

La producción de los tipos de fonación en el mixteco de San Martín Peras Mixtec

Ben Eischens y Jahnavi Narkar
Universidad de California, Los Angeles

Agradecimientos

Este trabajo es una colaboración con Jahnavi Narkar (UCLA), y nos apoyó Saíd Bracamontes con su trabajo como asistente de investigación.

Les agradecemos a los miembros de la comunidad de San Martín Peras, ambos en Oaxaca y en California, por su generosidad en compartir su lengua con nosotros. Sin su conocimiento y sus esfuerzos, no habríamos podido realizar este trabajo.

Les agradecemos especialmente a Angie Mendoza Rivera, Angel Mendoza Rivera, Gerardo Espinosa Gracida, Juan Carlos Gracida, Juan Gracida Ortiz, Javier Mendoza Rivera, Lorena Espinosa Rivera, Reina Mendoza Rivera y Vicenta Espinosa Rivera

Introduction

Ha habido mucho debate en la literatura de las lenguas mixtecas acerca de la **fonología** de la [ʔ]. Se la analiza de varias maneras:

- Como un consonante (Pike y Cowan 1967; North y Shields 1977; Peters 2018; Belmar 2024)
- Como la realización de un contraste de fonación, anclado o en la vocal, en la raíz o en el pie prosódico (Josserand 1983; Macaulay y Salmons 1995; Gerfen 1996; Macken y Salmons 1997; Penner 2019)

Pero sabemos muy poco de la **fonética** de la [ʔ] en las lenguas mixtecas (c.f., Gerfen & Baker 2005; Cortés et al 2023)

Introduction

Esta presentación: Un experimento acústico de la [ʔ] y de la [h] en el mixteco de San Martín Peras (mixteco de SMP), que replica la metodología de otros estudios previos.

Hay un nivel muy alto de **consistencia** entre los participantes, a diferencia de la nivel alta de **variación** que se reporta en los experimentos previos (Gerfen & Baker 2005; Cortés et al 2023)

- La [ʔ] y la [h] casi siempre se realizan **sordas**, a pesar de su posición intervocálica (cf. Davidson 2021; Garellek et al 2023)

Contexto

Contexto

El mixteco de SMP es hablado por ~11,500 en San Martín Peras, Oaxaca, México (INEG 2020)

También se habla en comunidades diaspóricas en California (Mendoza 2020)





Ahuejutla, Oaxaca

Contexto

La raíz canónica es bimoráica, con ataque opcional y sin coda

- Dos vocales cortas o una vocal larga

CVCV	VCV	CVV	VV
Ntivi [ⁿ tiβi] 'beautiful' 'bonito'	Ìvi [ìβì] 'two' 'dos'	Ntsìì [ⁿ tsìì̃] 'dead' 'muerto'	lin [lĩ̃] 'one' 'uno'

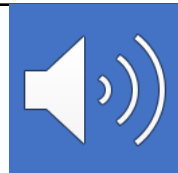


Contexto

Cada mora puede portar (por le menos) cinco tonos contrastivos (Peters 2018)

- A(lto), M(edio), B(ajo), BA, y AB

A-B	M-B	B-B	BA-B	AB-B
Nánà [nǎnǎ] 'mother' 'madre'	Konì [konǐ] 'will see' 'verá'	Ònì [ònǐ] 'three' 'tres'	Xǐyò [ʃijò] 'dress' 'vestido'	Xânù [ʃânù] 'cigarette' 'cigarillo'



Contexto

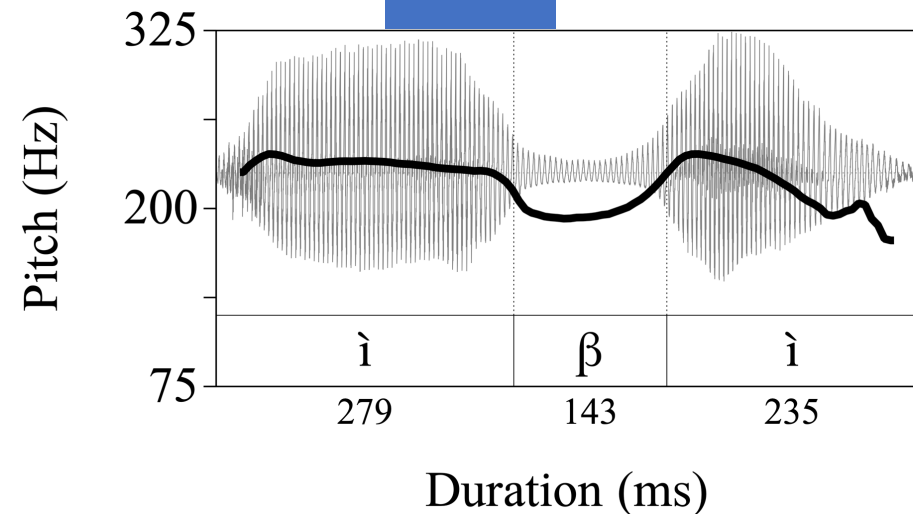
Contraste entre [V] (1) y [V^ʔ] (2), independiente del tono (Eischens and Hedding to appear)

1. ìvì

[ìβì]

'two'

'dos'

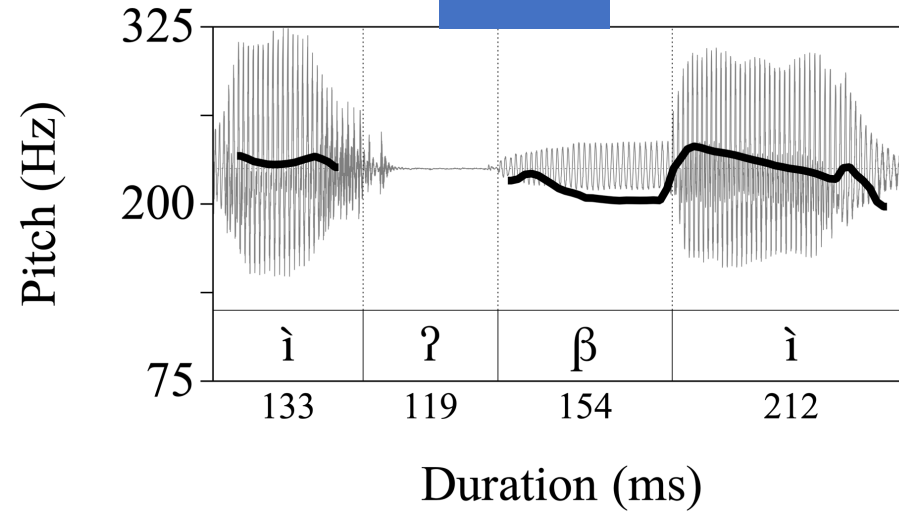
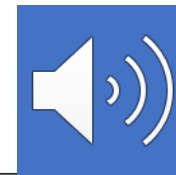


2. ì'vì

[ì^ʔβì]

'pain'

'dolor'



Contexto

Contraste entre $[V^ʔ]$ (1) y $[V^h]$ (2) (Eischens and Hedding to appear).

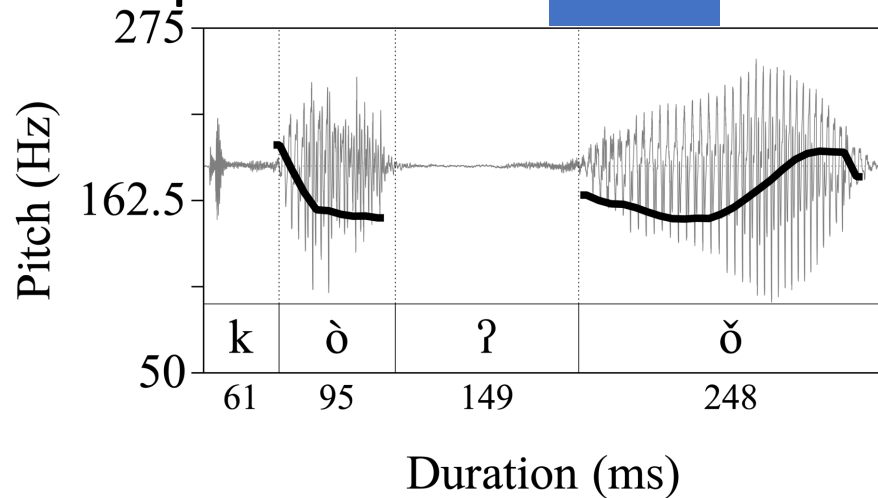
- $[V^h]$ tiene una distribución restringida tonalmente (Eischens et al 2024)

1. Kò'ǒ

$[kòʔǒ]$

'plate/bowl'

'plato'

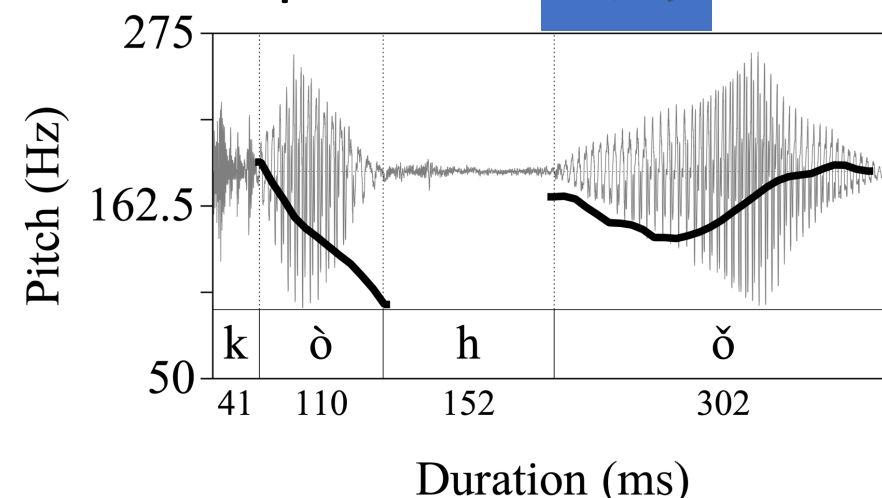
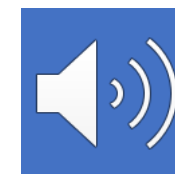


2. Kòjǒ

$[kò^hǒ]$

'snake'

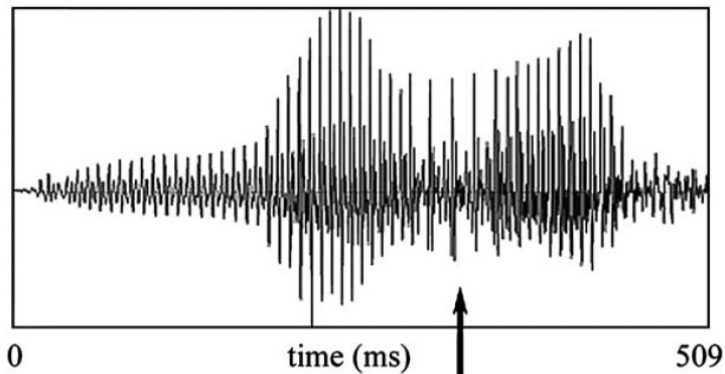
'serpiente'



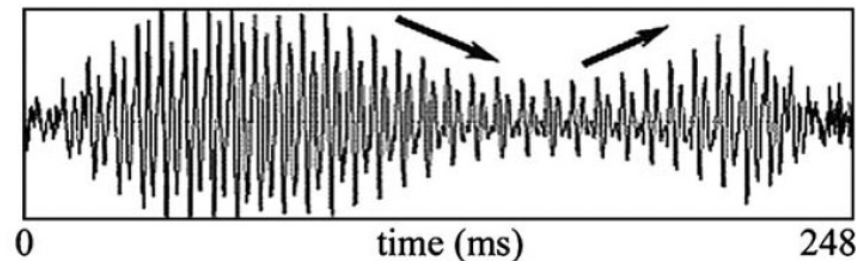
Contexto

Gerfen y Baker (2005) investigaron la producción y la percepción de las vocales laringizadas en el mixteco de Coatzospan

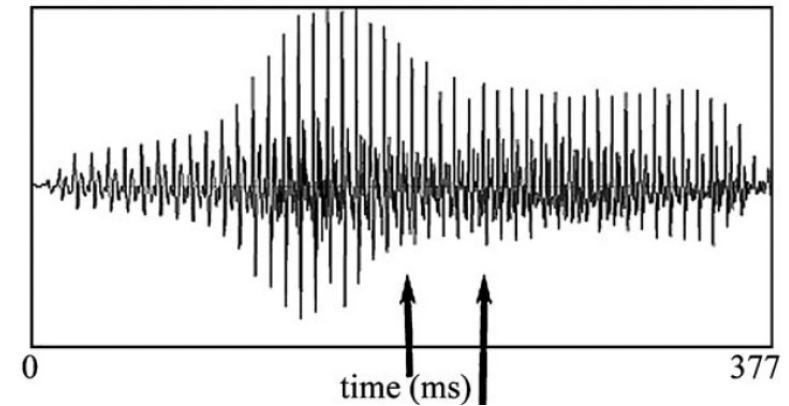
- Producciones de palabras en aislamiento
- Producciones variadas y sutiles



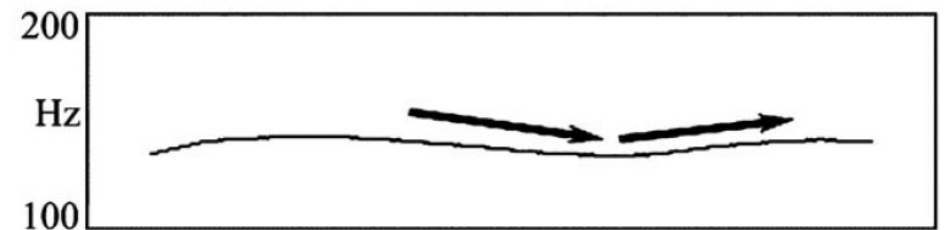
Voz laringizada



Bajada de amplitud



Laringización sutil, con diferencia de H1-H2



Bajada de tonía

Contexto

Cortés et al (2023) investigaron la producción de las secuencias [VʔV] en el mixteco de San Sebastián del Monte

- Producciones de palabras en una frase fija
- Producciones variadas, variación interhablante e introhablante



Experimento

Experimento: Métodos y materiales

8 participantes (3 mujeres, edades 18-75) en Ahuejutla, Oaxaca produjeron palabras en aislamiento de una lista de palabras

Palabras presentadas con foto, ortografía tentativa, traducción en español, y ejemplo de pronunciación

- Ninguna ortografía común



Experimento: Métodos y materiales

La lista contenía 52 palabras, presentada 6 veces con orden aleatorio

- 312 producciones por cada participante

Según Gerfen y Baker (2005), la lista contenía pares mínimos entre la the [V] modal y la [Vʔ] glotalizada

- 10 pares mínimos de [V] ~ [Vʔ] (20 palabras en total, 38% de las palabras)
- 12 raíces con [V^h]
- 12 raíces con C sordo en medio
- 4 más palabras [Vʔ] y 4 más [V] sin par mínimo

Experimento: Métodos y materiales

Todos los datos fueron anotados a mano en Praat por un asistente de investigación, y fueron verificados por el primer autor

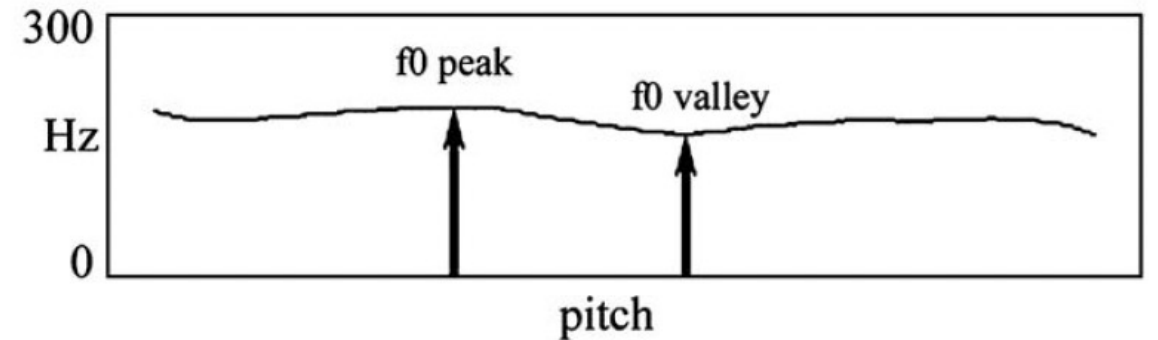
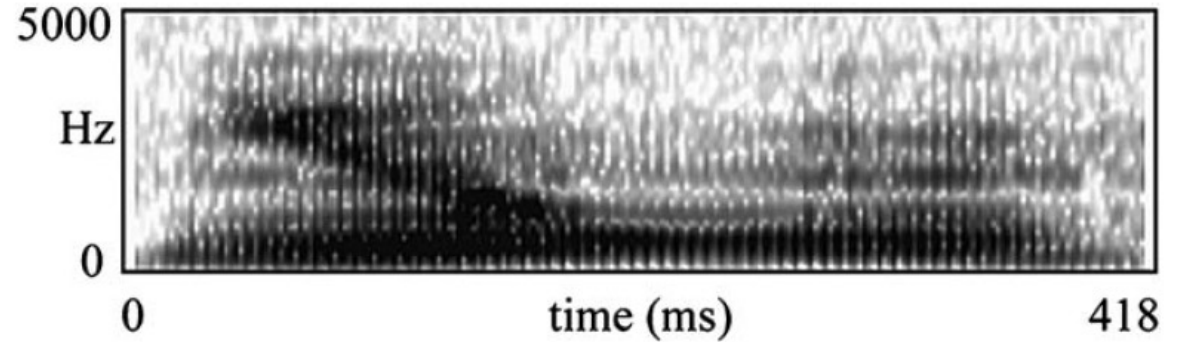
Investigamos las diferencias entre los tipos de fonación con las medidas siguientes:

- Duración
- Tonía
- H1-H2
- Voz

Experimento: Métodos y materiales

Gerfen y Baker (2005) investigaron la secuencia entera de [V^ʔ] y [V^ʔV]

- [V^ʔ] y [V^ʔV] se produjeron casi siempre sonoros



Experimento: Análisis

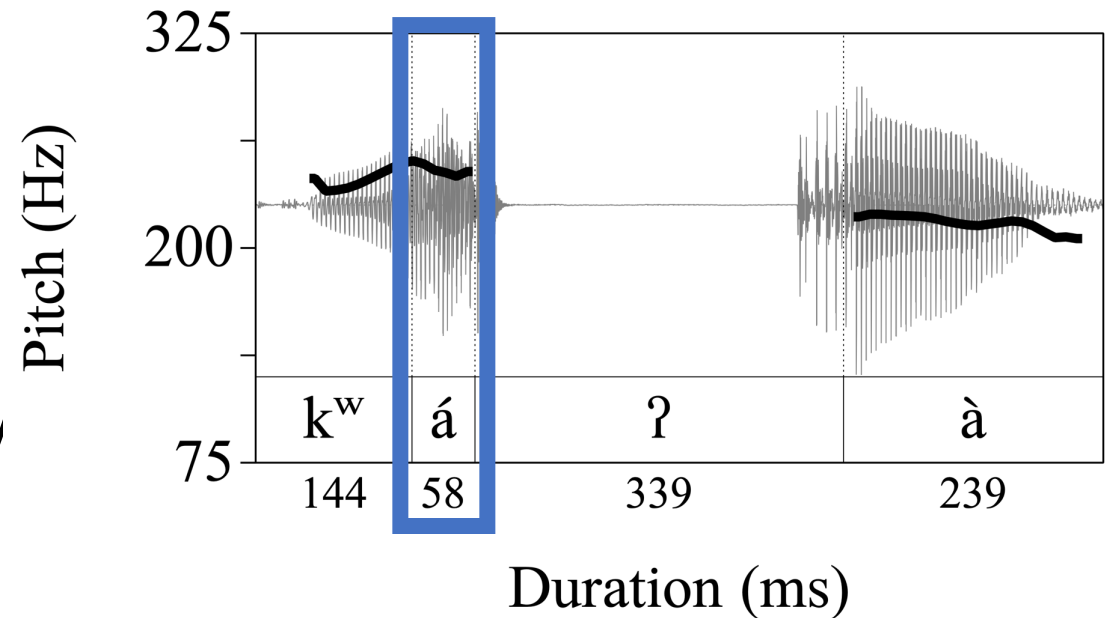
Nuestras [Vʔ] y [V^h] case siempre se produjeron sordos

- La tonía y la H1-H2 no son comparables entre [CVV]~[CVʔV]~[CV^hV]

Comparamos estas medidas en la porción sonora de la vocal ante la [ʔ] y el [h]

- Ésta la llamamos **V1**

1. Kuá'à
[k^wáʔà]
'red'
'rojo'



Experimento: Análisis

La comparamos con vocales modales seguidas por un consonante

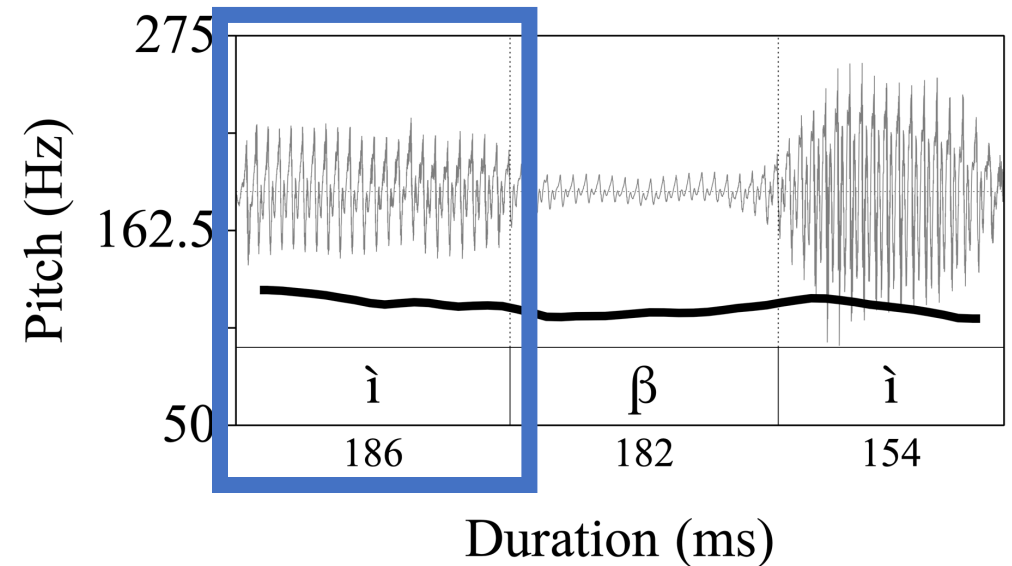
- Una secuencia comparable

1. ìvì

[ìβì]

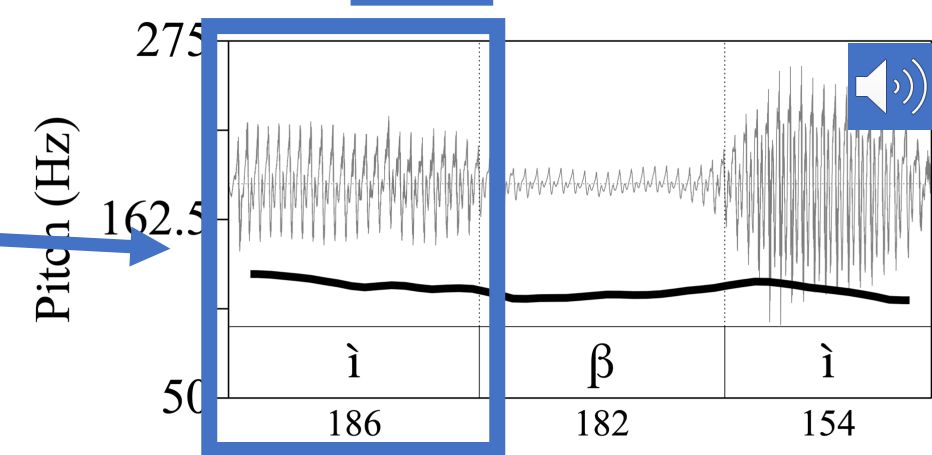
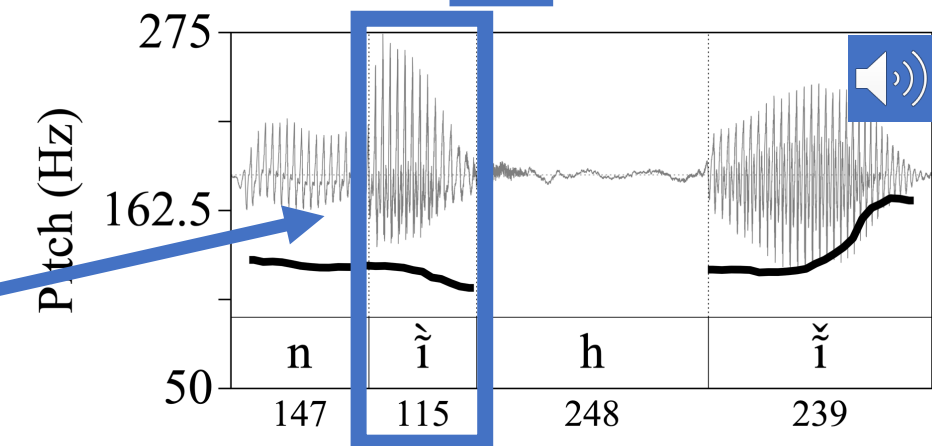
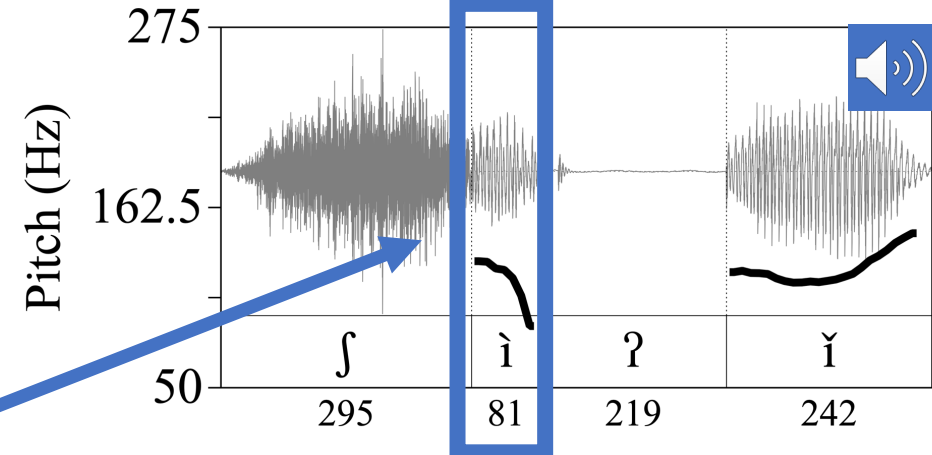
'two'

'dos'



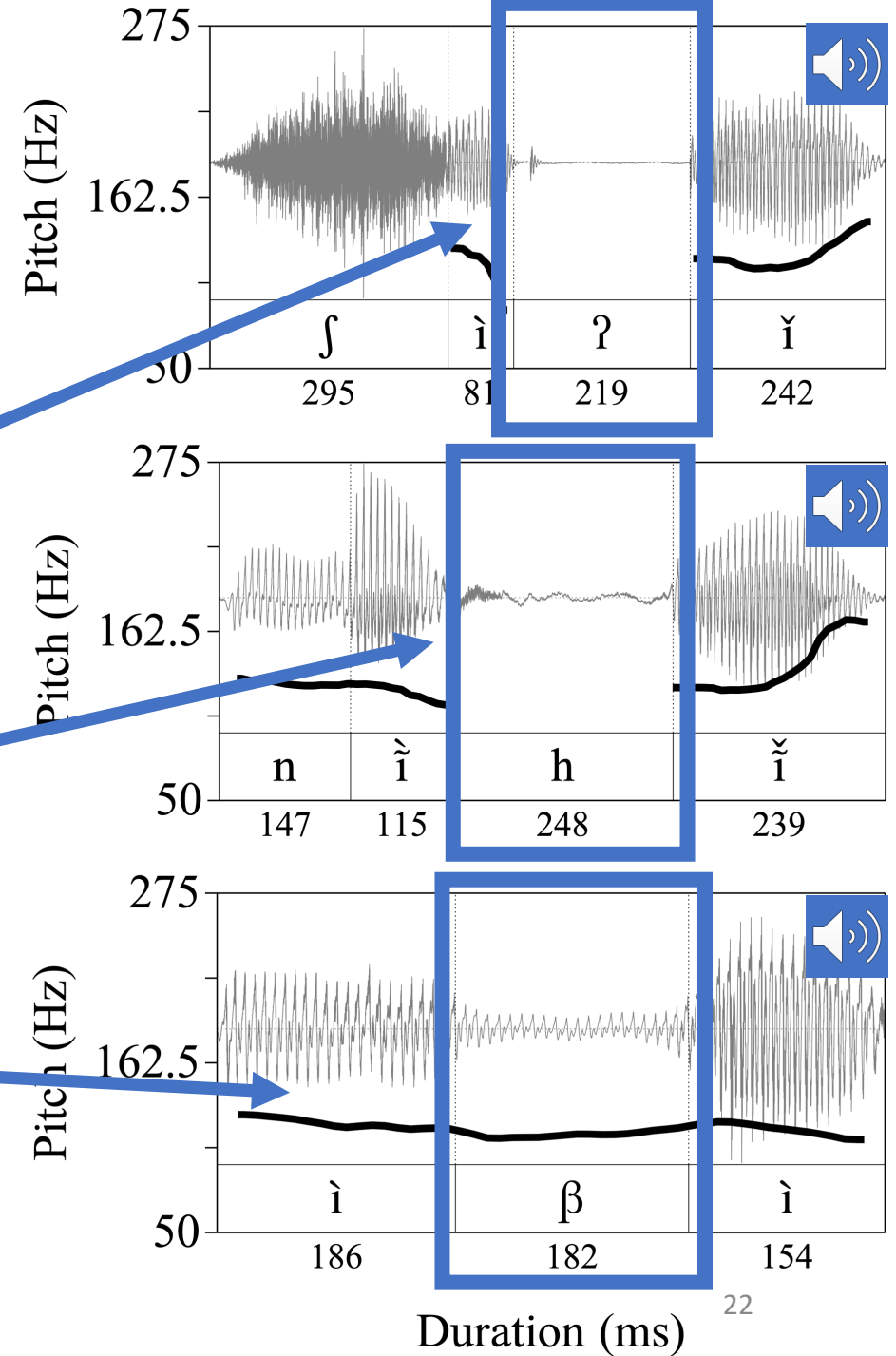
Experimento: Análisis

	C	V ₁	X	V ₂
'hongo'	ŋ	ì	ʔ	ĩ
'sangre'	n	ĩ	h	ĩ
'dos'	--	ì	β	ì



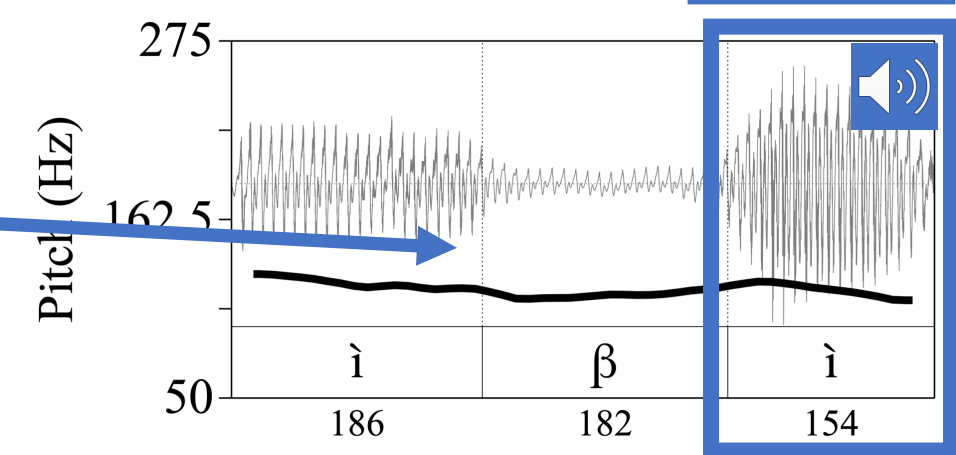
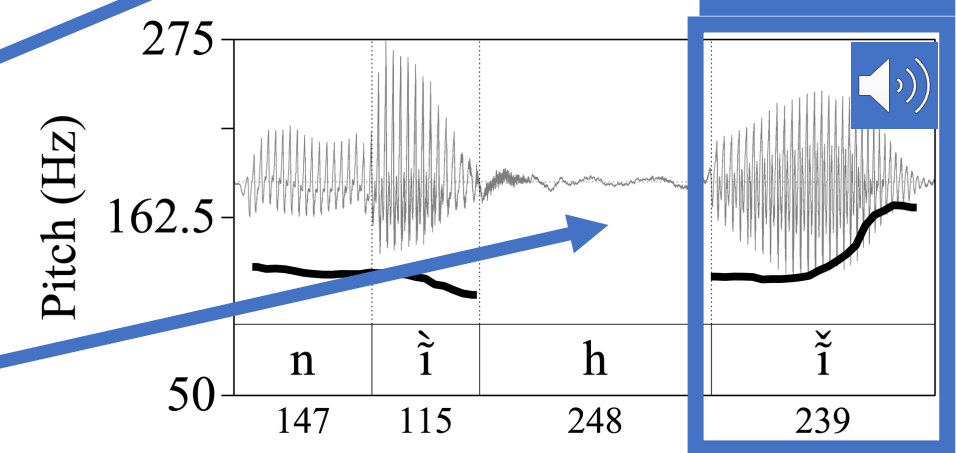
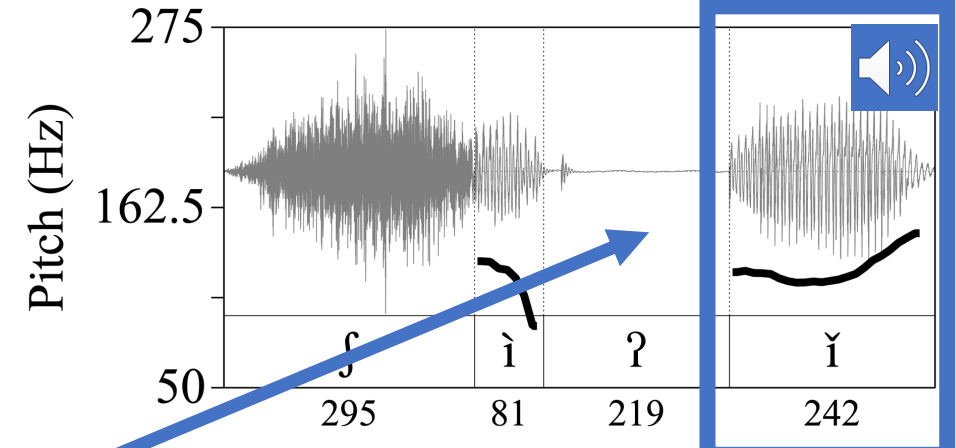
Experimento: Análisis

	C	V ₁	X	V ₂
'hongo'	ɲ	ì	ʔ	ĩ
'sangre'	n	ĩ	h	ĩ
'dos'	--	ì	β	ì



Experimento: Análisis

	C	V ₁	X	V ₂
'hongo'	ɰ	ì	ʔ	ĩ
'sangre'	n	ĩ̃	h	ĩ̃
'dos'	--	ì	β	ì



Duration (ms) ²³

Experimento: Análisis

Modelo bayesiano de efectos mixtos (Bürkner 2017) en R

- Diferentes variables dependientes, variable independiente de la fonación
- Efectos aleatorios de ítem y participante

Output:

- Efecto
- Intervalo creíble
 - Si contiene 0, el efecto no es creíble
 - Si no contiene 0, el efecto es creíble

Experimento: Resultados

Duración

Comparamos la duración de V_1 en $[V_1^?]$ and $[V_1^h]$ con la del $[V_1C]$ modal

V1

$[V_1^?]$	$[V_1^h]$	Modal $[V_1C]$
$[\int \grave{i}^? \check{y}]$	$[n \grave{i}^h \check{y}]$	$[\grave{i} \beta \grave{i}]$

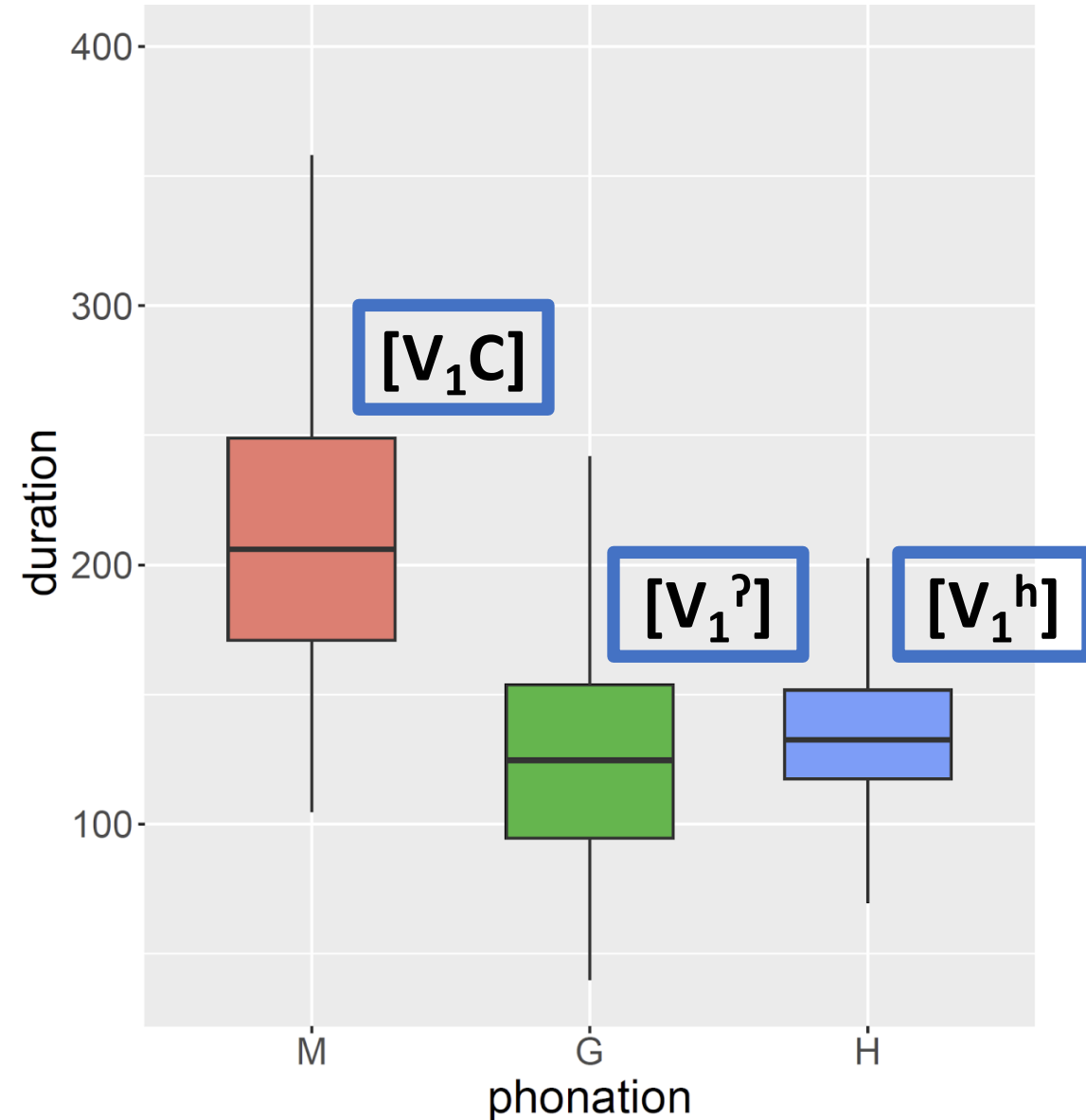
Experimento: Resultados

Duration

V_1 en $[V_1^?]$ y $[V_1^h]$ es más corto que en el $[V_1C]$ modal

$[V_1^?]$ effect: -84.5 (CI = [-118, -49])

$[V_1^h]$ effect: -74.58 (CI = [-104, -45])



Duration of V_1 (ms) by phonation type across all speakers

Experimento: Resultados

Finding:

- V_1 de $[V_1^?]$ y V_1 de $[V_1^h]$ son más cortas que la del $[V_1C]$ modal

$[V_1^?]$	$[V_1^h]$	Modal $[V_1C]$
Duración más corta de V_1		Duración más larga de V_1

Experimento: Resultados

Tonía

Debido a restricciones tonotácticas, sólo comparamos tonos B iniciales entro los tipos de fonación

- En melodías B-B y

V1

$[V_1^?]$	$[V_1^h]$	Modal $[V_1C]$
$[\int \underset{\square}{i}^? \check{y}]$	$[n \underset{\square}{i}^h \check{y}]$	$[\underset{\square}{i} \beta \grave{i}]$

Experimento: Resultados

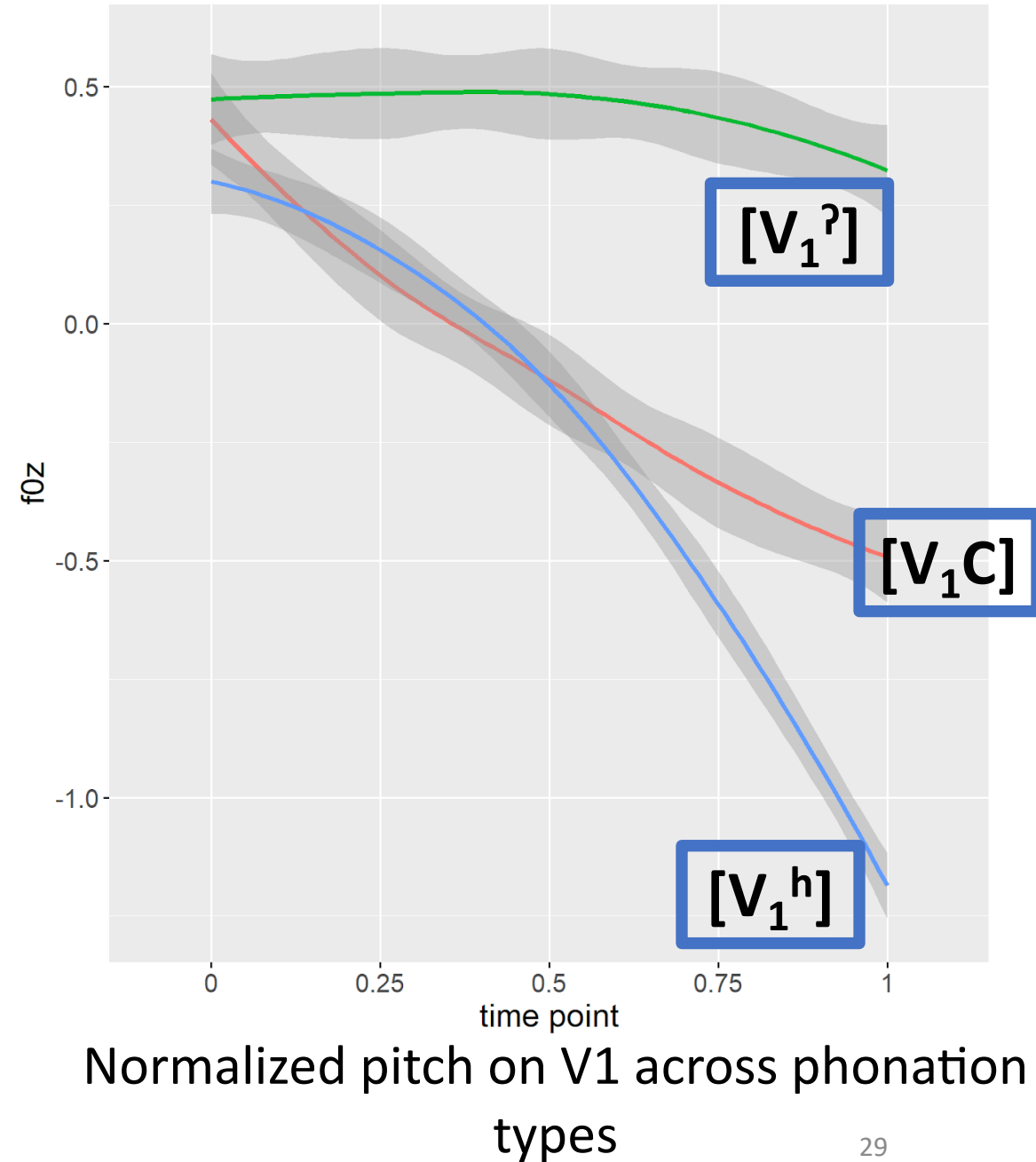
La tonía se bajó en cada condición

Tonía de $[V_1C]$ modal se cayó de inicio a fin

- Efecto: -0.91 (CI = $[-1.06, -0.76]$)

Tonía de $[V_1^?]$ baja, pero no tanto como la de $[V_1C]$ modal

- Efecto: $-0.91 + 0.76 = -0.15$
(CI = $[0.58, 0.94]$)

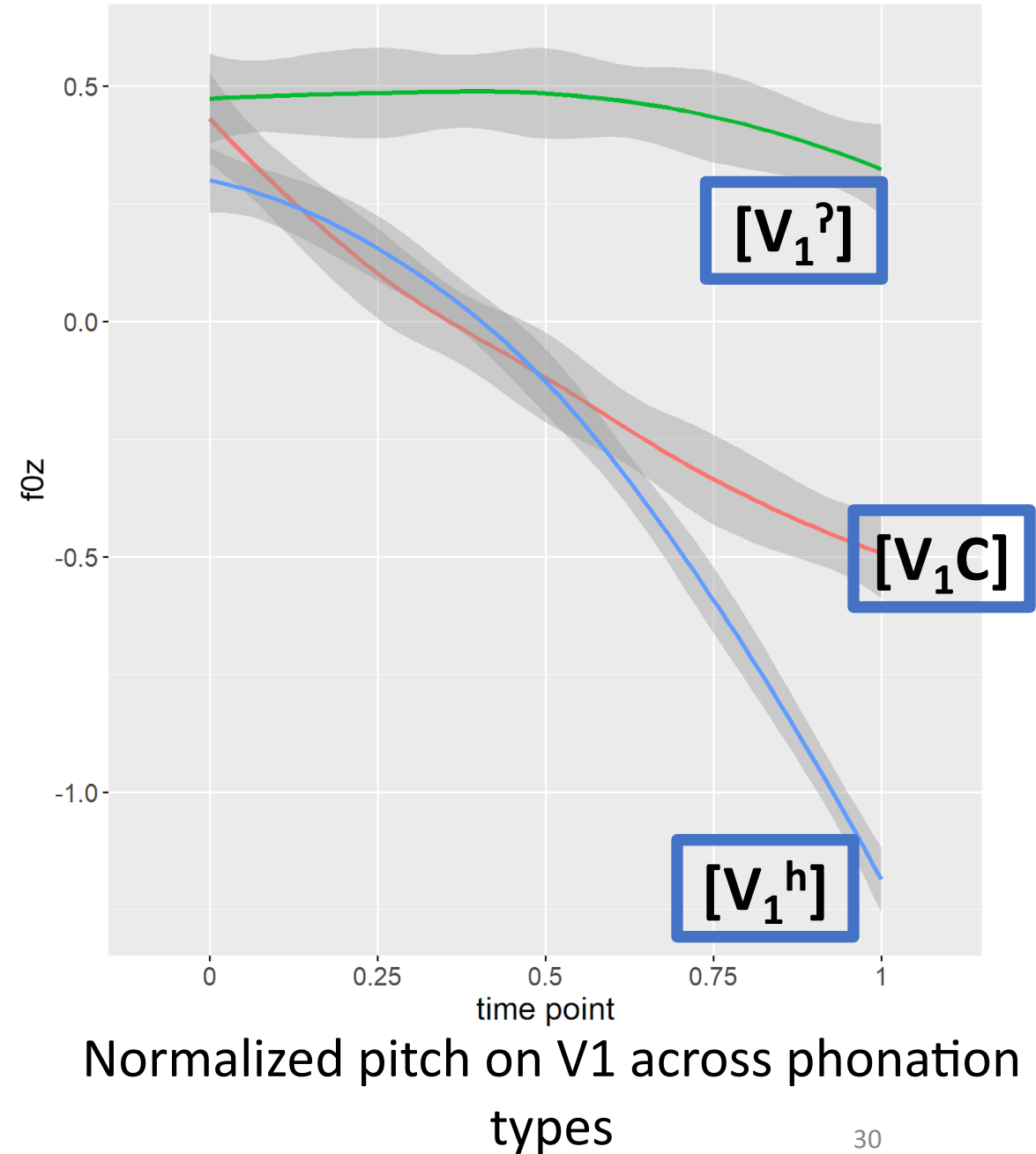


Experimento: Resultados

La tonía se bajó en cada condición

Tonía de $[V_1^h]$ baja más que en $[V_1C]$ modal

- Efecto = $-0.91 + -0.58 = -1.49$
(CI = $[-0.75, -0.4]$)



Experimento: Resultados

Finding:

- La tonía bajó en todos los casos, pero bajó menos en $[V_1^?]$ y más en $[V_1^h]$

$[V_1^?]$	$[V_1^h]$	Modal $[V_1C]$
Duración más corta de V_1		Duración más larga de V_1
Bajada tonal pequeña	Bajada tonal grande	Bajada tonal intermedio

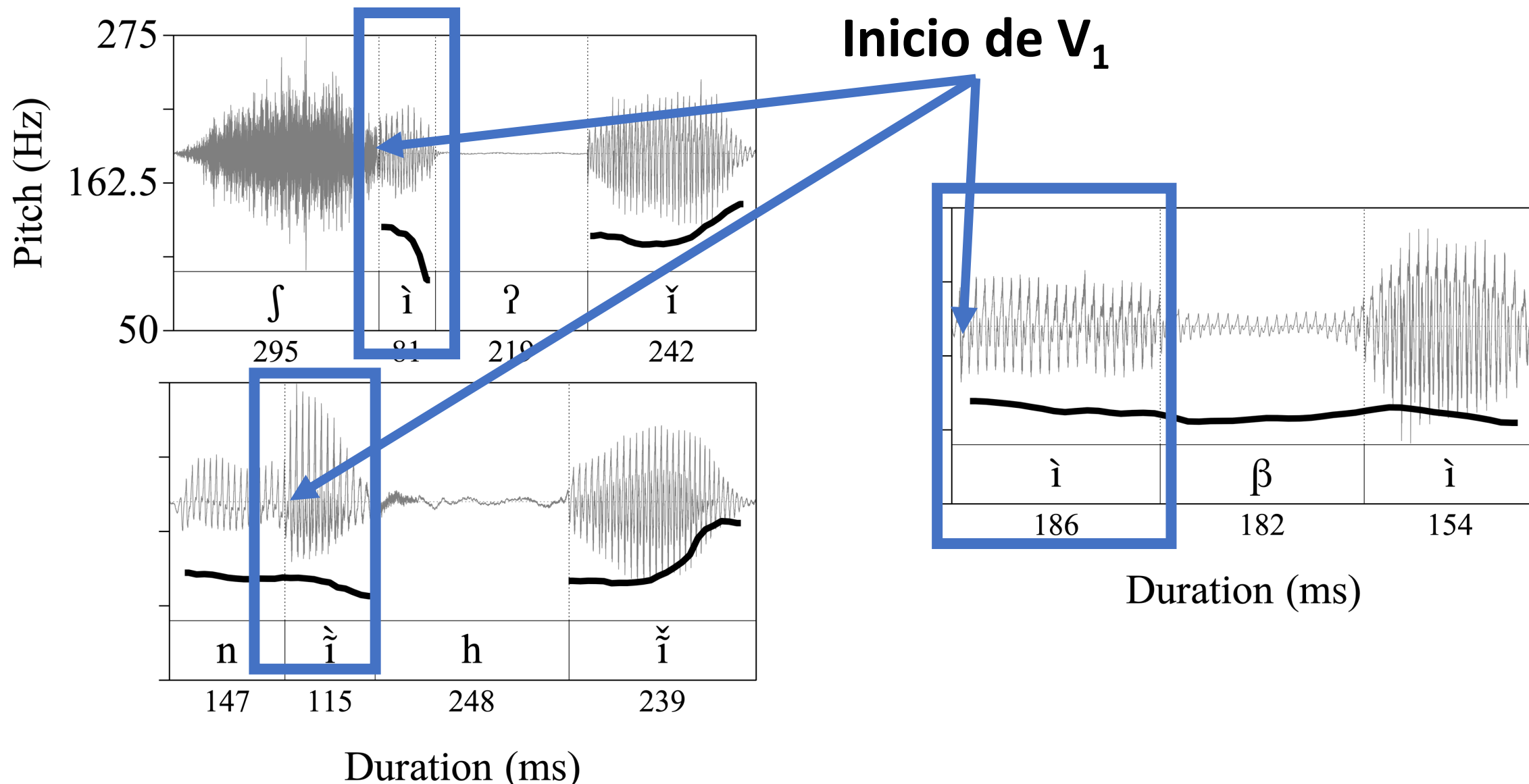
Experimento: Resultados

H1-H2

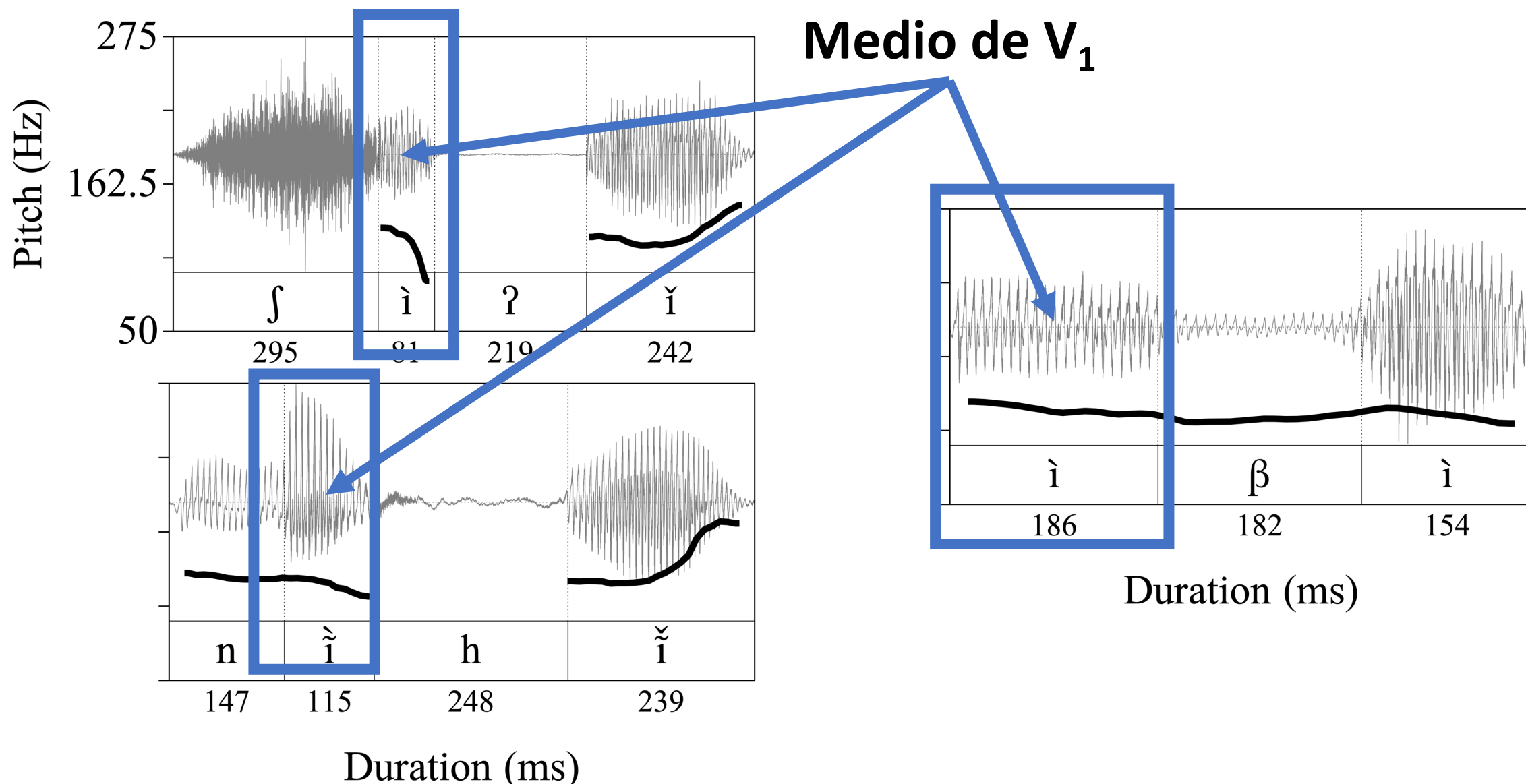
Normalmente más bajo en la voz laringizada, más alta en la voz murmurada (Kreiman et al 2010; Keating et al 2015)

Comparamos el *H1-H2 corregido a tres puntos diferentes

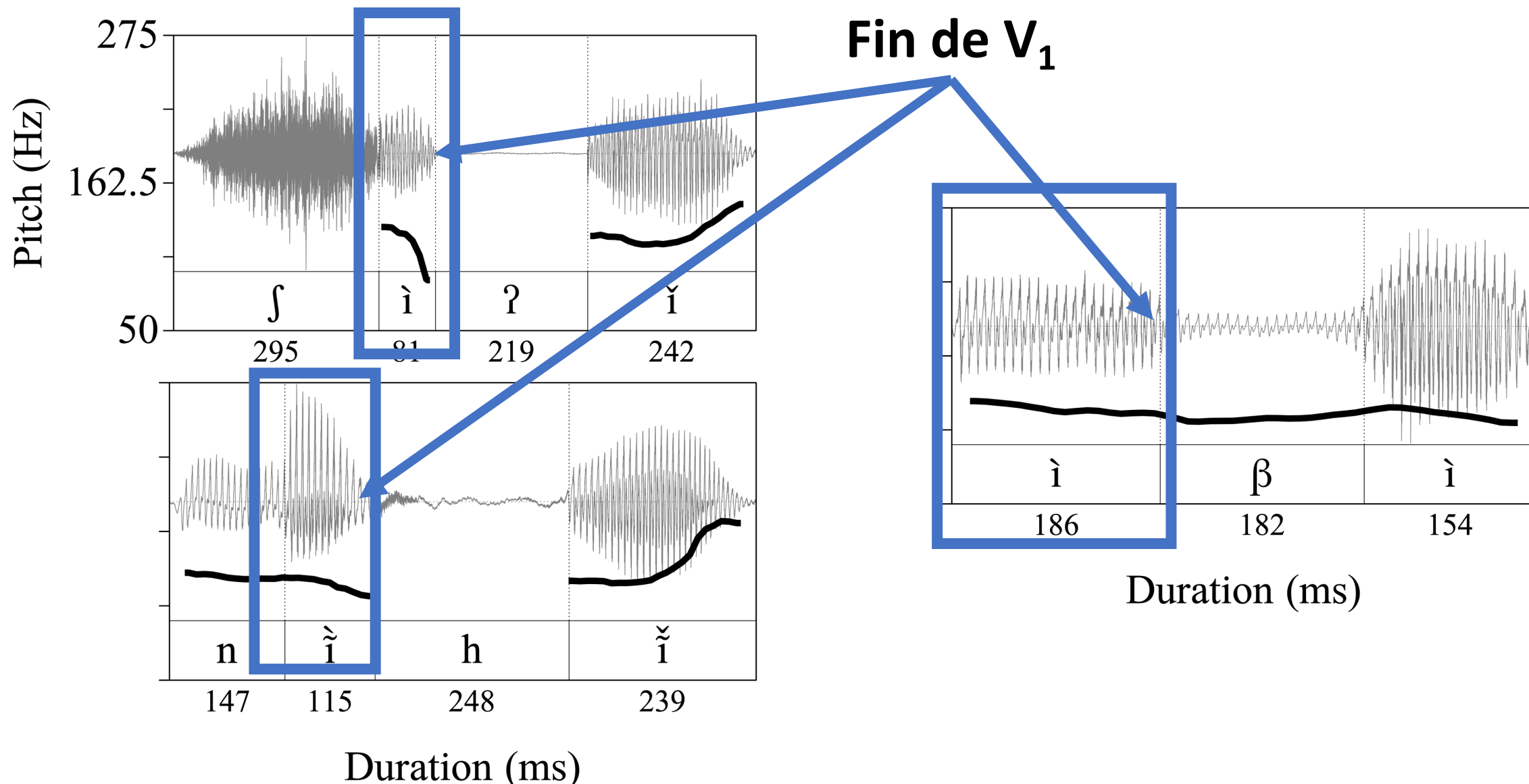
Experimento: Resultados



Experimento: Resultados



Experimento: Resultados



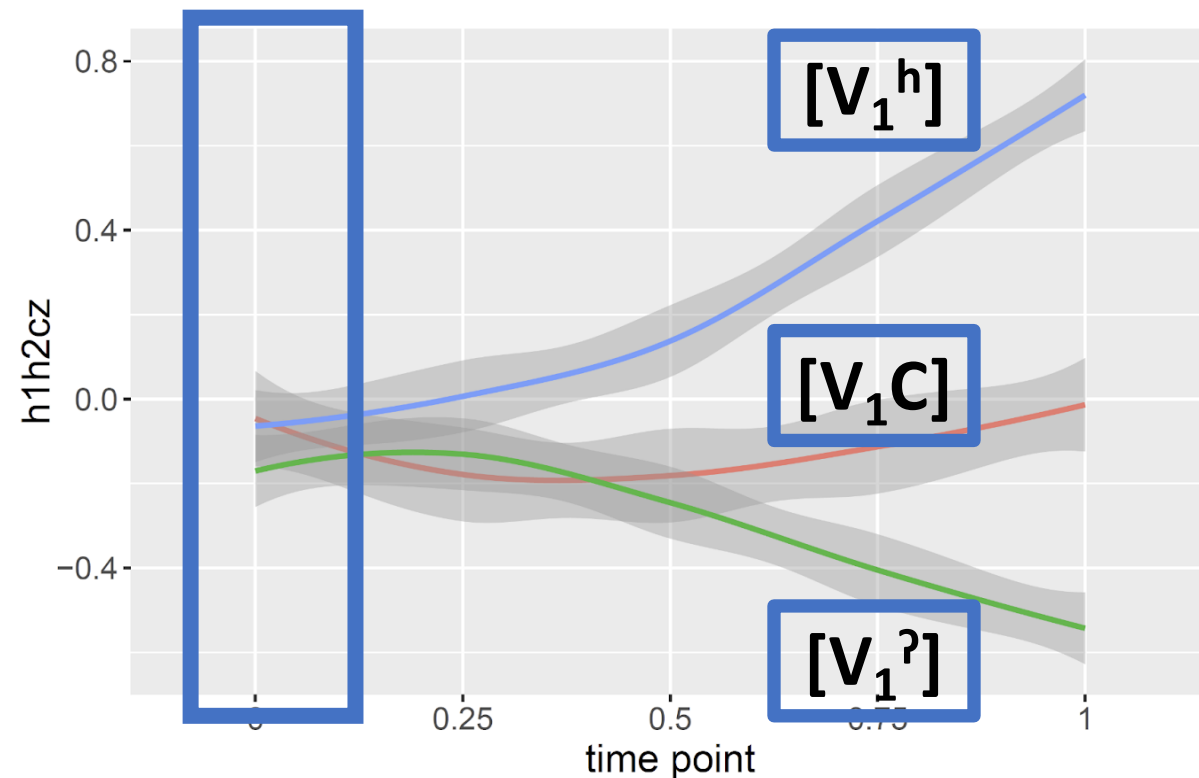
Experimento: Resultados

H1-H2:

Al inicio de la vocal, no hay diferencia entre las categorías

$[V_1^?]$ efecto: -0.13 (CI: [-0.35, 0.09])

$[V_1^h]$ efecto: -0.02 (CI: [-0.24, 0.18])



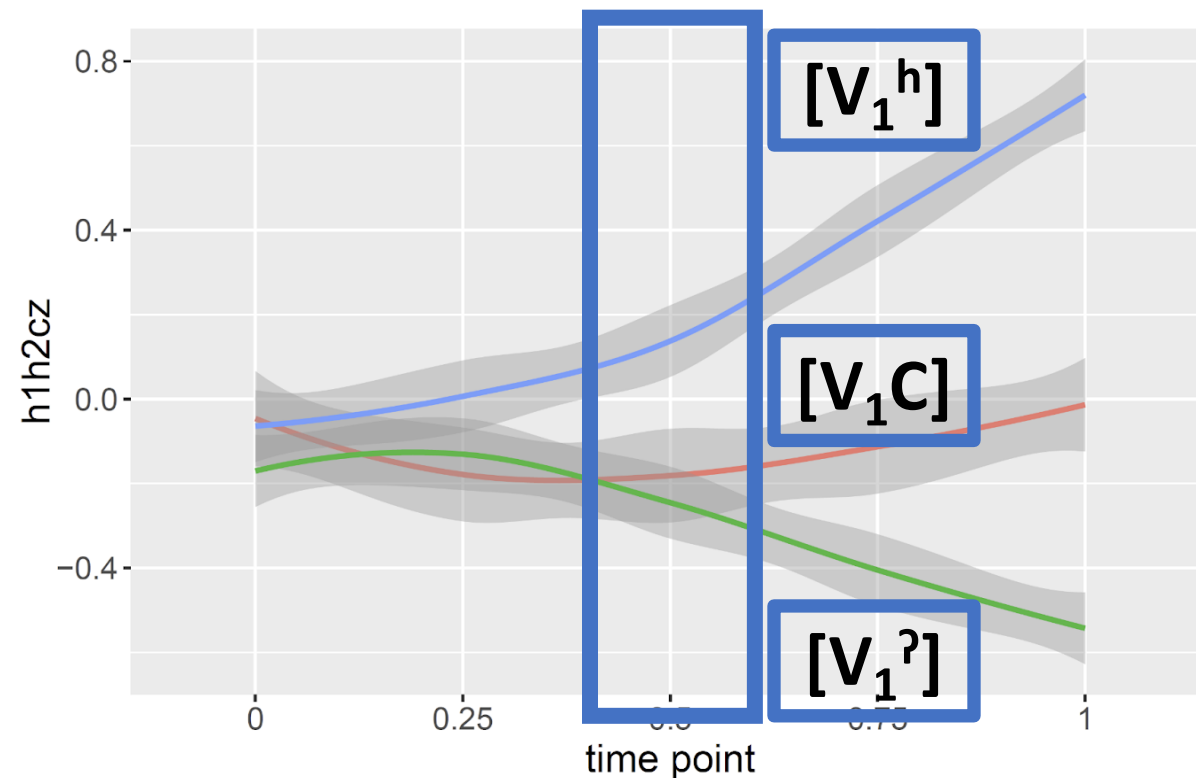
Experimento: Resultados

H1-H2:

Al medio de la vocal, $[V_1^h]$ es más alto que $[V_1^c]$ modal, pero $[V_1^p]$ no es diferente de $[V_1^c]$ modal

$[V_1^p]$ efecto: 0.11 (CI: [-0.22, 0.49])

$[V_1^h]$ efecto: 0.47 (CI: [0.14, 0.82])



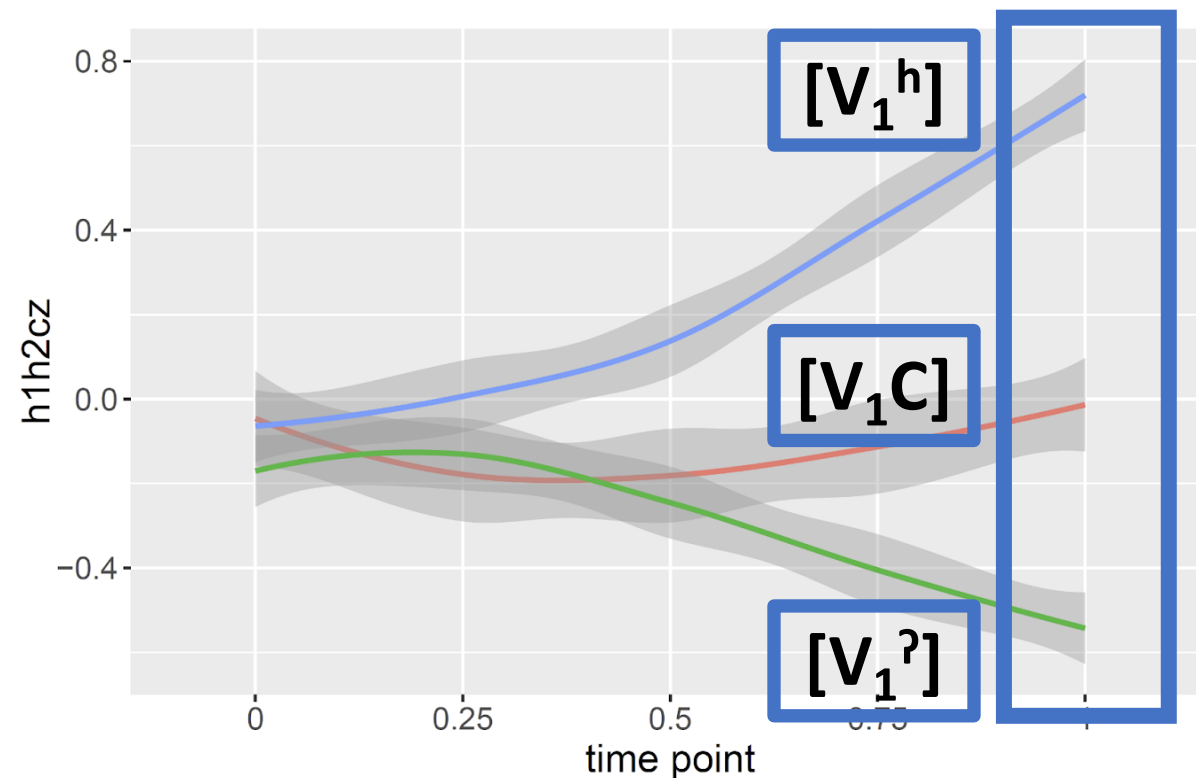
Experimento: Resultados

H1-H2:

Al fin de la vocal, $[V_1^h]$ es más alto que $[V_1^c]$ modal, y $[V_1^l]$ es más bajo que $[V_1^c]$ modal

$[V_1^l]$ efecto: -0.66 (CI: [-1.12, -0.24])

$[V_1^h]$ efecto: 0.79 (CI: [0.38, 1.2])



Experimento: Resultados

Resultado:

- *H1-H2 baja al fin [$V_1^?$], sube por [V_1^h]

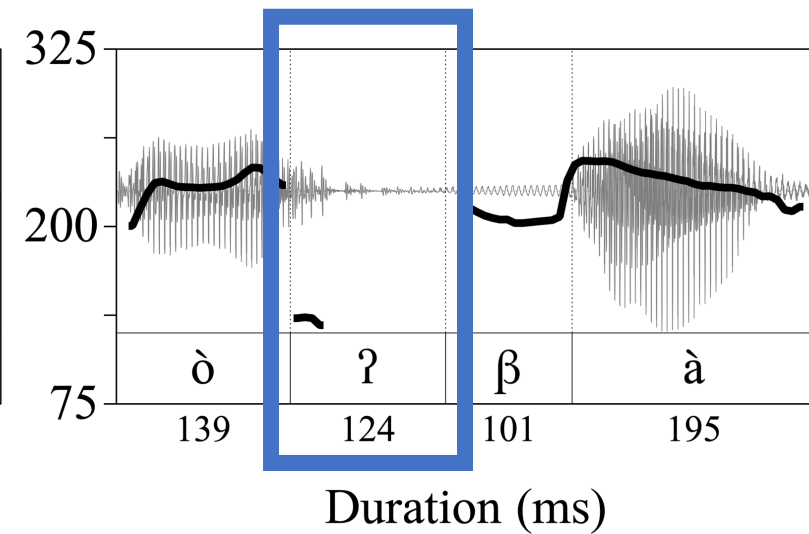
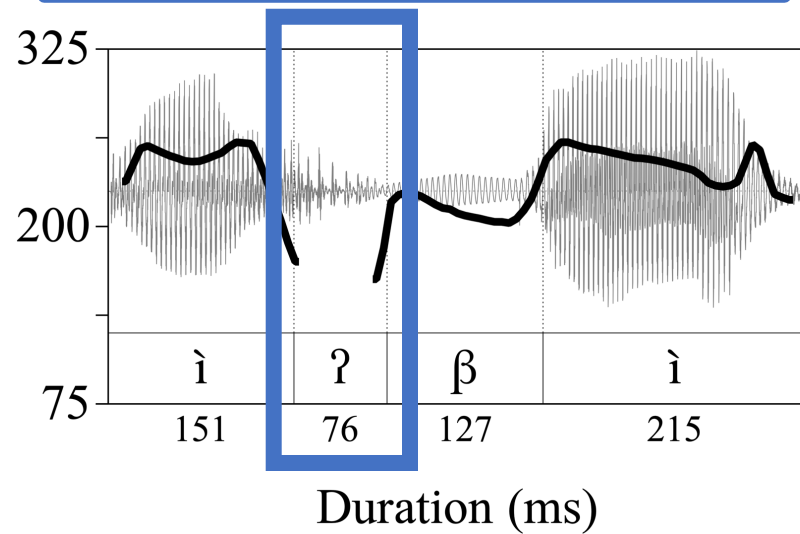
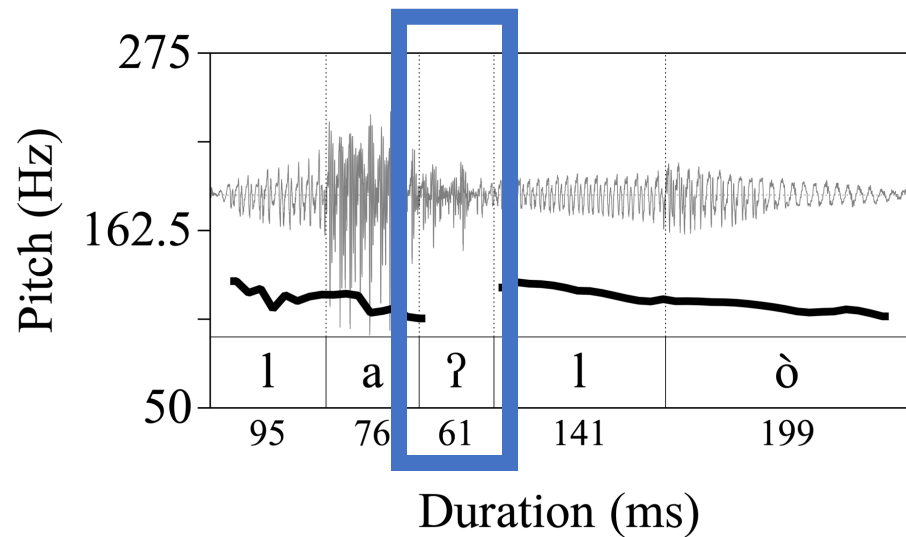
[$V_1^?$]	[V_1^h]	Modal [V_1C]
Duración más corta de V_1		Duración más larga de V_1
Bajada tonal pequeña	Bajada tonal grande	Bajada tonal intermedio
Bajada tarde de *H1-H2	Subida gradual de *H1-H2	*H1-H2 estable

Experimento: Resultados

Voicing

Clasificamos las producciones como **sonoras** y **sordas**

[ʔ] sonora en [V₁ʔ]

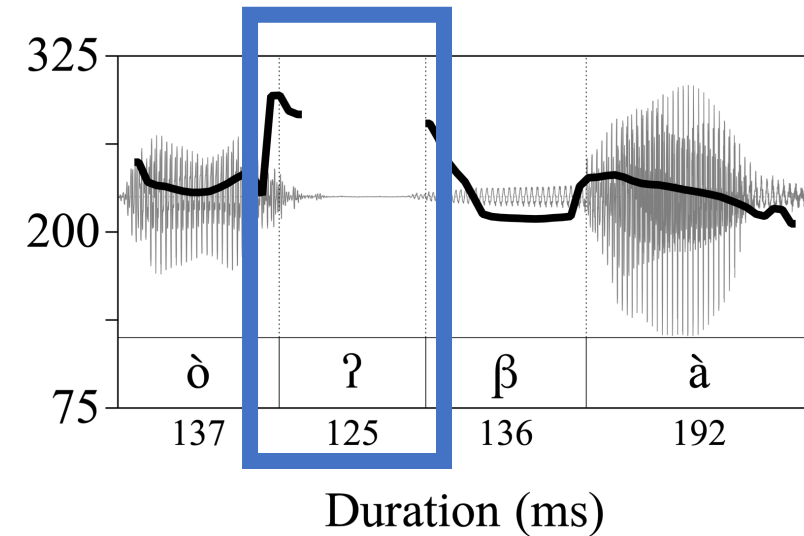
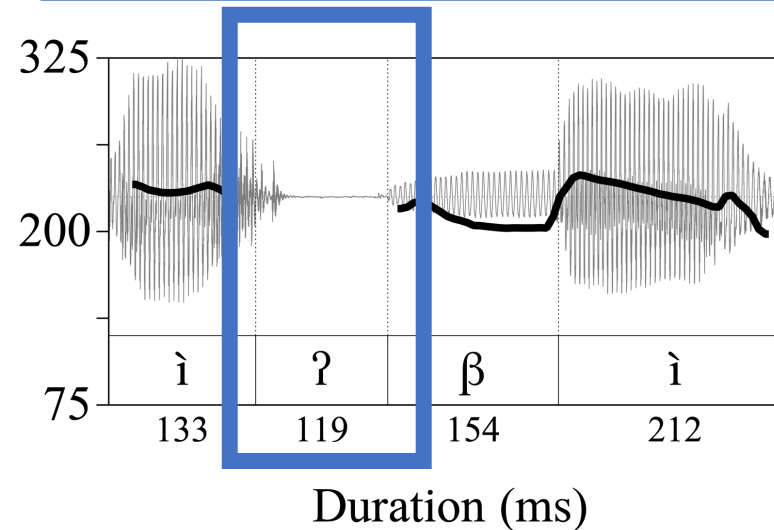
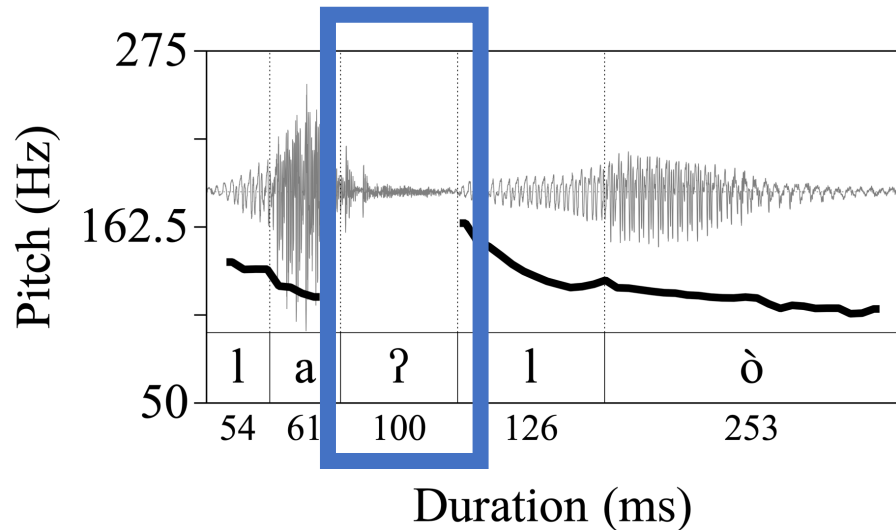


Experimento: Resultados

Voicing

Clasificamos las producciones como **sonoros** y **sordos**

[ʔ] sorda en [V₁ʔ]

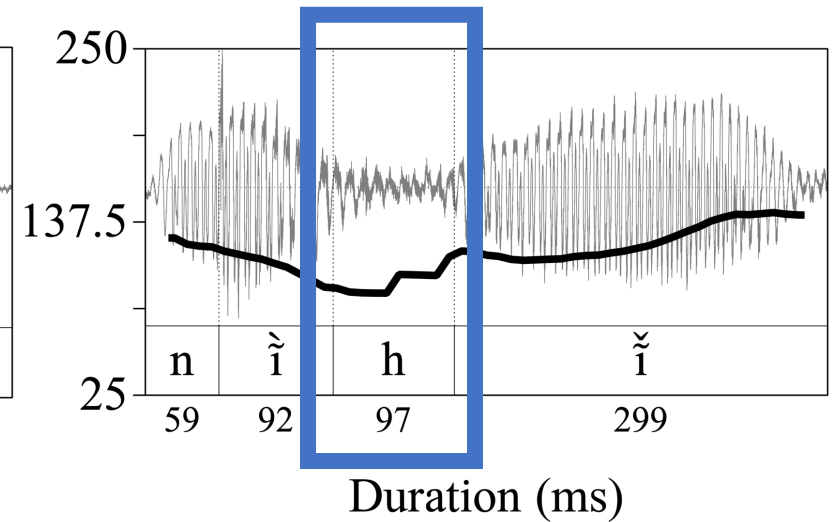
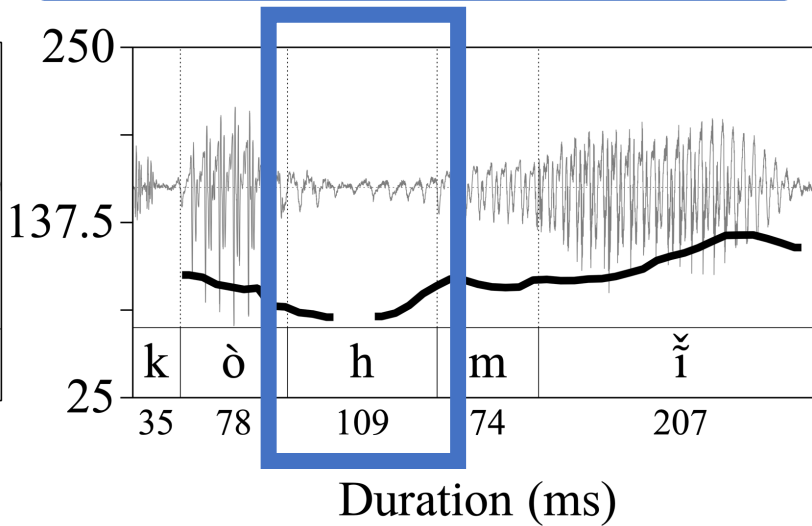
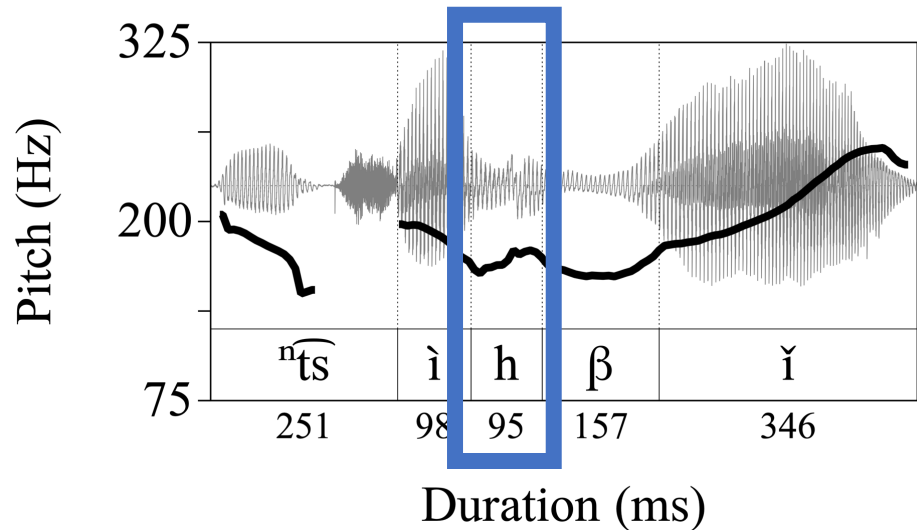


Experimento: Resultados

Voicing

Clasificamos las producciones como **sonoros** y **sordos**

[h] sonoro en [V₁^h]

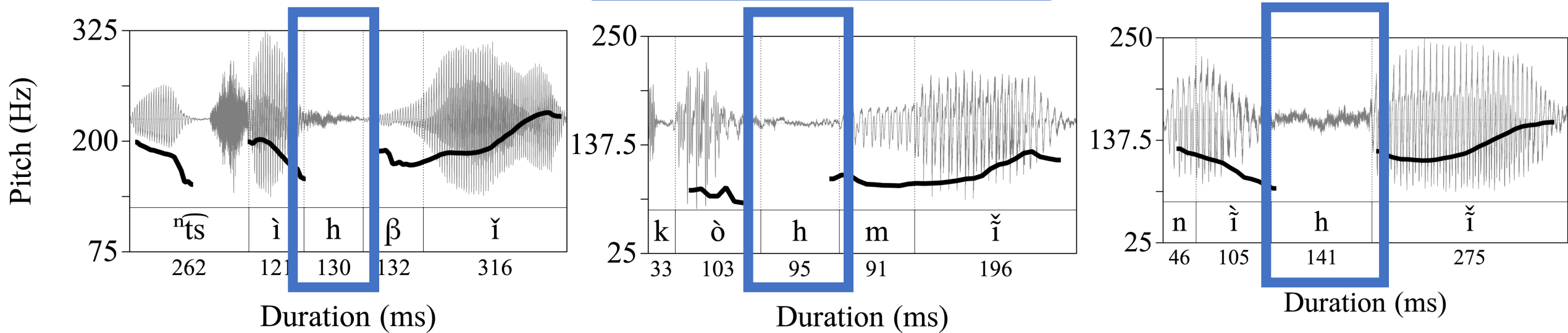


Experimento: Resultados

Voicing

Clasificamos las producciones como **sonoros** y **sordos**

[h] sordo en [V₁^h]



Experimento: Resultados

Voicing

La [ʔ] en [V₁ʔ] fue casi siempre sorda

AMR1	AMR2	GEG	JCE	JGO	JMR	LER	RMR
67/70 (96%)	63/63 (100%)	56/69 (81%)	28/54 (52%)	62/62 (100%)	69/72 (96%)	69/71 (97%)	72/72 (100%)

Número de [ʔ] sordas sobre todas las producciones de [ʔ]

Experimento: Resultados

Voicing

La [ʔ] en [V₁ʔ] fue casi siempre sorda

AMR1	AMR2	GEG	JCE	JGO	JMR	LER	RMR
67/70 (96%)	63/63 (100%)	56/69 (81%)	28/54 (52%)	62/62 (100%)	69/72 (96%)	69/71 (97%)	72/72 (100%)

Número de [ʔ] sordas sobre todas producciones de [ʔ]

Experimento: Resultados

Voicing

La [h] en $[V_1^h]$ fue casi siempre sordo

AMR1	AMR2	GEG	JCE	JGO	JMR	LER	RMR
72/72 (100%)	71/71 (100%)	61/71 (86%)	58/62 (94%)	62/62 (100%)	72/72 (100%)	70/73 (96%)	71/72 (99%)

Número de [h] sordos sobre todas producciones de [h]

Experimento: Resultados

Voicing

La [h] en $[V_1^h]$ fue casi siempre sordo

AMR1	AMR2	GEG	JCE	JGO	JMR	LER	RMR
72/72 (100%)	71/71 (100%)	61/71 (86%)	58/62 (94%)	62/62 (100%)	72/72 (100%)	70/73 (96%)	71/72 (99%)

Número de [h] sordas sobre todas producciones de [h]

Experimento: Resultados

Resultado:

La [ʔ] en [V₁^ʔ] y el [h] en [V₁^h] fueron casi siempre sordos

[V ₁ ^ʔ]	[V ₁ ^h]	Modal [V ₁ C]
Duración más corta de V ₁		Duración más larga de V ₁
Bajada tonal pequeña	Bajada tonal grande	Bajada tonal intermedio
Bajada tarde de *H1-H2	Subida gradual de *H1-H2	*H1-H2 estable
Casi siempre sordos		Casi siempre sonoros <small>48</small>

Discusión

Discusión

Dos dimensiones acústicas diferencian el **[V₁C] modal** de los **[V₁ʔ]/[V₁^h]**

[V₁ʔ]	[V₁^h]	Modal [V₁C]
Duración más corta de V ₁		Duración más larga de V ₁
Casi siempre sordos		Casi siempre sonoros

Discusión

Dos otras dimensiones acústicas diferencian **entre el [V₁^ʔ] y el [V₁^h]**

[V ₁ ^ʔ]	[V ₁ ^h]	[V ₁ C]
Bajada tonal pequeña	Bajada tonal grande	Bajada tonal intermedio
Bajada tarde de *H1-H2	Subida gradual de *H1-H2	*H1-H2 estable

El [V₁^h] tiene una transición más gradual, mientras que la del [V₁^ʔ] es más abrupta (cf. DiCanio 2012)

Discusión

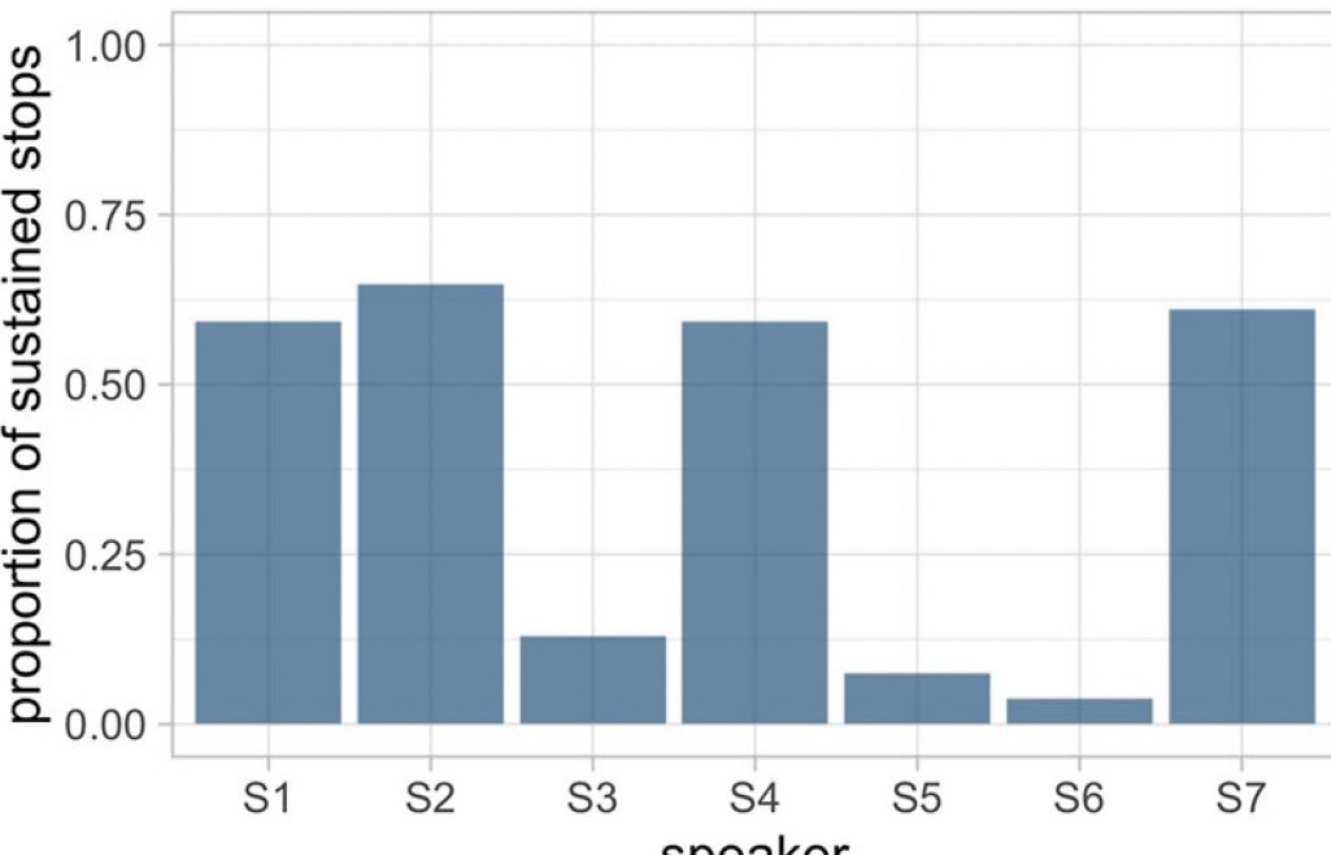
Un resultado sorprendente es la prevalencia del ensordecimiento en el $[V_1^?]$ y en el $[V_1^h]$

Gerfen y Baker (2005:319): “ocho producciones [de 144] se realizaron con tanta laringización que Praat no pudo calcular la frecuencia fundamental durante el periodo de laringización” (traducción propia)

- 136/144 (94%) de las producciones se realizaron con sonorización periódica

Discusión

Un resultado sorprendente es la prevalencia del ensordecimiento en el $[V_1^?]$ y en el $[V_1^h]$



Cortés et al (2023): 4/7 hablantes realizaron las secuencias $[V^?V]$ con un oclusivo glottal en el 60-70% de las producciones.

3 otros hablantes nunca las realizaron así

Discusión

Prevalencias diferentes del ensordecimiento entre las tres lenguas

- Coatzospan: Case siempre sonoro, mucha variación
- San Sebastián del Monte: Una mezcla de sordo y sonoro, mucha variación
- San Martín Peras: Casi siempre sordo, poca variación



Discusión

Sorprendente porque la mitad de los $[V_1^ʔ]$ y $[V_1^h]$ tenía $[ʔ]$ y $[h]$ en posición intervocálica.

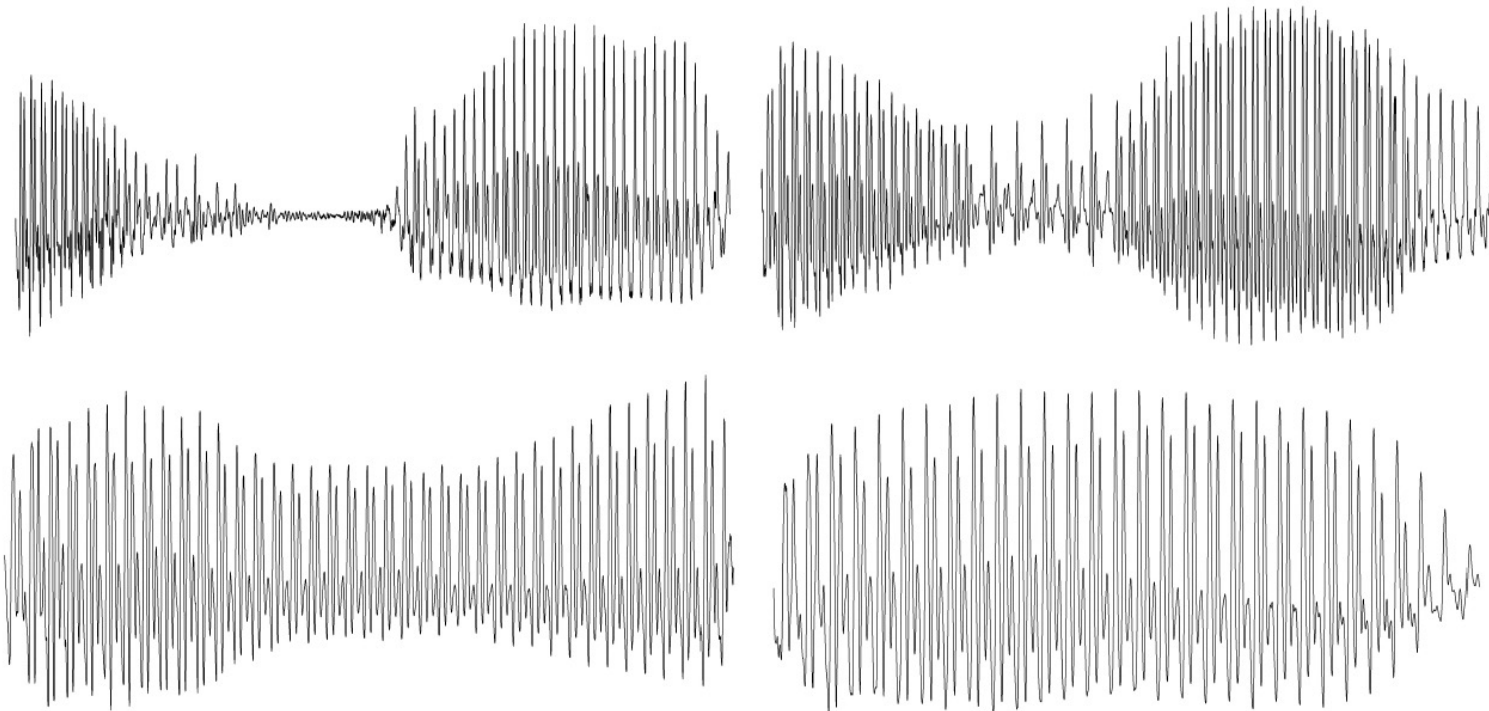
- $[V_1^ʔV_2]$ y $[V_1^hV_2]$

Éstos se pronunciaron con la misma proporción de ensordecimiento

- Con mucha frecuencia, $[ʔ]$ y $[h]$ se sonorizan entre vocales (Davidson 2021; Garellek et al 2023)

Discusión

También sorprendente porque investigaciones previas han mostrado que las secuencias [VʷV] en el mixteco de SMP son variables y que se sonorizan en el habla fluido (Eischens to appear)



Cuatro producciones de la porción vocálica de la palabra [loʷo] ('pequeño') por la misma hablante en el mismo contexto

Discusión

Un participante, 100% de cuyos [ʔ] y [h] fueron sordos, los pronuncia varios veces sonoros en una narrativa

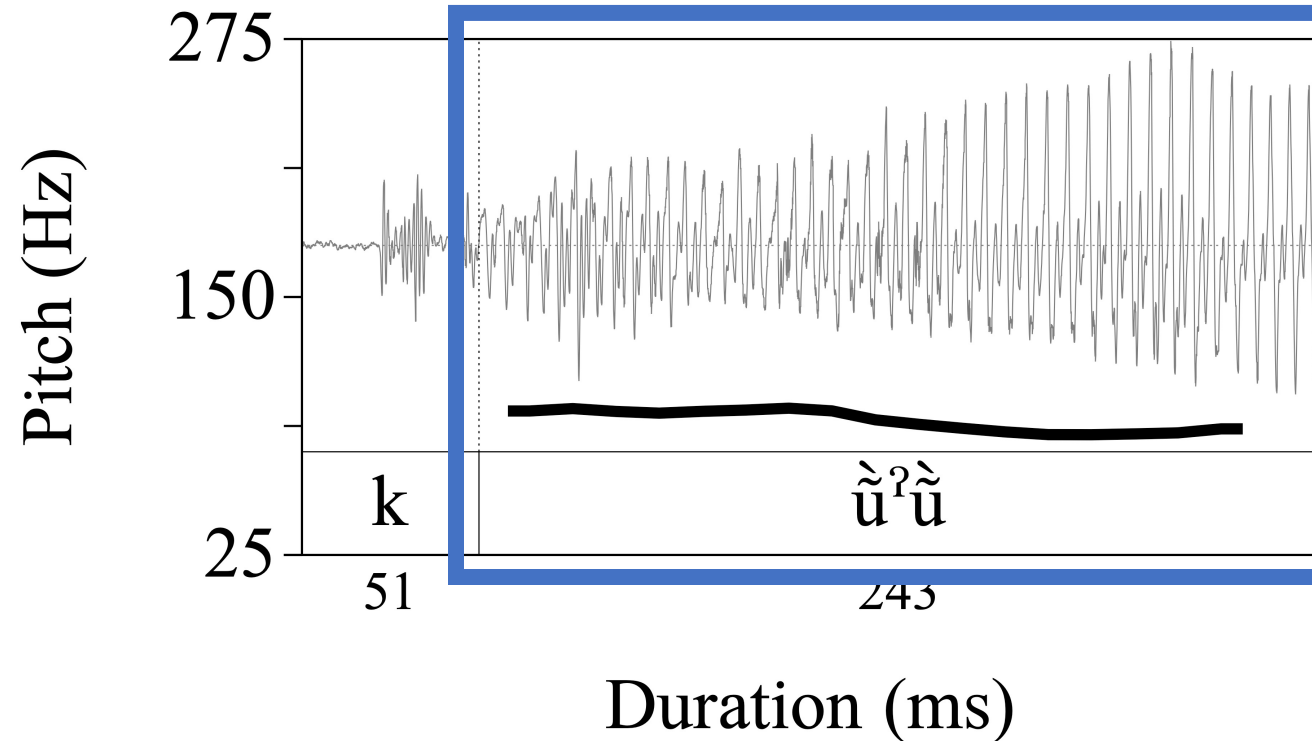
1. Tsia ná kù'ùn ntó ...

[tsʰja ná kũʔũ ˀtó]

then MOD go.POT 2PL

‘Then why don’t you go and...’

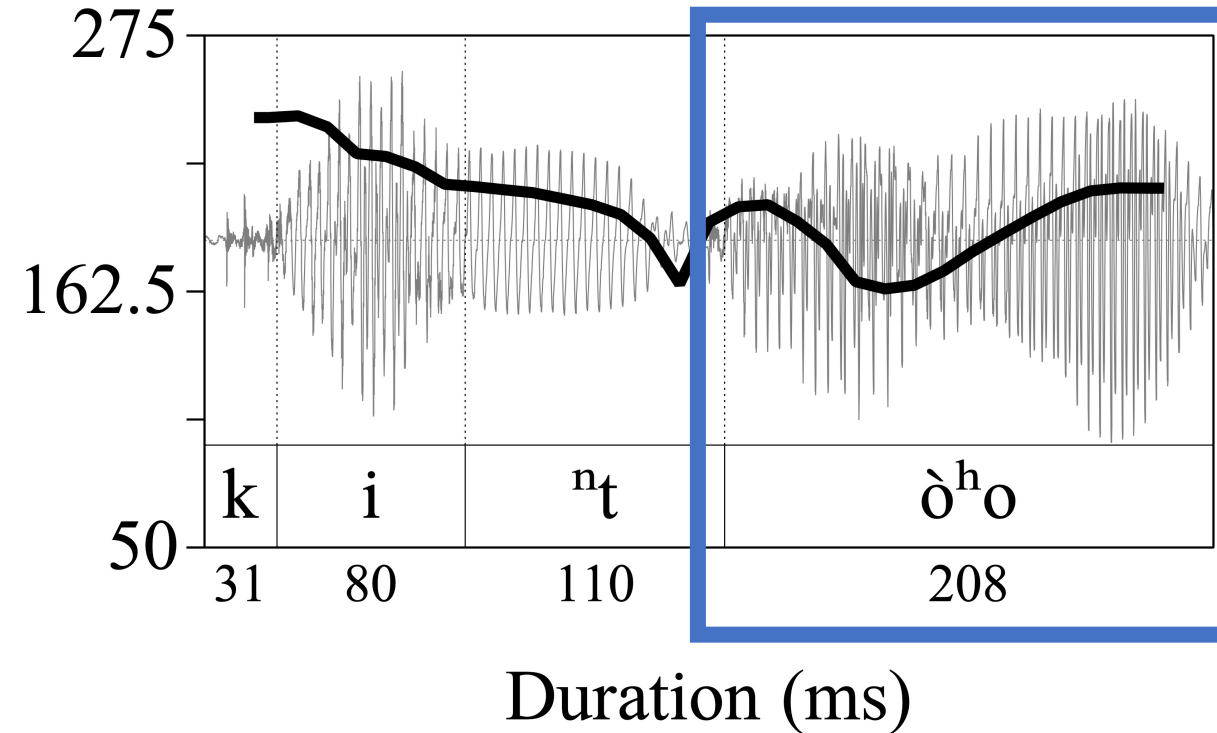
‘Y porque ustedes no van y...’



Discusión

Un participante, 100% de cuyos [ʔ] y [h] fueron sordos, los pronuncia varios veces sonoros en una narrativa

Pitch (Hz)



1. Tá ná kintòjo và'a ún ra ...

[tá ná kiⁿtò^ho
for MOD stay.POT

‘So that you end up well’

‘Para que quedes bien’

βà^ʔ=ũ
well=2SG

ra]
and



Discusión

Una razón por esto podría ser la **prominencia prosódica**

- Las palabras en este experimento se pronunciaron en aislamiento, una posición que se asocia con la prosodia del fin de la oración
- Cuando una raíz laringizada se pronuncia al fin de la oración en el mixteco de SMP, su laringización está más fuerte que en otras posiciones

Discusión

Los límites de los dominios prosódicos se asocian con **magnitud articulatoria fortalecida** (Fougeron y Keating 1997)

- En el mixteco de SMP, puede ser que se fortalece la raíz entera al fin de la oración, lo cual causa el ensordecimiento de la [ʔ] y el [h]
- Este hipótesis predice que haya magnitud articulatoria fortalecida en los otros consonantes, también

Conclusión

Conclusión

Experimento de producción con 8 hablantes del mixteco de SMP

Varias dimensiones acústicas distinguen entre $[V_1^?]$, $[V_1^h]$ y el $[V_1C]$ modal

- Duración
- Tonía
- H1-H2
- Voz

Conclusión

Gerfen y Baker (2005) y Cortés et al (2023) reportaron niveles altos de variación inter-hablante e intro hablante en la producción de la [ʔ]

Encontramos **consistencia** inter-hablante e intro-hablante en la producción de la [ʔ] y el [h]

- Se realizaron casi siempre sordos

Se puede entender la prevalencia del ensordecimiento como consecuencia de la prominencia prosódica

¡Gracias!