

Un Análisis Acústico del Quechua del Cusco (An Acoustic Analysis of Cusco Quechua)

BY STEVE PARKER, PH.D.

Graduate Institute of Applied Linguistics

Resumen (abstract).

This is an electronic version of a paper that will also be published in hard copy form in the Revista de la Facultad de Humanidades y Lenguas Modernas (Journal of the Department of Humanities and Modern Languages) of the Universidad Ricardo Palma in Lima, Peru, scheduled for October or November of 2007. It is presented here (still in Spanish) to make it freely available to a wider audience both inside and outside of that country. The paper documents the results of instrumental measurements of all of the phonetic segments of Cusco Quechua, including duration, intensity, pitch, and formants 1-3. The variety of Quechua typically spoken in and around the city of Cusco is noteworthy and interesting in that it contrasts three series of voiceless stops: plain, aspirated, and glottalized (ejectives).

1. Introducción

El propósito de este artículo es documentar las características acústicas principales de la variedad del quechua que se habla típicamente en el departamento del Cusco en el Perú. Presentamos los resultados de medidas instrumentales de la duración total y la intensidad, tanto de las consonantes como de las vocales, además de la frecuencia fundamental (F0) y los primeros tres formantes (F1-F3) de cada vocal. El quechua cusqueño es especialmente importante e interesante puesto que (1) el Cusco fue la capital del imperio incaico; (2) por lo tanto, esa variedad es muy prestigiosa; (3) es la variedad quechua con más hablantes en el Perú, un millón y medio según Gordon (2005); y (4) tiene oclusivas aspiradas y ejectives contrastivas.

2. Diseño y metodología del estudio

En esta sección se describen los detalles de un experimento fonético profundo que llevamos a cabo con cinco nativohablantes del quechua del Cusco, todos varones. Las grabaciones se hicieron durante los meses de noviembre del 2005 a enero del 2006 en una cámara anecoica ubicada en las instalaciones del Instituto Lingüístico de Verano en Magdalena del Mar, Lima. Las edades y lugares de procedencia de los cinco hablantes se mencionan en el siguiente cuadro:

Cuadro 1: Datos personales de los cinco hombres nativohablantes del quechua del Cusco

edad	lugar donde nació y/o creció		
	departamento	provincia	distrito
39	Cusco	Canchis	Tinta
42	Cusco	Calca	Calca
48	Cusco	La Convención	Santa Teresa
48	Cusco	Urubamba	Chincho
59	Cusco	Cusco	Cusco

Como se ve en el cuadro anterior, los hablantes pertenecen a cinco provincias del departamento del Cusco, así que representan bastante bien la variación dentro de esta variedad quechua. Sin embargo, no notamos diferencias consistentes entre los idiolectos de los cinco participantes. Todos hablan también castellano, y como nosotros no hablamos quechua muy bien, la metalengua que utilizamos para la orientación durante el experimento fue el castellano. Durante las grabaciones los hablantes utilizaron un micrófono colocado en la cabeza a una distancia fija de aproximadamente cinco milímetros a un lado de la boca (fue el modelo ATM3a distribuido por la empresa Sound Professionals). Las palabras claves que queríamos estudiar estaban escritas en hojas. Inicialmente cada una de las personas leyó la lista de palabras una vez, sin grabar, para familiarizarse con la oración marco y las palabras de sustitución (descritas más adelante). Después, grabamos a cada uno de los hablantes

leyendo la lista de palabras cinco veces, con una pausa después de cada hoja. De esa manera conseguimos 25 repeticiones de cada palabra de comprobación. El orden de presentación de estas palabras fue aleatorio y contrapesado en cuanto a las cinco hojas. Se indicó a los hablantes que pronunciaran las oraciones con una velocidad relajada y conversacional — no muy rápido ni muy despacio. También se les pidió usar tono de voz y nivel de intensidad normales — no muy altos ni muy bajos. Las pronunciaciones en vivo fueron grabadas directamente en un sistema profesional (Roland ED UA-30 USB audio interface) con Adobe Audition a una frecuencia de 44.1 kHz (16 bit). Luego fueron transferidas a computadoras personales y analizadas fonéticamente con el programa Praat (disponible sin costo del Internet).

Las palabras bajo estudio fueron pronunciadas dentro de una oración marco: *Pacon naha “___” nisharan* ‘Paco estaba diciendo “___” hace un rato’ que consiste en /pako/ ‘Paco’; /-n/ ‘atestiguado personalmente (evidencial)’; /naha/ ‘hace rato, hace poco, anteriormente, enantes’; /ni-/ ‘decir’; /-ša/ ‘progresivo’; /-řa/ ‘pasado (perfecto)’; y /-n/ ‘tercera persona genérica’. La oración marco fue escogida porque coloca una vocal átona inmediatamente antes y después de la palabra de sustitución para evitar los efectos de choques de acentos y la formación de grupos de consonantes. Algunos hablantes dicen [ñáha] en vez de [náha], lo cual no afecta los resultados de este estudio. El acento primario recae en la penúltima sílaba de todas las palabras de la lista, con bastante regularidad. A continuación se presenta la lista de palabras claves elicitadas para este estudio:

Cuadro 2: Lista de pares mínimos del quechua del Cusco utilizados para el análisis instrumental

vocales	forma fonética	segmento clave	glosa
tata	[táta]	[a]	‘padre, el que tiene uno o varios hijos; señor’
tete	[téte]	[e]	‘plomo, metal muy pesado de color azul gris; objeto de plomo, moneda falsa de plomo; pesado, de mucho peso; cerrado a piedra y lodo; duro y sin vida; aplomado, de color gris de plomo’
toroq	[tóroq]	[o]	‘higuerón, planta de la familia de las móreas, cuya madera es resistente’
titi	[títi]	[i]	‘una mirada fija, inmóvil’
turan	[túrān]	[u]	‘su hermano (en relación con hermana); su primo, amigo, paisano de ella’
consonantes iniciales			
yapa	[yápa]	[y]	‘aumento, acrecentamiento de una cosa; porción extra que se da; añadidura, lo que se añade o agrega; apéndice, cosa adjunta o añadida a otra; repetición, acto de hacer, decir, reproducir la misma cosa; lo que el vendedor da y el comprador recibe por gracia o gratis; nuevamente, de nuevo; otra vez, segunda vez’
wata	[wáta]	[w]	‘año, edad; viejo, productos secos guardados por más de un año’
lawa	[láwa]	[l]	‘sopa de harina (de maíz, trigo, chuño, etc.)’
llapan	[lápān]	[l]	‘todos, todo ello, conjuntamente todo’
ratay	[řátay]	[ř]	‘insultar; pegar, adherir, unir’
mata	[máta]	[m]	‘llaga o herida que se produce en la espalda de una bestia de carga’
nanan	[nánān]	[n]	‘que duele, doliente’
ñataq	[ñátaq]	[ñ]	‘ya también y ya vuelta, también; frecuentemente, una y otra vez’
sapan	[sápān]	[s]	‘uno solo, único; que no tiene compañía, aislado; cada; se usa para designar una o más personas o cosas’
hatu	[hátu]	[h]	‘un burro con adornos’
chatu	[čátu]	[č]	‘cántaro pequeño, generalmente para usos domésticos; calentadora de agua hecha de barro y sin tapa’

ch'ata	[č'áta]	[č']	'unión de dos partes de una cosa rota, ligadura que se hace a una cosa rajada para que no se rompa'
chhapa	[č ^h ápa]	[č ^h]	'afrecho, residuo de la harina ya cernida'
pata	[páta]	[p]	'asiento, parte alta de una cosa; eminencia de un cerro, casa, etc.; poyo, grada, releje de edificio; orilla, borde, canto, ribera, margen; encima, en lugar superior en oposición al inferior; además; sobre, encima; sitio alto'
tata	[táta]	[t]	'padre, el que tiene uno o varios hijos; señor'
kata	[káta]	[k]	'cierta planta medicinal, cuya raíz se usa contra las tercianas'
qata	[qáta]	[q]	'cobija, frazada, cobertor, abrigo, cobertura, manta para cubrirse en la cama'
p'ata	[p'áta]	[p']	'un grupo de cosas de punta; (acción de) morder; congregación, convento, reunión de varias personas que observan una forma de vida estable; estado de vivir ya normado'
t'ata	[t'áta]	[t']	'dícese de las manos o de los pies que tienen seis dedos, o dos dedos juntos'
k'ata	[k'áta]	[k']	'fragmento ínfimo; nada, ni pizca'
q'ata	[q'áta]	[q']	'algo duro de una cosa suave (como el maíz que no revienta); turbio, líquido poco o nada claro'
phata	[p ^h áta]	[p ^h]	'reventón, acción de abrirse por algún esfuerzo interno; rosetas de trigo, maíz, papas, etc., reventados; reventado, rajado'
thata	[t ^h áta]	[t ^h]	'sacudida violenta y casi sorpresiva que se hace a una persona'
khata	[k ^h áta]	[k ^h]	'flojo, haragán; llano, tejido sin adornos, tejido llano y corriente'
qhata	[q ^h áta]	[q ^h]	'pendiente; superficie plana, o más plana que honda; cuesta, ladera, falda de colina o cerro'
<u>consonantes de coda</u>			
tayta	[táyta]	[y]	'padre, padrillo, papá; señor, campesino'
tawqa	[táwqa]	[w]	'montón, hacina, apilonamiento generalmente ordenado'
talta	[tálta]	[l]	'andamio, repisa'
kallpa	[káłpa]	[ł]	'fuerza, vigor, energía, potencia'
karpa	[kářpa]	[ř]	'tienda de campaña'
pampa	[pámpa]	[m]	'suelo, piso de una casa; superficie de la tierra, plano, superficie plana; llanura, extensión de terreno de superficie plana; gran extensión de terreno llano cubierto de hierba o desnudo; patio espacioso; bajo, llano, igual y plano; cosa clara y sabida, cosa corriente, que no presenta dificultad, que es trivial'
tanta	[tánta]	[n]	'junta, combinación, colecta (de dinero), reunión; acción de colectar o de reunir'
kancha	[káñča]	[ñ]	'patio, lugar o espacio cercado, ámbito para deportes o espectáculos, redondel de coliseo; corral para ganado, dehesa, caballeriza; estadio; corralón, terreno cercado; depósito adyacente a la casa; ganancia, pequeño interés percibido en negocios de menor cuantía; rosetas de maíz tostado, cualquier tostado que se come'
tanka	[tánka]	[ŋ]	'forma de un palo horqueta utilizado para atizar hornos y hogueras; rodrigón, tranca, arrimo que se pone para asegurar puertas y paredes; pequeña horqueta en cuyos extremos se fija un jebe, utilizado por los muchachos como hondilla; manguito de la honda de jebe; enano,

tanqa	[tánqɑ]	[N]	retaco, hombrecillo de porte retardado'
astay	[ástay]	[s]	'empuje, acción de empujar'
ashkha	[ášk ^h a]	[š]	'acarrear, transportar, trasladar, llevar de un lugar a otro; trastear, llevar trastos, desocupar una vivienda; mudar o cambiar de casa'
sapsa	[sápsa]	[p]	'harto, bastante, sobrado, mucho, varios'
watmo	[wátmo]	[t]	'harapo, guiñapo; harapiento, haraposo, andrajoso, traposo'
wakta	[wákta]	[k]~[x]	'padrino, madrina, que asiste como padrino, o como madrina'
pagta(q)	[páqta]	[q]~[χ]	'por broma, no de intento, sólo por ficción, adrede; no intencionalmente, sin propósito o sin reparo, fingidamente; sobar'
			'cuidado; indica amenaza o enfado; quizá, tal vez; por ventura; por un caso, tenga la bondad, ojalá'

Todas las palabras quechuas de la lista y sus definiciones en castellano, se tomaron del diccionario de Mejía Huamán (2001). También se consultó el trabajo de Cusihuamán G. (1976a) en algunos casos. En la serie de pares mínimos, todos los segmentos fonémicos se contrastan en una sílaba en posición inicial de palabra que lleva acento primario. Las consonantes en posición de ataque (incluso las aspiradas y las eyectivas) aparecen en el contexto [__V̆CV(C)], donde la vocal en la mayoría de los casos es /a/ y la consonante intervocálica normalmente es /t/. /š/ no aparece en posición inicial de palabra en esta variedad quechua. Es más difícil encontrar buenos contrastes para las vocales puesto que /e/ y /o/ históricamente se han limitado a posiciones adyacentes a una oclusiva uvular (Cusihuamán 1976a-b, Mejía Huamán 2001). Sin embargo, las cinco vocales aparecen en sílaba inicial de palabra, abierta, tónica y después de /t/; por ejemplo, [títi], [túřan], etc. Las consonantes de coda se encuentran en el ambiente [(C)V̆__CV(C)], donde la primera vocal siempre es /a/ y la segunda sílaba empieza con /t/ siempre que es posible. En la coda las dorsales /k/ y /q/ suelen (opcionalmente) pronunciarse como fricativas ([x] y [χ], respectivamente), como resultado de la lenición. En quechua ninguna sílaba puede trabarse con consonante aspirada, eyectiva, africada, ni con /h/, aunque /č/ sí aparece en posición final de sílaba en otras variedades quechuas, como la que se habla a lo largo del río Huallaga (Weber 1989, 1996).

3. Los resultados

3.1 La duración

A continuación se presentan los resultados del análisis de la duración total de cada segmento fonémico del quechua del Cusco. Para ubicar los lindes de cada sonido se siguen los criterios de Baart (2002), Cahill (2002) y Ladefoged (2003). En el siguiente cuadro se da el promedio para cada fonema y clase natural (en milisegundos), el número de segmentos analizados (*n*) y la desviación estandar (d.e.), de izquierda a derecha. De arriba abajo se coloca primero la vocal más baja (/a/) y se termina con las vocales altas /i/ y /u/:

Cuadro 3: Duración de las vocales (en milisegundos)

segmentos	promedio	n	d.e.
a	101.6	25	17.5
e	92.6	25	16.9
o	130.5	24	22.3
i	89.0	25	16.5
u	123.1	21	32.6
e o	111.1	49	27.3
i u	104.6	46	30.2

En el cuadro 3 la vocal más corta es /i/ (un promedio de 89.0 ms para 25 casos en el corpus de este estudio). Esto es natural puesto que la lengua ya está muy alta en la boca en cuanto a las consonantes adyacentes, así que no tiene que moverse (bajar) mucho. Por lo tanto, una vocal alta como /i/ o /u/ es la de más corta duración en muchos otros idiomas. Por otro lado, la vocal más abierta (/a/) suele ser la más larga en muchos estudios puesto que el dorso de la lengua tiene que descender al máximo en la cavidad oral, y esto toma más tiempo. No obstante, en los resultados de este estudio el segmento más largo no es /a/ sino /o/ (130.5 ms). En cuanto a las dos clases naturales (/e o/ vs. /i u/), siguen el patrón esperado en el sentido de que las vocales medias tienen un promedio mayor que el de las altas, como en el inglés y el castellano (Parker 2002).

Ahora consideremos las consonantes en posición de ataque. En el siguiente cuadro el orden de presentación de las consonantes (y las clases naturales) sigue la jerarquía de sonoridad postulada en Parker (2002). Es decir, que empieza con las semiconsonantes (/y w/), después siguen las líquidas, las nasales, las fricativas y, por último, las oclusivas:

Cuadro 4: Duración total de las consonantes en posición inicial de sílaba (en ms)

segmentos	promedio	n	d.e.
y	133.9	25	37.7
w	131.1	25	35.5
l	142.2	25	29.0
ʎ	131.5	25	33.6
ř	83.9	24	48.0
m	147.2	25	27.2
n	141.6	25	45.2
ñ	153.1	25	68.8
s	157.8	25	39.4
h	153.2	25	36.4
č	166.6	24	53.8
č'	221.6	22	79.4
č ^h	205.9	19	61.4
p	149.2	21	41.5
t	136.1	20	39.4
k	162.1	18	42.4
q	183.4	19	57.0
p'	199.8	24	69.6
t'	184.3	24	65.6
k'	207.5	18	72.3
q'	200.5	22	78.6
p ^h	165.8	19	57.9
t ^h	176.7	17	69.8
k ^h	192.4	21	75.4
q ^h	198.2	18	81.4
y w	132.5	50	36.3
l ʎ	136.9	50	31.5
m n ñ	147.3	75	49.6
s h	155.5	50	37.6
p t k q	157.1	78	47.9
p' t' k' q'	197.3	88	70.7
p ^h t ^h k ^h q ^h	183.5	75	71.4

En el cuadro 4, la mayoría de los segmentos están representados por 25 casos (5 hablantes × 5 repeticiones cada uno). No obstante, ninguna de las africadas ni las oclusivas están completas en el número de casos; para todas hay menos de 25 casos en la columna *n*. Ello se debe a que en muchas de

las oraciones grabadas, el hablante inserta una pausa después de la palabra *naha* y antes de la palabra clave. En esos casos es imposible ver dónde empieza la oclusión puesto que hay un silencio (falta de sonido) tanto en la onda acústica como en el espectrograma. Por lo tanto, no se puede medir la duración total del segmento clave en esa situación. De ahí que se tuvo que pasar por alto esos casos en cuanto a la medida de su duración ya que no se puede determinar con seguridad dónde comienzan (pero el límite derecho sí se puede postular porque va seguido por la vocal nuclear sin ninguna pausa).

La consonante más breve es la vibrante simple /r/. De hecho, su duración (83.9 ms) es la única en la lista que no llega a 100 ms. En castellano, este fonema es también el más corto de las consonantes (Lavoie 2000, Parker 2002). El ataque más largo es la africada eyectiva /č/ (un promedio de 221.6 ms). Esto es natural porque consiste en tres fases o etapas articulatorias (una oclusión, una fricación y una soltura glotal). En otro estudio /č/ resulta ser la consonante más larga en inglés y castellano (Parker 2002).

En cuanto a las clases naturales del cuadro 4, su duración grupal aumenta monotónicamente en relación inversa a su posición en la jerarquía de sonoridad: las semiconsonantes /y w/ son las más altas en sonoridad (entre las consonantes) pero las más breves en duración. Después vienen las laterales (un poco más largas en duración pero más bajas en sonoridad), etc. Por último tenemos las oclusivas que son las consonantes más bajas en sonoridad pero más largas en duración. El grupo que resulta ser el más largo de todos es el de las oclusivas eyectivas (un promedio de 197.3 ms en los 88 casos).

Ahora veamos las estadísticas correspondientes a las consonantes en posición de coda:

Cuadro 5: Duración total de las consonantes en posición final de sílaba (en ms)

segmentos	promedio	n	d.e.
y	90.6	25	23.6
w	83.2	25	29.0
l	103.8	25	20.0
ɭ	95.7	25	20.5
ř	72.2	25	18.7
m	128.5	25	19.2
n	131.1	24	24.3
ñ	124.4	24	34.6
ŋ	135.5	25	31.6
N	135.7	24	34.8
s	100.0	25	18.6
š	127.2	25	44.4
x	112.7	18	27.5
χ	121.9	21	37.3
p	91.4	19	35.6
t	97.5	17	31.2
k	88.2	7	22.5
q	84.4	3	24.3
y w	86.9	50	26.4
l ɭ	99.7	50	20.4
m n ñ ŋ N	131.1	122	29.3
s š x χ	115.4	89	34.8
p t k q	92.7	46	31.0

En el cuadro 5 no aparecen consonantes aspiradas, eyectivas, africadas ni la espirante glotal /h/ porque esos segmentos sólo aparecen en posición de ataque en el quechua (§2). Por otro lado, hay más alófonos de las nasales y las fricativas. La nasal velar [ŋ] y la uvular [N] no contrastan en el quechua pero pueden ser incluidas en el inventario de consonantes fonéticas predecibles que aparecen en posición de coda, antes de una oclusiva de la sílaba siguiente. La fricativa alveopalatal /š/ es un fonema pero sólo puede ocupar una posición no inicial de palabra. La fricativa velar [x] y la uvular [χ] son alófonos de sus

contrapartes oclusivas (/k/ y /q/, respectivamente). En esa posición las obstruyentes dorsales se realizan mayormente como continuas (18 casos de [x] y 21 de [χ]). Es por esta razón que [k] y [q] aparecen pocas veces como coda en esta muestra.

En cuanto a los segmentos individuales, el más breve es la /ř/. En este caso hay varias consonantes que tienen un promedio de duración menor de 100 ms, incluso las dos semiconsonantes y todas las oclusivas. La /š/ tiene la desviación estándar más alta (44.4), hecho que indica bastante variabilidad para ese fonema. Entre las clases naturales /y w/ son también las más cortas, pero las oclusivas ocupan un segundo lugar (92.7 ms) porque son muy marcadas (menos preferidas) en esa posición (Clements 1990). En cambio, resulta un tanto curioso que las consonantes de coda más largas sean las nasales (131.1 ms). Las fricativas constituyen la otra clase natural cuya duración grupal pasa de los 100 ms en este caso.

3.2 La intensidad

En esta sección se presenta la intensidad relativa de cada segmento del quechua del Cusco. Se mide de dos formas: (1) promedio de intensidad integrada a través de toda la duración del fonema, y (2) intensidad extrema en un solo punto del segmento. Esto quiere decir que se reporta el valor de intensidad más alto de las vocales y el punto más bajo de las consonantes. La generalización que une esos dos extremos es que representan una protrusión local con respecto a su ambiente. En otras palabras, se calcula la amplitud cuadrada de cada segmento en un solo instante cuando se parece menos a la intensidad típica del fonema previo en el contexto de la oración o la palabra clave. Después de segmentar cada sonido de comprobación en la pantalla, el programa Praat indica automáticamente la intensidad promedio, en decibeles (dB). También se utiliza una función escrita específicamente para sacar la intensidad extrema del área seleccionada: el punto de intensidad más alto de las vocales y la intensidad más baja de las consonantes. Este procedimiento tiene varios precedentes en la literatura: Beckman (1986), Parker (2002), Chiang y Chiang (2005) y Levi (2005).

Para medir la intensidad se utilizaron los parámetros por defecto de Praat que incluyen una gama visible de 15-100 dB, un paso automático de 10.7 ms y una ventana de análisis de 42.7 ms. Para controlar las fluctuaciones de intensidad sistemáticas y al azar en todos los hablantes y las cinco hojas escritas, el segmento analizado en cada palabra clave se normalizó comparándolo con la vocal /a/ de *Pacon* en esa misma oración. Ese punto de referencia es ideal puesto que se trata de la vocal más baja del idioma, aparece en la primera sílaba de la oración y lleva acento primario, así que debe establecer una intensidad máxima para comparar todos los fonemas claves. Por lo tanto, la intensidad más alta de la /a/ de *Pacon* en cada caso se substrahe del extremo de intensidad de cada segmento clave de esa misma oración. Al mismo tiempo se compara la intensidad promedio de cada segmento clave con la intensidad promedio de la /a/ de *Pacon*. Esta metodología provee los valores relativos adecuados para el análisis estadístico, ya que la escala de intensidad es logarítmica.

Empecemos nuevamente con las vocales:

Cuadro 6: Intensidad de las vocales, en relación con la /a/ de *Pacon* (en decibeles)

segmentos	n	máximo		promedio integrado	
		promedio	d.e.	promedio	d.e.
a	25	0.7	2.1	1.1	2.0
e	25	0.1	1.8	0.4	2.0
o	24	1.3	2.5	1.6	2.4
i	25	-0.7	3.0	-0.6	3.0
u	22	1.0	3.0	1.4	3.4
e o	49	0.7	2.2	1.0	2.3
i u	47	0.1	3.1	0.3	3.3

En el cuadro anterior hay tres generalizaciones importantes: (1) no hay mucha diferencia entre la intensidad observada de las cinco vocales; (2) tampoco hay mucha diferencia entre la intensidad de esos segmentos y la intensidad característica del punto de referencia (la /a/ de *Pacon*); y (3) para cada fonema y clase natural la intensidad integrada es más alta que su intensidad más alta, en términos

relativos. Además es posible destacar el hecho de que la vocal individual más fuerte es /o/, que tiene también la duración más larga en esta muestra (§3.1). La vocal más débil es /i/, que también es la más corta. En efecto, el segmento /i/ es el único fonema que aquí tiene valores (levemente) negativos. Por último, las clases naturales /i u/ y /e o/ siguen el patrón esperado según la jerarquía de sonoridad: los segmentos más bajos en la boca y más sonoros (/e o/) presentan intensidad más fuerte que las vocales /i u/ (Parker 2002). En este caso /a/ tiene el mismo valor extremo que la clase /e o/ (.7 dB) pero /a/ es mayor en cuanto a su intensidad integrada (1.1 vs. 1.0). Sin embargo, esa pequeña diferencia obviamente no es significativa desde el punto de vista estadístico ($p > .05$).

A continuación se presentan los resultados para las consonantes en posición de ataque:

Cuadro 7: Intensidad de las consonantes en posición inicial de sílaba, en relación con la /a/ de Pacon (en dB)

segmentos	n	mínimo		promedio integrado	
		promedio	d.e.	promedio	d.e.
y	25	-14.0	6.3	-5.7	3.6
w	25	-13.0	5.2	-5.2	2.5
l	25	-11.3	5.4	-2.9	3.3
ɫ	25	-14.0	5.8	-6.6	4.5
ř	25	-14.2	7.8	-6.9	4.9
m	25	-16.9	6.8	-7.5	5.0
n	25	-17.6	6.6	-7.9	5.0
ñ	25	-14.5	6.5	-6.5	3.4
s	25	-28.1	8.5	-12.6	4.0
h	24	-29.8	4.8	-13.0	3.5
č	24	-49.5	5.6	-11.2	2.7
č'	22	-50.5	5.6	-15.9	6.2
č ^h	21	-51.3	4.8	-10.8	4.9
p	21	-50.4	6.0	-10.7	4.4
t	20	-50.4	7.6	-10.4	4.7
k	19	-53.4	4.5	-13.0	5.7
q	19	-55.3	4.7	-13.0	4.7
p'	24	-50.9	5.6	-11.9	6.1
t'	25	-52.3	5.4	-14.5	6.1
k'	18	-53.7	5.6	-16.5	6.3
q'	23	-53.8	4.3	-17.5	5.5
p ^h	19	-52.1	8.2	-8.5	6.0
t ^h	16	-54.1	5.3	-10.4	4.6
k ^h	19	-51.0	8.5	-10.1	5.4
q ^h	16	-54.1	4.6	-11.2	3.9
y w	50	-13.5	5.7	-5.4	3.1
l ɫ	50	-12.7	5.7	-4.8	4.3
m n ñ	75	-16.3	6.7	-7.3	4.5
s h	49	-28.9	6.9	-12.8	3.7
p t k q	79	-52.3	6.1	-11.8	5.0
p' t' k' q'	90	-52.7	5.3	-15.0	6.3
p ^h t ^h k ^h q ^h	70	-52.7	7.0	-10.0	5.1

En el cuadro 7, la gama de valores es mucho más amplia para la intensidad extrema (mínima) que para el promedio integrado. Por ejemplo, los valores mínimos se extienden desde -11.3 dB (para /l/) hasta -55.3 dB (para /q/) — una diferencia de 44.0 dB. Para los promedios integrados, en cambio, sólo van desde un valor alto de -2.9 (/l/) hasta -17.5 (/q'). Como consecuencia de esa distribución, la desviación estándar suele ser mayor para las intensidades mínimas (en la columna de la izquierda que

las integradas). Es decir que hay mucha más variación entre las intensidades extremas, lo cual es natural y no debe sorprendernos.

Con respecto a las clases naturales, sus valores mínimos siguen bastante bien la predicción de la jerarquía de sonoridad. Las únicas categorías que están intercambiadas son las semiconsonantes /y w/ (-13.5 dB) vs. las laterales /l ʎ/ (-12.7). En cuanto a la intensidad integrada, estas dos clases naturales siguen en el mismo rango relativo (lateral > semiconsonante). En este caso, además, las fricativas /s h/ también se ubican más abajo que las oclusivas aspiradas y las oclusivas normales (no modificadas). Es interesante notar que las dos series de oclusivas laríngeas (/p' t' k' q'/ y /p^h t^h k^h q^h/) tienen el mismo valor mínimo (-52.7 dB) pero los promedios integrados no concuerdan (-15.0 vs. -10.0, respectivamente). Es posible, entonces, concluir en general que la clase natural de consonantes más débiles en esta muestra son las eyectivas. Sin embargo, esa tendencia solamente se nota al observar la intensidad mínima y la integrada. Cuando se considera el punto más alto de intensidad de las oclusivas glotalizadas, se observa otro tipo de comportamiento:

Cuadro 8: Intensidad máxima de las oclusivas eyectivas, en relación con la /a/ de Pacon (en dB)

segmentos	promedio	n	d.e.
č'	-12.4	25	6.1
p'	-8.0	25	6.1
t'	-12.5	24	8.0
k'	-16.6	24	6.7
q'	-17.0	23	6.0
p' t' k' q'	-13.4	96	7.6

En el cuadro 8 la bilabial /p'/ llega hasta una intensidad máxima de 8.0 dB por debajo de la cima de la /a/ de Pacon. Como grupo, las cuatro oclusivas glotalizadas /p' t' k' q'/ tienen un máximo de -13.4 dB, hecho que las ubica entre la intensidad mínima de las laterales y las semiconsonantes. Esto es muy curioso dado que las eyectivas del cuadro 7 tienen el promedio integrado más bajo de todos los grupos de ataque (-15.0 dB). Por lo tanto, se puede sugerir la hipótesis de que la fase oclusiva de las eyectivas debe tener duración muy larga para compensar el golpe de intensidad tan fuerte que acompaña su momento de apertura (soltura).

Veamos las consonantes en posición de coda:

Cuadro 9: Intensidad de las consonantes en posición final de sílaba, en relación con la /a/ de Pacon (en dB)

segmentos	n	mínimo		promedio integrado	
		promedio	d.e.	promedio	d.e.
y	25	-13.2	4.7	-2.4	2.5
w	25	-10.2	4.1	-1.8	4.1
l	25	-17.8	4.8	-3.4	3.1
ʎ	25	-13.3	3.7	-2.8	3.1
ř	25	-10.2	4.9	-3.9	2.1
m	25	-19.3	4.0	-7.2	4.3
n	24	-16.7	4.4	-6.3	4.1
ñ	24	-15.4	4.8	-5.5	3.7
ŋ	25	-16.5	4.7	-6.8	3.5
N	24	-18.5	4.0	-8.2	3.7
s	24	-27.6	6.7	-14.0	5.8
š	24	-26.5	5.6	-14.4	5.9
x	18	-25.0	5.6	-13.5	4.4
χ	21	-24.8	7.1	-14.1	4.2
p	19	-32.3	8.3	-13.8	3.1
t	13	-36.7	5.4	-13.2	6.6

k	4	-40.1	6.1	-11.4	6.2
q	3	-36.6	4.3	-15.9	4.7
y w	50	-11.7	4.6	-2.1	3.4
l ʎ	50	-15.6	4.8	-3.1	3.1
m n ñ ŋ N	122	-17.3	4.6	-6.8	3.9
s š x χ	87	-26.1	6.3	-14.0	5.1
p t k q	43	-34.7	7.2	-13.3	5.1

En el cuadro 9 las consonantes sonantes tienen una gama de distribución más estrecha que la de las obstruyentes. En cuanto a la columna de intensidad mínima, los segmentos más fuertes son /w/ y /ř/ (-10.2 dB), y la sonante más débil es /m/ (-19.3). En la columna de intensidad integrada, todas las sonantes tienen valores más altos que -10.0 dB. La intensidad extrema más baja (-40.1 dB) pertenece a /k/. Con respecto a las clases naturales de intensidad mínima, éstas siguen perfectamente la jerarquía de sonoridad. En términos de la intensidad promedio, el patrón de los grupos es parecido, pero las fricativas (-14.0 dB) son un poco más débiles que las oclusivas (-13.3). No obstante, los dos valores no son distintos estadísticamente.

3.3 La frecuencia fundamental

Ahora se analiza la frecuencia fundamental (F0) o *pitch* de las cinco vocales. La ventana de medida que se usó para cada fonema fue aproximadamente el 50% de su duración, o sea, la mitad del segmento que cubre un punto de tiempo desde el 25% de su duración hasta el 75%, más o menos. De esa forma se incluye el punto medio de cada caso y su gama intercuartílica. El valor reportado en el cuadro lo constituye el promedio de todos los puntos individuales dentro de esta área seleccionada, y corresponde aproximadamente a la etapa inmóvil y consistente (*steady state*) de las vocales. Entre los parámetros de Praat que se toman en cuenta están los siguientes: una gama de 75-500 Hz, un paso automático de 10 ms y una ventana de análisis de 40 ms.

Cuadro 10: Frecuencia fundamental promedio (F0) de las vocales (en Hertz)

segmentos	promedio	n	d.e.
a	145.7	25	23.9
e	147.6	25	25.3
o	149.7	24	25.6
i	154.2	24	27.5
u	152.6	22	29.0
e o	148.6	49	25.2
i u	153.5	46	27.9

En el cuadro 10, el valor promedio de cada fonema vocálico sube en proporción directa a la altura de la lengua dentro de la cavidad oral. Es decir, la vocal más abierta, /a/, tiene la F0 más baja (145.7 Hz), mientras que las vocales altas /i u/ tienen las F0 más altas de la serie, lo cual está completamente de acuerdo con los resultados de otros estudios (Kingston 1991, Whalen y Levitt 1995, Parker 2002), así que son normales. En la siguiente sección veremos que el primer formante de cada vocal (F1) se correlaciona estrechamente con su valor de F0, en dirección inversa.

3.4 Los formantes

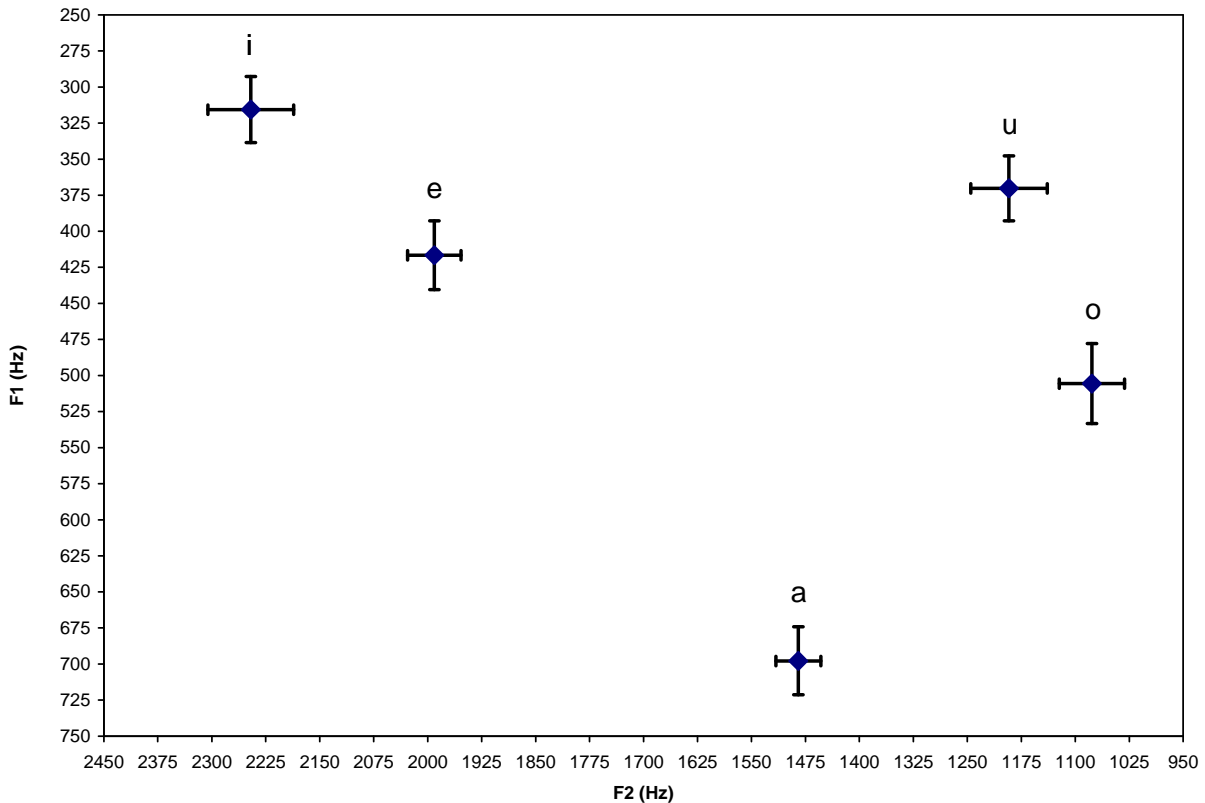
En esta última sección descriptiva se presentan los resultados del estudio de los tres primeros formantes de cada vocal (F1-F3). La ventana de medida para cada segmento es la misma que se utilizó para la frecuencia fundamental (§3.3), o sea la mitad interior de cada caso. Dentro del área seleccionada en la pantalla, el software calcula automáticamente el valor promedio de todos los puntos, lo mismo que para la F0. Los parámetros de Praat son los siguientes: formante máximo = 5500 Hz, número de formantes = 5, ventana de análisis = 25 ms, gama dinámica = 30 dB, método = Burg, paso automático = 6.25 ms.

Cuadro 11: Los tres primeros formantes (F1-F3) de las vocales (en Hz)

segmentos	n	F1		F2		F3	
		promedio	d.e.	promedio	d.e.	promedio	d.e.
a	25	697.8	57.3	1484.9	75.4	2586.9	200.8
e	25	416.6	57.8	1990.7	89.9	2692.5	214.5
o	24	505.6	65.7	1076.8	107.4	2379.9	156.4
i	24	315.6	54.3	2245.9	141.2	2838.8	211.2
u	22	370.3	50.8	1192.1	120.0	2436.0	136.3

En el cuadro 11, todos los valores siguen los patrones típicos de otros idiomas, como el castellano y el inglés (Parker 2002). El orden matemático de los formantes dos y tres es igual para las cinco vocales: /i/ tiene el F2 y F3 más altos de la serie que luego bajan según la posterioridad de la lengua dentro del espacio articulatorio: $i > e > a > u > o$. De modo que /o/ tiene el F2 y F3 más bajos (véase el diagrama que sigue). Como es de esperar, el formante F1 de cada vocal corresponde inversamente a la distancia que la mandíbula tiene que separarse (descender) del paladar. Así que /i/ tiene el F1 más bajo y /a/ tiene el F1 más grande. Por lo tanto la correlación inversa entre el F1 promedio de cada vocal y su valor de F0 (cuadro 10) es muy sólida: $r = -.85$, $p = .069$. La figura siguiente muestra la posición relativa de los cinco segmentos en forma visible y gráfica:

Figura 1: Diagrama de los formantes 1 y 2 de las vocales (en Hz)



La figura muestra el punto promedio de cada fonema en cuanto a los dos primeros formantes. Las barras de error en dirección vertical y horizontal indican los intervalos de confianza de 95%. Al considerar esos contrastes hay cuatro pares que merecen una prueba inferencial para determinar si son significativos. En cuanto al eje de F1, para /i/ vs. /u/, $t_{(44)} = 3.53$, p (dos colas) = .001; para /u/ vs. /e/, $t_{(45)} = 2.93$, $p = .005$; para /e/ vs. /o/, $t_{(46)} = 5.03$, $p = .000$. En cuanto al eje de F2, para /u/ vs. /o/, $t_{(42)} = 3.42$, $p = .001$. Así que se puede llegar a la conclusión de que las cinco vocales fonémicas del quechua del

Cusco ocupan un lugar distinto dentro del espacio acústico con respecto a sus valores promedio para los formantes 1 y 2.

4. Conclusión

En este artículo esperamos haber dado una sinopsis de las características más interesantes e importantes de la fonética acústica del quechua del Cusco. Como próximo paso hemos transcrito algunas de las grabaciones descritas en la sección 2 y pensamos colocarlas en un sitio adecuado del Internet para que estén completamente disponibles al público en una forma fácil y gratuita.

Agradecimientos

Cuatro de los cinco nativohablantes que nos ayudaron en el experimento quisieron ser reconocidos por nombre. Ellos son P. Segundo Ibarra Álvarez, Juan Justiniani Quispe, Dr. Mario Mejía Huamán y Moisés A. Rodríguez. Agradecemos su valiosa colaboración.

Referencias

- Baart, Joan. 2002. Acoustic phonetics. Dallas: SIL International.
- Beckman, Mary E. 1986. Stress and non-stress accent. (Netherlands Phonetic Archives VII.) Dordrecht, Holanda y Riverton, EE.UU.: Foris.
- Cahill, Mike. 2002. Measuring duration with Speech Analyzer. Manuscrito. Dallas: SIL International.
- Chiang, Wen-yu y Fang-mei Chiang. 2005. Saisiyat as a pitch accent language: evidence from acoustic study of words. *Oceanic Linguistics* 44:404-26.
- Clements, G. N. 1990. The role of the sonority cycle in core syllabification. En John Kingston y Mary E. Beckman, editores. *Papers in laboratory phonology 1: between the grammar and physics of speech*. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press. pp. 283-333.
- Cusihuamán G., Antonio. 1976a. Diccionario quechua: Cuzco-Collao. Lima: Ministerio de Educación e Instituto de Estudios Peruanos.
- Cusihuamán G., Antonio. 1976b. Gramática quechua: Cuzco-Collao. Lima: Ministerio de Educación e Instituto de Estudios Peruanos.
- Gordon, Raymond G., Jr., editor. 2005. *Ethnologue: languages of the world* (15ª edición). Dallas: SIL International.
- Kingston, John. 1991. Integrating articulations in the perception of vowel height. *Phonetica* 48:149-79.
- Ladefoged, Peter. 2003. *Phonetic data analysis: an introduction to fieldwork and instrumental techniques*. Oxford, Inglaterra: Blackwell.
- Lavoie, Lisa Marie. 2000. *Phonological patterns and phonetic manifestations of consonant weakening*. Tesis doctoral. Cornell University.
- Levi, Susannah V. 2005. Acoustic correlates of lexical accent in Turkish. *Journal of the International Phonetic Association* 35:73-97.
- Mejía Huamán (Waman), Mario. 2001. *Diccionario quechua español de Jorge A. Lira: versión actualizada de acuerdo con el alfabeto fonológico de la Academia Mayor de la Lengua Quechua*. Lima: Facultad de Lenguas Modernas, Universidad Ricardo Palma.
- Parker, Stephen George. 2002. *Quantifying the sonority hierarchy*. Tesis doctoral. University of Massachusetts Amherst. Distribuida por la Graduate Linguistic Student Association.
- Weber, David John. 1989. *A grammar of Huallaga (Huánuco) Quechua*. University of California Publications in Linguistics, 112. Berkeley: University of California Press.
- Weber, David John. 1996. *Una gramática del quechua del Huallaga (Huánuco)*. Serie Lingüística Peruana, 40. Lima: Ministerio de Educación e Instituto Lingüístico de Verano. http://www.sil.org/americas/peru/html/nav/pubIndex_sp.html.
- Whalen, D. H. y Andrea G. Levitt. 1995. The universality of intrinsic F₀ of vowels. *Journal of Phonetics* 23:349-66.