1977 Laryngeal timing in consonantal distinction, Phonetica, 34, 295-303.
- Badia, A. 1951 Gramática Histórica Catalana, Barcelona.
- Barnils, P. 1933 Études des prononciations catalanes à l'aide du palais artificiel, Anuari de l'Oficina Romànica de Lingüística i Literatura, 6, 21-36.
- Bell-Berti, F. i Harris, K.S. 1976 An EMG study of the coarticulation of lip rounding, Journal of the Acoustical Society of America, 60, S63 (A).
- Bladon, R.A.W. 1979 The production of laterals: Some acoustic properties and their physiological implications, Current Issues in the Phonetic Sciences, H.Hollien and P.Hollien (eds.), Amsterdam, 501-508.
- Bladon, R.A.W. i Al-Bamerni, A. 1976 Coarticulation resistance in English /l/, Journal of Phonetics, 4, 137-150.
- Bladon, R.A.W i Carbonaro, E. 1978 Lateral consonants in Italian, Journal of Italian Linguistics, 3, 1, 43-55.
- Bjuggren, G. i Fant, G. 1964 The nasal cavity structures, Speech Transmission Laboratory Quarterly Progress and Status Report, Royal Institute of Technology, Stockholm, 4, 5-7.
- Butcher, A. i Weiher, E. 1976 An electropalatographic investigation of coarticulation in VCV sequences, Journal of Phonetics, 4,

59-74.

- Carney, P.J. i Moll, K.L. 1971 A cinefluorographic investigation of fricative consonant-vowel coarticulation, Phonetica, 23, 193-202.
- Cerdà, R. 1972 El timbre vocálico en catalán, Madrid.
- Chafcouloff, M. 1972 Recherches sur la structure acoustique de /l/ et ses corrélations articulatoires, Travaux de l'Institut de Phonétique d'Aix, Université de Provence, 1, 101-110.
- Chafcouloff, M. 1980 Les caractéristiques acoustiques de [j, ɥ, w, l, r] en français, Travaux de l'Institut de Phonétique d'Aix, Université de Provence, 7, 7-53.
- Chafcouloff, M. 1981-1982 L'effet du débit de la parole sur les caractéristiques acoustiques de /j, w, l, r/ en français, Travaux de l'Institut de Phonétique d'Aix, Université de Provence, 8, 167-187.
- Dalston, R.M. 1975 Acoustic characteristics of English /w, r, l/ spoken correctly by young children and adults, Journal of the Acoustical Society of America, 57, 462-469.
- Delattre, P.C. 1951 The physiological interpretation of sound spectrograms, Publications of the Modern Language Association of America, 66, 864-875.
- Delattre, P.C. 1962 Le jeu des transitions de formants et la perception des consonnes, Proceedings of the Fourth International Congress of Phonetic Sciences, A. Sovijärvi i P. Aalto (eds.), L'Haia, 407-417.
- Delattre, P.C. 1965 Comparing the Phonetic Features of English, French, German and Spanish: An Interim Report, Heidelberg.

- Delattre, P.C. 1968a La radiographie des voyelles françaises et sa corrélation acoustique, The French Review, 42, 48-65.
- Delattre, P.C. 1968b Cross-language study of the j/i distinction, The General Phonetic Characteristics of Languages, Final Report, University of California, Santa Barbara.
- Delattre, P.C. 1968c From acoustic cues to distinctive features, Phonetica, 18, 198-230.
- Delattre, P.C. 1969a L'/R parisien et autres sons du pharynx, The French Review, 43, 1, 5-22.
- Delattre, P.C. 1969b An acoustic and articulatory study of vowel reduction in four languages, International Review of Applied Linguistics, 7, 4, 295-325.
- Delattre, P.C., Liberman, A.M., Cooper, F.S., i Gertsman, L.J. 1952 An experimental study of the acoustic determinants of vowel color; observations on one- and two- formant vowels synthesized from spectrographic patterns, Word, 195-210.
- Delattre, P.C., Liberman, A.M., i Cooper, F.S. 1955 Acoustic loci and transitional cues for consonants, Journal of the Acoustical Society of America, 27, 769-773.
- Delgado Martins, M.R. 1964-1973 Análise acústica das vogais orais tónicas em português, Boletim de Filologia, 22, 303-314.
- Delgado Martins, M.R. 1975 Vogais e consoantes do português: estatística de ocorrência, duração e intensidade, Boletim de Filologia, 24, 1-11.
- Fant, G. 1960 Acoustic Theory of Speech Production, L'Haia.
- Fant, G. 1980 The relations between area function and the acoustic

- signal, Phonetica, 37, 55-86.
- Ferrero, F.E., Magno-Caldognetto, E., Vagges, K., i Lavagnoli, C. 1978 Some acoustic characteristics of the Italian vowels, Journal of Italian Linguistics, 3, 1, 87-95.
- Fowler, C.A. 1980 Coarticulation and theories of extrinsic timing, Journal of Phonetics, 8, 113-133.
- Fry, D.B., Abramson, A.S., Eimas, P.D., i Liberman, A.M. 1962 The identification and discrimination of synthetic vowels, Language and Speech, 5, 171-189.
- Fujimura, O. 1962 Analysis of nasal consonants, Journal of the Acoustical Society of America, 34, 1865-1875.
- Giles, S. i Moll, K. 1975 Cinefluorographic study of selected allophones of English /l/, Phonetica, 31, 206-227.
- Godínez, M. 1978 A comparative study of some Romance vowels, Working Papers in Phonetics, UCLA Phonetics Laboratory, 41, 3-19.
- Harris, K.S. 1977 The study of articulatory organization: Some negative progress, Dynamic Aspects of Speech Production, M. Sawashima i F.S. Cooper (eds.), Tokyo, 71-82.
- Heinz, J.M. i Stevens, K.N. 1961 On the properties of voiceless fricative consonants, Journal of the Acoustical Society of America, 33, 589-596.
- House, A.S. i Fairbanks, G. 1953 The influence of consonant environment upon the secondary acoustical characteristics of vowels, Journal of the Acoustical Society of America, 25, 105-113.
- Hughes, G.W. i Halle, M. 1956 Spectral properties of fricative consonants, Journal of the Acoustical Society of America, 28,

303-310.

- Jones, D. 1956 An Outline of English Phonetics, Londres.
- Kent, R.D. i Moll, K.L. 1972 Cinefluorographic analyses of selected lingual consonants, Journal of Speech and Hearing Research, 15, 453-473.
- Kewley-Port, D. 1982 Measurement of formant transitions in naturally produced stop consonant-vowel syllables, Journal of the Acoustical Society of America, 72, 379-396.
- Koopmans-van Beinum, F.J. 1980 Vowel Contrast Reduction. An Acoustic and Perceptual Study of Dutch Vowels in Various Speech Conditions, Amsterdam.
- Ladefoged, P. 1967 The nature of vowel quality, Three Areas of Experimental Phonetics, Oxford, 50-142.
- Ladefoged, P. 1975 A Course in Phonetics, Nova York.
- Ladefoged, P., DeClerk, J., Lindau, M., i Papçun, G. 1972 An auditory-motor theory of speech production, Working Papers in Phonetics, UCLA Phonetics Laboratory, 22, 48-75.
- Lehiste, I. 1964 Some Acoustic Characteristics of Selected English Consonants, Research Center in Anthropology, Folklore, and Linguistics, Indiana University, 34.
- Lehiste, I. i Peterson, G. 1959 Vowel amplitude and phonemic stress in American English, Journal of the Acoustical of America, 31, 428-435.
- Lehiste, I. i Peterson, G. 1961 Transitions, glides and diphthongs, Journal of the Acoustical Society of America, 33, 268-277.
- Liberman, A.M., Ingemann, F., Lisker, L., Delattre, P.C., i Cooper,

- F.S 1959 Minimal rules for synthesizing speech, Journal of the Acoustical Society of America, 31, 1490-1499.
- Lindblom, B. 1963 Spectrographic study of vowel reduction, Journal of the Acoustical Society of America, 35, 1773-1781.
- Lindblom, B. 1983 Economy of speech gestures, The Production of Speech, P.F. MacNeilage (ed.), Nova York, 217-245.
- Lindblom, B. i Studdert-Kennedy, M. 1967 On the role of formant transitions in vowel recognition, Journal of the Acoustical Society of America, 42, 830-843.
- Manrique, A.M.B. de i Massone, M.I. 1981 Acoustic analysis and perception of Spanish fricatives, Journal of the Acoustical Society of America, 69, 1145-1153.
- Manrique, A.M.B. de i Signorini, A. 1983 Segmental duration and rythm in Spanish, Journal of Phonetics, 11, 117-128.
- Mascaró, J. 1978 Catalan Phonology and the Phonological Cycle, Indiana University Linguistics Club, Bloomington.
- McAllister, R., Lubker, J.F., i Carlsson, J. 1974 An EMG study of some characteristics of Swedish rounded vowels, Journal of Phonetics, 2, 267-278.
- Mryati, M. i Carré, R. 1976 Relations entre la forme du conduit vocal et les caractéristiques acoustiques des voyelles françaises (Étude des distributions spatiales), Phonetica, 33, 285-306.
- Navarro Tomás, T. 1916 Cantidad de las vocales acentuadas, Revista de Filología Española, 3, 387-408.
- Navarro Tomás, T. 1918 Diferencias de duración entre las consonantes españolas, Revista de Filología Española, 5, 367-393.

- Öhman, S.E.G. 1966 Coarticulation in VCV utterances: Spectrographic measurements, Journal of the Acoustical Society of America, 39, 151-168.
- O'Shaughnessy, D. 1981 A study of French vowel and consonant durations, Journal of Phonetics, 9, 385-406.
- Peterson, G. i Lehiste, I. 1960 Duration of syllable nuclei in English, Journal of the Acoustical Society of America, 32, 693-703.
- Purcell, E.T. 1979 Formant frequency patterns in Russian VCV utterances; Journal of the Acoustical Society of America, 66, 1691-1702.
- Quilis, A. 1981 Fonética Acústica de la Lengua Española, Madrid.
- Quilis, A., Esgueva, M., Gutiérrez Araus, M.L., i Cantarero, M. 1979 Características acústicas de las consonantes laterales españolas, Lingüística Española Actual, I, 2.
- Recasens, D. 1981 Futur dels estudis de fonètica experimental del català, Els Marges, 21, 47-64.
- Recasens, D. 1982a Noves perspectives en els estudis de fonètica experimental. Aplicació al cas del català, Actes del Segon Col.loqui d'Estudis Catalans a Nord-Amèrica, M. Duran, A. Porqueras-Mayo i J. Roca-Pons (eds.), Publicacions de l'Abadia de Montserrat, 51-66.
- Recasens, D. 1982b Perception of nasal consonants with special reference to Catalan, Haskins Laboratories Status Report on Speech Research, 69, 189-226.
- Recasens, D. 1983a Place cues for nasal consonants with special

reference to Catalan, Journal of the Acoustical Society of America, 73, 1346-1353.

Recasens, D. 1983b Coarticulation in Catalan VCV sequences: An articulatory and acoustical study, Tesi doctoral inèdita, Universitat de Connecticut.

Recasens, D. 1983c Timing and coarticulation for alveolo-palatals and sequences of alveolar + [j] in Catalan, Haskins Laboratories Status Report on Speech Research, 74-75, 97-112.

Recasens, D. 1983d Bases per a una fonètica normativa del català estàndard. Ponència presentada a les Jornades d'Estudi de la Llengua Normativa organitzades pel Departament de Llengua Catalana de la Universitat de Barcelona.

Recasens, D. 1984 V-to-C coarticulation in Catalan VCV sequences: An articulatory and acoustical study, Journal of Phonetics, 12, 61-73.

Shoup, J.E. i Pfeifer, L.L. 1976 Acoustic characteristics of speech sounds, Contemporary Issues in Experimental Phonetics, N.J. Lass (ed.), 171-224.

Stålhammar, U., Karlsson, I., i Fant, G. 1973 Contextual effects on vowel nuclei, Speech Transmission Laboratory Quarterly Progress and Status Report, Royal Institute of Technology, Stockholm, 4, 1-18.

Stevens, K.N. i House, A.S. 1961 Analysis of glides, Quarterly Progress Report of the Research Laboratory of Electronics, Massachusetts Institute of Technology, 62, 193-195.

Stevens, K.N. i House, A.S. 1963 Perturbation of vowel articulations

- by consonantal context: An acoustical study, Journal of the Acoustical Society of America, 6, 111-128.
- Stevens, K.N. i House, A.S. 1964 Analysis of formant transitions for consonants, Quarterly Progress Report of the Research Laboratory of Electronics, Massachusetts Institute of Technology, 73, 165-166.
- Stevens, K.N., House, A.S., i Paul, A.P. 1966 Acoustical description of syllabic nuclei: An interpretation in terms of a dynamic model of articulation, Journal of the Acoustical Society of America, 40, 123-132.
- Stevens, P. 1960 Spectra of fricative noise in human speech, Language and Speech, 3, 32-49.
- Studdert-Kennedy, M. 1976 Speech perception, Contemporary Issues in Experimental Phonetics, N.J. Lass (ed.), 243-293.
- Tiffany, W.R. 1959 Nonrandom sources of variation in vowel quality, Journal of Speech and Hearing Research, 2, 305-317.
- The Principles of the International Phonetic Association, 1974, International Phonetic Association.
- Umeda, N. 1975 Vowel duration in American English, Journal of the Acoustical Society of America, 58, 434-445.
- Umeda, N. 1977 Consonant duration in American English, Journal of the Acoustical Society of America, 61, 846-858.
- Vaggies, K., Ferrero, F.E., Caldognetto-Magno, E., i Lavagnoli, C. 1978 Some acoustic characteristics of Italian consonants, Journal of Italian Linguistics, 3, 1, 69-85.
- Wakita, H. 1976 Instrumentation for the study of speech acoustics,

Contemporary Issues in Experimental Phonetics, N.J. Lass (ed.),
Nova York, 3-40.

Wood, S. 1979 A radiographic analysis of constriction locations for
vowels, Journal of Phonetics, 7, 25-43.