

5. UNA APROXIMACIÓN A LA DIETA CONSUMIDA POR LAS POBLACIONES CONSTRUCTORAS DE TÚMULOS

VERÓNICA SILVA-PINTO
DOMINGO SALAZAR-GARCÍA
IVÁN MUÑOZ

El valle de Azapa en el extremo norte de Chile es uno de los valles más fértiles del desierto de Atacama, la ocupación humana del curso inferior del valle está directamente relacionada con el inicio de la agricultura en la región, con fechas anteriores al 2800 AP. Los recientes estudios en el norte de Chile encaminados a una hipótesis distinta a ver el proceso formativo como resultante de sociedades externas, apuntan a reconocer que los actores de estos procesos fueron los cazadores pescadores y recolectores costeros, a través de un proceso de desarrollo local continuo (Muñoz 1989, 2004c, 2011; Núñez y Santoro 2011, Fernández 2011). El período Arcaico Tardío en la costa (5.000-3.700 AP.) definido por la presencia de sociedades cazadoras-recolectoras de adaptación marítima se caracteriza por reflejar un proceso transformativo hacia la sedentarización y el desarrollo horticultor inicial, evidenciando la ocupación gradual de los valles como Lluta, Azapa, Camarones y Tarapacá. Estos espacios, además de proporcionar diversidad de recursos no accesibles en la costa, posibilitaron la inclusión de los primeros productos cultivados, como calabazas (*Cucurbita sp.*), *Lagenaria sp.*, yuca o mandioca (*Manihot suculenta*), *Ipomoea batatas*, *Canna edulis*, *Phaseolus sp.*, *Chenopodiaceae*, y maíz (*Zea mays*) registrados en los sitios de Lluta-13, Azapa, Conanoxa, Tiliviche, Tarapacá, Chacarilla, Ramaditas y Guatacondo (Dauelsberg 1974; Muñoz 1982; Niemeyer y Schiappacasse 1963; Núñez, 1986, 2006; Núñez y Santoro 2011, Rothhammer *et al.* 2009; Schiappacasse *et al.* 1993; Standen *et al.* 2004).

El período Formativo (3.000 a 1.700 AP) está marcado por el inicio y desarrollo de la agricultura, domesticación de animales y el surgimiento de asentamientos de carácter aldeano, evidenciado en conglomerados habitacionales que ocupan zonas aptas para el cultivo, como valles y quebradas, oasis intermedios y tierras altas (Muñoz 1989; Núñez 1986). La consolidación del desarrollo agrícola, la crianza y domesticación de animales y el desarrollo de la vida aldeana se produce durante las fases Azapa y Alto Ramírez (2.500-1.700 AP), cuya principal característica es la construcción de túmulos o montículos, ubicados en el valle de Azapa, Camarones y en la desembocadura del río Loa entre otros. Aunque se han registrado también en los valles de Caplina y Moquegua, en la zona sur del Perú, los más tempranos corresponden al valle de Azapa, estos alcanzan hasta 4 m de alto y 18 m de diámetro y han sido interpretados como espacios de culto a los ancestros y demarcadores de territorio (Muñoz 1980, 1989; Santoro 2000; Romero *et al.* 2004).

Hasta terminada la década de 1980 el surgimiento de la agricultura fue considerado como un importante paso hacia el “progreso” de la humanidad, que permitió a las poblaciones agrícolas y sedentarias un mayor crecimiento y más tiempo libre, posibilitando la especialización, los avances tecnológicos y el consecuente surgimiento de la “civilización” (Childe 1925). Hoy en día está claro que la adopción de la agricultura como modo de subsistencia trajo consigo severos cambios en el estilo de vida y no necesariamente todos resultaron favorables (Armélagos *et al.* 1991; Allison 1984, 1989; Flannery 1973; Henry 1989; Alfonso y Standen 2004; Alfonso *et al.* 2007; Muñoz 2004c).

El origen y adopción de la agricultura habría provocado un impacto en la salud humana y el estilo de vida, que a nivel mundial tiene como resultado una alimentación menos variada, reducción del consumo de carne y menor acceso a micronutrientes claves, como el hierro y la cobalamina, entre otros, especialmente por la intensificación de monocultivos de cereales (Larsen 2003, 2006). En poblaciones cazadores-recolectores costeras la transición a la agricultura trajo consigo una reducción importante en el consumo de alimentos marinos, en especial de peces (Larsen 2006; Larsen *et al.* 2001; Papathanasiou 2001; Papathanasiou *et al.* 2000; Richards *et al.* 2003 a y b).

Es necesario evaluar, entonces, si la adopción de la agricultura en el valle de Azapa trajo consigo el abandono del consumo de productos marinos o si por el contrario contribuyó a complementar la dieta basada en recursos de pesca y recolección. Favoreciendo a la nutrición de la población, en una región desértica donde la variedad de plantas silvestres comestibles es menor que en otras regiones. Para ello se incorporan técnicas analíticas a través del análisis de isótopos estables para la reconstrucción paleodietaria.

ISÓTOPOS Y PALEODIETA

Los análisis isotópicos son un gran aliado de la arqueología a la hora de generar conocimiento sobre la dinámica socioeconómica del pasado. De entre los varios tipos de campos en los que contribuyen destaca el de la paleodieta. Con la información directa que son capaces de aportar a los estudios de dieta arrojan nueva luz sobre información que de otra forma solo se puede obtener mediante el estudio de evidencias indirectas como los distintos restos materiales que aparecen en los yacimientos arqueológicos (restos vegetales, plantas, fauna, industria, entre otros) o de fuentes escritas que se hagan eco de ella. Además, este tipo de análisis permite individualizar o aislar fenómenos con escalas temporales y espaciales muy precisas, y a partir de ahí evidenciar situaciones y dinámicas difíciles de conocer mediante otros medios. En cualquier caso, no se debe considerar a los métodos biogeoquímicos como válidos por sí solos, pues estos tienen también sus inconvenientes intrínsecos. Es necesaria la combinación de los métodos bioquímicos con los métodos tradicionales y con las diversas ramas de la antropología física para poder tener una idea más clara y global sobre los grupos humanos del pasado y sus prácticas de subsistencia.

Los análisis de isótopos estables sobre colágeno óseo son, de entre los estudios bioquímicos, los más usados habitualmente para la reconstrucción de la paleodieta. Estos análisis se llevan aplicando en investigación arqueológica desde la década de los ochenta, aunque hasta el siglo XXI no han visto potencialmente incrementado su uso. El principio básico sobre el que se fundamentan estos estudios es el que dice que “somos lo que comemos”, es decir, que las unidades básicas que conforman todos los tejidos corporales de cualquier animal, incluyendo los huesos y el cabello, provienen de los alimentos que estos han ingerido a lo largo de su vida.

Mediante el proceso de fraccionamiento isotópico que ocurre durante el proceso de incorporación de los átomos de la dieta al hueso y al cabello, la proporción entre los distintos isótopos del carbono (^{12}C , ^{13}C) y del nitrógeno (^{14}N , ^{15}N) cambia de una manera específica y conocida (Schoeller 1999). En el caso del hueso, los valores obtenidos proporcionan información sobre la media del tipo de dieta que el individuo ha consumido durante sus últimos años de vida, de 2 a 15 años según la tasa de remodelación ósea del tipo de hueso del que se extraiga el colágeno en bruto (Hedges y Reynard 2007; Katzenberg 2008; Robins y New 1997). Este proceso presenta la ventaja de aportar una imagen cuantitativa realista del tipo de alimentación media ingerida por los individuos durante amplios espacios temporales, pero presenta el inconveniente de que su resolución no permite discernir variaciones estacionales o puntuales de la dieta. Afortunadamente para rellenar esta laguna contamos con los análisis isotópicos sobre el cabello, que recogen la impronta isotópica de la dieta consumida conforme va creciendo, a un ritmo de entorno a un mes por centímetro de longitud (Saitoh *et al.*, 1969). En cualquier caso, para una correcta interpretación de los datos hay que tener en cuenta que tanto las medidas sobre colágeno óseo como sobre cabello reflejan sobre todo la ingesta de proteínas, lo cual resulta en un enmascaramiento de la parte de la dieta procedente de diversos alimentos que poseen poca cantidad de proteínas, como por ejemplo en el caso de la mayoría de vegetales (Ambrose y Norr 1993; Jim *et al.* 2006; O'Connell y Hedges 1999a).

Para ver gráficamente la premisa “somos lo que comemos”, se representa en la Figura 5.1 un esquema teórico de los valores $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ (en ‰, partes por mil) de distintos ecosistemas tipo. En ella se puede apreciar como el uso combinado de los valores $\delta^{13}\text{C}$ (proporción isotópica entre ^{13}C y ^{12}C de la muestra en relación a la proporción de éstos en el carbono fósil marino) y $\delta^{15}\text{N}$ (proporción isotópica entre ^{15}N y ^{14}N de la muestra en relación con la proporción de estos en el nitrógeno atmosférico) aporta información sobre el origen terrestre o acuático (marino o lacustre-fluvial) de los principales recursos alimentarios proteicos (Chisholm *et al.* 1982; De Niro y Epstein 1978, 1981; Richards y Van Klinken 1997). Por su cuenta, los isótopos estables del carbono son capaces además de discriminar la presencia de plantas con rutas fotosintéticas diferentes en la dieta (plantas C_3 y plantas C_4) al no solaparse sus rangos de valores $\delta^{13}\text{C}$ entre ellas (Deines 1980), como se ve en la Figura 5.2. Las plantas C_3 son aquellas adaptadas a regiones templadas y frías, como el trigo, que poseen valores $\delta^{13}\text{C}$ de en

FIGURA 5.1: VALORES $\delta^{13}\text{C}$ Y $\delta^{15}\text{N}$ DE ECOSISTEMAS TÍPICOS (LACUSTRE-FLUVIAL, MARINO Y TERRESTRE)

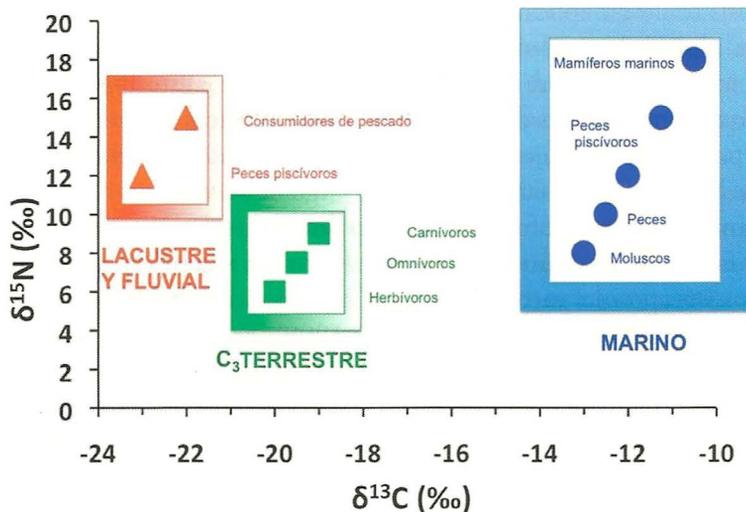
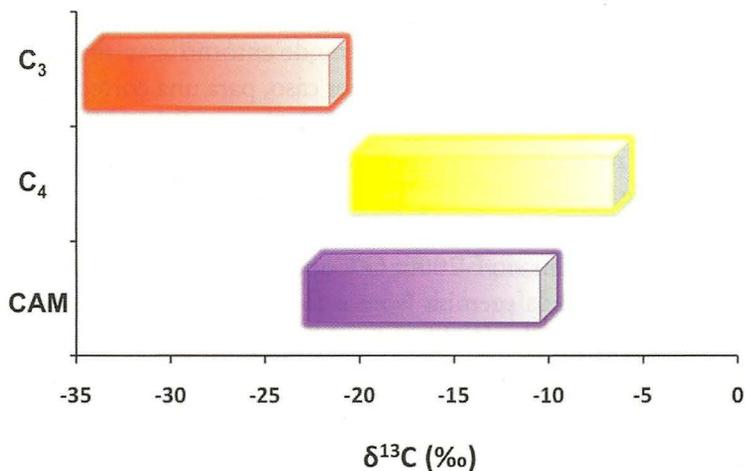


FIGURA 5.2: RANGOS $\delta^{13}\text{C}$ DE PLANTAS CON DISTINTAS RUTAS FOTOSINTÉTICAS (C_3 , C_4 , CAM)



torno a -26‰ . Las plantas C_4 son las mejor adaptadas a regiones tropicales, áridas o semiáridas y tienen valores $\delta^{13}\text{C}$ de en torno a $12,5\text{‰}$ (ejemplos de este tipo de plantas serían el mijo, la caña de azúcar, el maíz o el sorgo). Además, los isótopos estables del nitrógeno, que experimentan un incremento de entre 3 y 5‰ de $\delta^{15}\text{N}$ por cada nivel trófico (Minagawa y Wada 1984), son capaces de situar a los humanos según su tipo de dieta en el puesto de la cadena trófica que les corresponda.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestras seleccionadas para análisis isotópicos

Se analizaron 8 individuos esqueletizados o momificados provenientes del Túmulo N° 7 del sitio Az-70 y 3 individuos del túmulo 2 del sitio Az-67. De estos se seleccionaron muestras de costilla de 7 individuos (5 de Az-70 TLo7 y 2 de Az-67 TLo 2) y muestras de cabello de tan solo 1 individuo (Az-70 TLo7 C₄), ya que no se intervinieron momias completas ni fardos funerarios. Del individuo que se tomaron cabellos se eligió para análisis un total de cuatro cabellos, que se analizaron en tramos de 1-2 cm cada uno desde la raíz hasta la punta. En cuanto a las muestras óseas se seleccionaron las costillas, ya que estas son uno de los lugares donde mejor se conserva el colágeno óseo y porque al tener una tasa de remodelación ósea mayor nos puede dar una información más acotada en años que otros tipos de hueso. Cada una de las muestras óseas pesaba aproximadamente unos 300 miligramos. Los detalles de todas las muestras se recogen en la Tabla 5.1.

Preparación y análisis de muestras para isótopos

La preparación de las muestras y los análisis isotópicos del carbono y del nitrógeno tanto en colágeno óseo como sobre cabello se ha realizado en los laboratorios del Department of Human Evolution del Max-Planck Institute for Evolutionary Anthropology (Leipzig, Alemania). El proceso de extracción del colágeno utilizado es un método Longin (1971) modificado con el añadido de un paso de ultrafiltración (Brown *et al.* 1988): limpieza de las muestras mediante abrasión con óxido de aluminio, desmineralización de las muestras en 0.5M HCl a 4-5 °C, gelatinización en pH 3 a 70 °C durante 48 horas, filtrado con malla de 5 µm, ultrafiltración con filtros de 30 kDa en un primer momento y de 10 kDa en un segundo momento, congelación de las muestras a -20 °C, liofilización de las muestras a -55 °C, y pesado del colágeno extraído. En cuanto a la preparación del cabello para los análisis, esta se ha realizado siguiendo el protocolo descrito en O'Connelly Hedges (1999b): se introdujo el cabello en tubos con cloroformo y metanol que se pusieron a rotar 24 horas, tras lo cual se dejó secar sobre aluminio durante 2-3 días antes de ser cortado en muestras de 1-2 cm que son las que se analizaron posteriormente.

Todas las muestras se combustionaron y analizaron en un analizador de elementos Flash EA 2112 acoplado a un espectrómetro de masas Delta XP, ambos de la compañía Thermo-Finnigan. Los resultados se presentan en partes por mil (‰) en términos de notación $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ relativos a los estándares vPDB (PeeDee Belamite-Vienna standard) y N₂ atmosférico (AIR-ambient inhalable reservoir standard) respectivamente. Para comprobar la calidad bioquímica del colágeno se han utilizado los parámetros usuales: %C (>35), %N (>10) y C:N (2, 9-3, 6) (De Niro 1985; Van Klinken 1999).

TABLA 5.1: MUESTRAS ÓSEAS Y CABELLO TOMADAS DE HUMANOS
(Az-70/ TÚMULO 7 Y Az-67/ TÚMULO 2)

Tipo de muestra	Contexto y código arqueológico	S-EVA #
Costilla	Az-70 TLO7 C-4	22449
Costilla	Az-67 TLO2 C-1	22450
Costilla	Az-70 TLO7 C-5	22451
Costilla	Az-70 TLO7 C-8	22452
Costilla	Az-70 TLO7 C-2	22454
Costilla	Az-67 TLO2 C-2	22455
Costilla	Az-70 TLO7 C-3	22456
Cabello	Az-70 TLO7 C-4 Pelo 1	22453.C.I
Cabello	Az-70 TLO7 C-4 Pelo 1	22453.C.II
Cabello	Az-70 TLO7 C-4 Pelo 1	22453.C.III
Cabello	Az-70 TLO7 C-4 Pelo 2	22453.D.I
Cabello	Az-70 TLO7 C-4 Pelo 2	22453.D.II
Cabello	Az-70 TLO7 C-4 Pelo 2	22453.D.III
Cabello	Az-70 TLO7 C-4 Pelo 2	22453.D.IV
Cabello	Az-70 TLO7 C-4 Pelo 3	22453.E.I
Cabello	Az-70 TLO7 C-4 Pelo 3	22453.E.II
Cabello	Az-70 TLO7 C-4 Pelo 3	22453.E.III
Cabello	Az-70 TLO7 C-4 Pelo 4	22453.B.I
Cabello	Az-70 TLO7 C-4 Pelo 4	22453.B.II
Cabello	Az-70 TLO7 C-4 Pelo 4	22453.B.III
Cabello	Az-70 TLO7 C-4 Pelo 4	22453.B.IV
Cabello	Az-70 TLO7 C-4 Pelo 4	22453.B.V
Cabello	Az-70 TLO7 C-4 Pelo 4	22453.B.VI
Cabello	Az-70 TLO7 C-4 Pelo 4	22453.B.VII
Cabello	Az-70 TLO7 C-4 Pelo 4	22453.B.VIII

También se ha analizado 11 estándares de valores conocidos (metionina, hígado bovino, IAEA) repartidos entre cada 21 muestras con el objetivo de calibrar y reforzar la validez de los datos. Cada una de las muestras de colágeno se ha analizado por duplicado, mientras que cada una de las submuestras de un mismo cabello (entre 3 y 8 submuestras por cabello según su longitud total) se han analizado solo una vez cada una. En todos los casos el error analítico (2σ) tanto para $\delta^{13}\text{C}$ como para $\delta^{15}\text{N}$ se ha situado dentro de un intervalo $< 0,2\%$.

RESULTADOS

La mayoría de las muestras de cabello y hueso analizadas han podido ser utilizadas. Todas las muestras de cabello presentan buenos índices de calidad (%C,%N, C:N), mientras que de las muestras de costilla cuatro presentan buenos índices de preservación de colágeno (rendimiento colágeno,%C,%N, C:N) y por tanto se ofrecen datos fiables. Además, en el caso de las muestras óseas, los análisis de los ratios de isótopos estables del carbono y del nitrógeno se realizaron sobre la fracción $>30\text{kDa}$ del colágeno liofilizado previamente extraído, que es la fracción de mayor tamaño; lo que significa que las moléculas de colágeno analizadas presentan una preservación óptima para su análisis. En cualquier caso, las muestras S-EVA 22449, 22450 y 22456, con malos índices de preservación se descartan y no se utilizan (Tabla 5.2).

Tras descartar las muestras con malos índices de calidad nos quedan como utilizables los valores de cuatro costillas correspondientes a cuatro individuos, y cuatro cabellos de un quinto individuo. Los valores de todos ellos se pueden consultar en la Tabla 5.3, así como su edad y sexo.

Las muestras humanas analizadas mediante el estudio de las costillas tienen un valor $\delta^{13}\text{C}$ medio de $-17,21 \pm 1,4$ (1σ)‰, y sus valores mínimos y máximos de carbono son $-18,43$ y $-15,94$ ‰. Su valor medio $\delta^{15}\text{N}$ es de $13,29 \pm 2,4$ (1σ)‰, y sus valores mínimos y máximos de nitrógeno son $12,01$ y $16,84$ ‰. Estos valores definen una dieta basada, por lo general, en recursos terrestres, tanto del tipo C_3 como del tipo C_4 , que parecen situar a los humanos en un peldaño trófico superior de la cadena alimentaria. En cualquier caso, si prestamos atención a la gran variación existente tanto en los valores de carbono como de nitrógeno de los distintos individuos, se puede decir que la dieta de estos individuos es en global bastante heterogénea.

Para poder apreciar mejor las diferencias entre individuos, podemos consultar la gráfica de la Figura 5.3. En esa se representan los valores $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ obtenidos en el colágeno de las costillas de tres individuos del Túmulo N° 7 del sitio Az-70 y uno del Túmulo N° 2 de Az-67. Como ya sabemos, el colágeno óseo, debido a su lenta remodelación, nos da información sobre la dieta media consumida por los individuos durante varios años antes de la muerte. Como se puede ver en la gráfica, los valores son muy dispares, implicando con ello una dieta heterogénea.

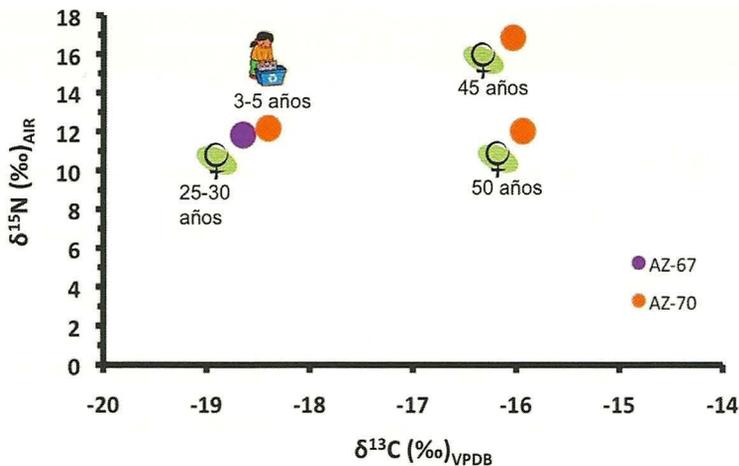
TABLA 5.2: NÚMERO S-EVA Y PARÁMETROS DE CALIDAD
(RENDIMIENTO COLÁGENO, %C, %N, C:N) DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS.
[EN *ITÁLICAS* LAS MUESTRAS CON INDICADORES DE CALIDAD NO ACEPTABLES]

S-EVA	% colágeno	%C (A)	%N (A)	C:N(A)	%C (B)	%N (B)	C:N (B)
22449	1,09	45,04	10,78	4,87	48,26	10,38	5,42
22450	1,19	47,66	10,54	5,28	47,00	10,33	5,31
22451	3,34	45,01	13,85	3,54	44,00	13,68	3,47
22452	4,04	27,96	10,01	3,26	30,02	10,73	3,27
22454	2,82	35,03	12,25	3,34	36,55	12,79	3,33
22455	4,26	40,94	13,27	3,52	41,09	13,32	3,49
22456	4,13	47,00	10,58	5,18	46,93	10,53	5,20
22453.B.I	–	41,96	15,22	3,22	–	–	–
22453.B.II	–	47,64	16,48	3,37	–	–	–
22453.B.III	–	43,04	15,12	3,32	–	–	–
22453.B.IV	–	42,94	14,51	3,45	–	–	–
22453.B.V	–	42,93	14,51	3,45	–	–	–
22453.B.VI	–	45,20	15,80	3,34	–	–	–
22453.B.VII	–	41,11	13,67	3,51	–	–	–
22453.B.VIII	–	42,48	14,36	3,45	–	–	–
22453.C.I	–	42,66	14,16	3,51	–	–	–
22453.C.II	–	42,49	14,53	3,41	–	–	–
22453.C.III	–	47,91	16,22	3,45	–	–	–
22453.D.I	–	44,14	14,65	3,52	–	–	–
22453.D.II	–	47,98	15,84	3,53	–	–	–
22453.D.III	–	45,85	15,36	3,48	–	–	–
22453.D.IV	–	46,77	15,86	3,44	–	–	–
22453.E.I	–	43,53	14,58	3,48	–	–	–
22453.E.II	–	44,55	15,07	3,45	–	–	–
22453.E.III	–	49,78	17,01	3,41	–	–	–

TABLA 5.3: NÚMEROS S-EVA, TIPO DE MUESTRA, SEXO, EDAD Y VALORES $\delta^{13}\text{C}$ Y $\delta^{15}\text{N}$, DE LOS INDIVIDUOS HUMANOS ANALIZADOS

S-EVA	$\delta^{13}\text{C}_{(\text{av})}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}_{(\text{av})}$ (‰)	Tipo muestra	Sexo y edad
22451	-18,41	12,14	Ósea (costilla)	Indeterminado 3-5 años
22452	-15,94	12,01	Ósea (costilla)	Femenino 47-53 años
22454	-16,04	16,84	Ósea (costilla)	Femenino 43-47 años
22455	-18,43	12,16	Ósea (costilla)	Femenino 25-30 años
22453.B.I	-17,30	9,78	Cabello B (1cm)	Femenino Adulto
22453.B.II	-17,09	10,12	Cabello B (1cm)	-
22453.B.III	-19,93	8,08	Cabello B (1cm)	-
22453.B.IV	-19,47	8,42	Cabello B (1cm)	-
22453.B.V	-19,35	9,16	Cabello B (1cm)	-
22453.B.VI	-19,70	8,47	Cabello B (1cm)	-
22453.B.VII	-19,65	10,28	Cabello B (1cm)	-
22453.B.VIII	-18,22	10,29	Cabello B (1cm)	-
22453.C.I	-19,67	9,67	Cabello C (2cm)	-
22453.C.II	-19,67	10,79	Cabello C (2cm)	-
22453.C.III	-18,96	10,55	Cabello C (2cm)	-
22453.D.I	-18,98	10,42	Cabello D (2cm)	-
22453.D.II	-19,29	10,35	Cabello D (2cm)	-
22453.D.III	-18,68	11,26	Cabello D (2cm)	-
22453.D.IV	-15,81	11,17	Cabello D (2cm)	-
22453.E.I	-19,78	9,70	Cabello E (2cm)	-
22453.E.II	-19,73	11,07	Cabello E (2cm)	-
22453.E.III	-16,58	11,25	Cabello E (2cm)	-

FIGURA 5.3: VALORES $\delta^{13}\text{C}$ Y $\delta^{15}\text{N}$ DEL COLÁGENO DE LAS COSTILLAS DE LOS INDIVIDUOS HUMANOS ANALIZADOS DE AZ-67 Y AZ-70



Para obtener información más detallada sobre si existe variedad en la alimentación de un mismo individuo conforme pasa el tiempo, podemos recurrir a los valores obtenidos en los cabellos. Los ratios isotópicos de C y N de secciones de cuatro cabellos de un mismo individuo (C-4) del Túmulo N° 7 del sitio Az-70 aparecen en las gráficas de las Figuras 5.4 y 5.5 respectivamente, representados frente al tiempo

FIGURA 5.4: VALORES $\delta^{13}\text{C}$ DE SECCIONES EN SERIE DE CABELLOS DE UN HUMANO DE AZ-70

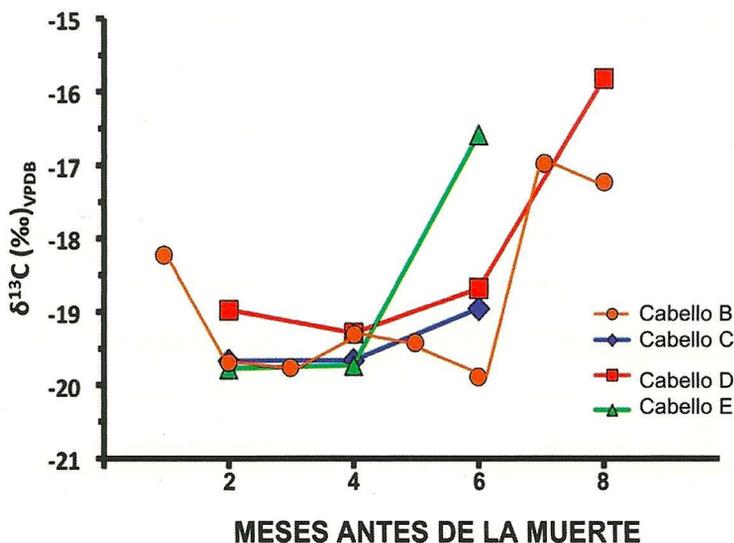
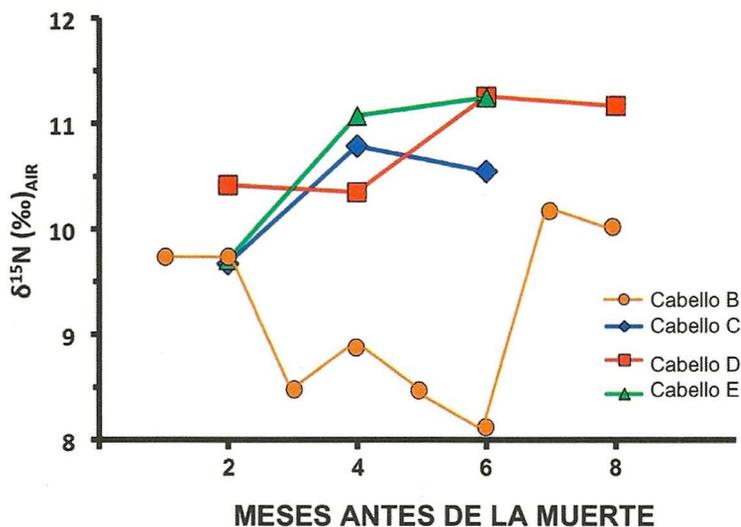


FIGURA 5.5: VALORES $\delta^{15}\text{N}$ DE SECCIONES EN SERIE DE UN HUMANO DE AZ-70

(meses antes de la muerte). De tres de los cabellos se analizaron muestras consecutivas de 2 cm de longitud, y de uno de ellos se analizaron muestras consecutivas de 1 cm de longitud cada una. Ya que sabemos que cada centímetro de cabello representa información aproximadamente de un mes sobre la alimentación, en ambas gráficas se puede observar claramente que existe un cambio estacional importante en la dieta de este individuo.

DISCUSIÓN

La composición isotópica de los tejidos del cuerpo humano proviene de los tipos de alimentos ingeridos durante la vida, permaneciendo constante incluso después de la muerte, su análisis permite estimar la importancia que tuvieron los distintos tipos de alimentos en la dieta de las poblaciones del pasado (Aufderheide 1993; Ambrose y Norr 1993; Falabella *et al.* 2007). El carbono corresponde a la proporción de hidratos de carbono y permite distinguir algunos productos cultivados de los silvestres, por ejemplo el maíz, debido a que es una planta C_4 comestible en la región. El nitrógeno permite distinguir la preponderancia en la dieta de los componentes marinos y terrestres, gracias a que los nitratos de base de la cadena alimentaria marina son más positivos que el atmosférico utilizado por los organismos terrestres; por tanto el nitrógeno permite evaluar la intensidad del consumo de alimentos marinos en los diferentes pisos ecológicos (Tykot 2004).

El carbono se presenta en tres formas isotópicas: ^{12}C , ^{13}C y ^{14}C , la composición isotópica del CO_2 atmosférico establece el equilibrio con el grupo más abundante de

carbono inorgánico disuelto, principalmente bicarbonato (HCO_3^-) en agua de mar. El dióxido de carbono (CO_2) en la atmósfera participa en la fotosíntesis de las plantas y se metaboliza en complejos de compuestos moleculares conformando carbohidratos, proteínas y lípidos, las plantas silvestres y domésticas son consumidas por los animales introduciendo estos compuestos en los tejidos de su cuerpo (Tykot 2006: 131).

En las reacciones fotosintéticas los compuestos de menor peso isotópico reaccionan más rápido utilizando menos energía, si la reacción es incompleta el producto, por ejemplo el maíz, se verá enriquecido en ^{12}C en relación con el sustrato (CO_2 atmosférico), lo que trae consigo cambios en la relación $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, proceso denominado fraccionamiento isotópico.

Cuando las plantas son consumidas por los animales herbívoros, los procesos metabólicos implicados invierten la dirección de fraccionamiento produciéndose un aumento de la proporción de isótopos de carbono pesado (y nitrógeno) en los tejidos del cuerpo. Los estudios de isótopos han determinado que el colágeno óseo se produce principalmente a partir de las proteínas de la dieta, mientras que la apatita del hueso y el esmalte de los dientes representan la dieta completa. Se ha comprobado además que la tasa de intercambio en el tejido óseo es lenta, de manera que los valores isotópicos obtenidos representan los últimos años de vida de un individuo (Tykot 2006:131-132).

Para la región Norte de Chile las condiciones hiperáridas del desierto de Atacama condicionan a que los alimentos marinos tiendan a parecerse al maíz en el valor $\delta^{13}\text{C}$, pero son muy diferentes de la carne de animales terrestres, a menos que los animales domesticados se alimenten de forraje proveniente del maíz, a partir de su cultivo, así como los granos proporcionan bebida (chicha) y alimento (grano) a los humanos. De todas maneras los isótopos de nitrógeno son en general mucho más positivos en los recursos marinos que en los terrestres (Tieszen y Chapman 1992:413).

Recordemos que en el caso de las costillas humanas los valores $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ son las medias de las dos series analíticas realizadas por muestra, mientras que en el caso de los cabellos solo representan una única serie analítica. Nótese también que tres de los cabellos (cabellos C, D y E) se han analizado en submuestras de 2 cm, mientras que el cuarto cabello (Cabello B) se ha analizado en cortes de 1 cm. A la hora de interpretar los valores también hay que tener presente que la información que nos dan las costillas se refiere a la acumulación del tipo de alimento proteico consumido durante varios años, mientras que el pelo nos dará información sobre la proteína consumida durante varios meses (aproximadamente la acumulación isotópica de un mes se refleja en 1 cm de cabello).

Los valores isotópicos del cuerpo 2 (mujer muerta en parto) del Túmulo N° 2, sitio Az-67, definen una dieta basada en recursos terrestres C_3 , como por ejemplo prosopis, calabaza, quinoa, porotos pallares, tubérculos, ajíes, etc., sin observarse el consumo de proteína de origen marino. Por su parte, los tres individuos analizados del túmulo 7 del sitio Az-70 presentan valores que muestran una dieta muy variada y dispar entre ellos. Los dos individuos adultos con valores de $\delta^{13}\text{C}$ próximos a -16‰ están

claramente introduciendo en su dieta recursos distintos a los C_3 de forma considerable. Además entre ellos existe una diferencia en $\delta^{15}N$ de entorno a 5‰, lo que los sitúa claramente en peldaños tróficos diferentes y permite diferenciar la dieta. Por tanto, considerando los valores de carbono y de nitrógeno de forma conjunta para estos dos individuos, se podría argumentar que el individuo femenino de edad promedio de 50 años habría consumido recursos C_4 , es decir, maíz, de forma significativa y en menor medida C_3 , mientras que el individuo femenino de 45 años promedio presenta un consumo importante de alimentos marinos. Por otro lado, el individuo juvenil de 4 años promedio, presenta una dieta basada en recursos terrestres C_3 sin evidencia de consumo de recursos marinos o acuáticos de ningún tipo.

En el análisis de pelo el cambio más acusado dentro de un mismo cabello se presenta en los valores $\delta^{13}C$, que experimentan un descenso de entre 3 y 4‰ entre 6 meses antes de la muerte, pasando abruptamente de una dieta con una parte importante de recursos terrestres C_4 (maíz) a una dieta basada exclusivamente en recursos terrestres C_3 que se mantiene hasta la muerte del individuo. Las variaciones observadas en los valores $\delta^{15}N$ son pequeñas (salvo en el cabello B, que como no presenta raíz es posible que no corresponda al mismo tramo de vida del individuo al que pertenecen los otros tres) y probablemente se asocien o bien a un cambio de territorio que sea el responsable también del paso de una explotación de recursos parcialmente C_4 a una totalmente C_3 , o bien a un aumento del consumo de recursos vegetales en detrimento del aporte proteico animal.

CONCLUSIONES

Sin lugar a dudas encontramos diferencias muy importantes en los componentes de la dieta de las mujeres y el niño o niña analizados del Túmulo N° 7 del sitio Az-70, así como con la mujer del Túmulo N° 2 de Az-67, lo que nos abre interrogantes respecto de quienes son realmente las personas enterradas en los túmulos, entendiendo que estos no corresponden a cementerios convencionales, ya que su finalidad última no parece ser esta función, sino que se presentan como importantes demarcadores de territorio con una gran significación social (Romero *et al.* 2004). Por tanto pudieron corresponder a un lugar de confluencia de diferentes grupos humanos, que estarían accediendo a los valles y enterrando a algunos de sus muertos en los túmulos.

También hay que considerar el factor temporal, las fechas calibradas en general son bastante coincidentes: 2285 ± 80 y 2415 ± 75 AP para Az-70 TLo 2 y 2340 ± 40 , 2220 ± 40 , 2290 ± 40 AP para Az-67 TLo2, esta últimas tomadas directamente de los cuerpos (pelo y textil). Sin embargo, de todas formas en Az-70 TLo 2 se presenta un lapso temporal aproximado de 130 años, que equivale al menos a 6 generaciones (20 años c/u), considerando que el período Formativo se caracteriza por ser un proceso de grandes transformaciones, es posible que las diferencias de dieta tengan relación con cambios de hábitos de subsistencia a lo largo de este tiempo.

Retomando la primera línea interpretativa, esta es concordante con lo planteado por Muñoz (2011), ya que refleja la interacción costa-valle de complementariedad económica, a través de movilidad territorial en este eje, evidenciado en la mujer de 45 años que presenta una dieta principalmente marítima y que probablemente vive de forma más estable en la costa, pero es inhumada en el valle.

Los análisis dentales realizados a la población del período Formativo tanto en la costa como en el valle demuestran un desgaste dental sin diferencias significativas, con mayor presencia de caries y pérdida de piezas en el valle, lo que ha llevado a interpretar estos resultados como consecuencia de una dieta mixta agromarítima (Watson *et al.* 2010, 2011). Asimismo el análisis dental de los individuos analizados en el presente estudio concuerda en cuanto al tipo de desgaste y presencia de caries con los resultados obtenidos por Watson y colaboradores (2010, 2011). Sin embargo, los datos isotópicos nos informan que el componente marino no está presente en cuatro de los individuos analizados, rechazando al menos en estos casos una subsistencia agromarítima, ya que este análisis está reflejando como componente principal de la dieta a los productos vegetales, que en uno de los casos corresponde a maíz y nos está confirmando también la inclusión de este producto al valle de Azapa.

Respecto del análisis de isótopos de carbono y nitrógeno en el pelo, los resultados son bastante reveladores, ya que están evidenciando cambios estacionales de dieta desde un consumo principalmente de maíz a consumo de otros vegetales, que junto al nitrógeno podrían indicar una disminución de la proteína animal o un cambio de hábitat. Respecto de cambios de hábitos alimentarios que involucran al maíz y las carnes nos parece lógico pensar en períodos de fiesta, donde el consumo de chicha de maíz elevaría el promedio de este elemento, y asimismo podría incluir mayor consumo de carnes, como lo observado hasta el día de hoy en la región, en épocas estivales cuando se celebra el período de carnaval, que si bien no podemos extrapolar a épocas tan distantes, de todas formas entrega un ejemplo de un escenario en que los cambios de dieta e incluso de hábitat son marcados estacionalmente. Además no se puede olvidar que al tratarse de una mujer, bien pudo ser trasladada de una región a otra para contraer matrimonio y por tanto el importante cambio en la dieta puede deberse a esta variable.

Se hace necesario un análisis comparativo entre cementerios y túmulos del mismo período para comprender la alta variabilidad encontrada en la dieta de los individuos enterrados en estos túmulos, así como una comparación entre costa y valle, además de fechados absolutos a los propios cuerpos, que permita una mejor resolución temporal.

**MIL AÑOS DE HISTORIA DE LOS CONSTRUCTORES DE
TÚMULOS
DE LOS VALLES DESÉRTICOS DE ARICA:
*Paisaje, Monumentos y Memoria***

Editores: Iván Muñoz Ovalle y María Soledad Fernández Murillo



EDICIONES UNIVERSIDAD DE TARAPACÁ

ISBN: 978-956-7021-43-7
Registro de Propiedad Intelectual: 246.219
Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos

Obra evaluada por pares externos

Comité Científico de Publicaciones: Dirección General de Investigación, Universidad de Tarapacá

Financiamiento de la investigación: Proyectos FONDECYT 1085106 y 1130249

Financiamiento de la publicación: Convenio de Desempeño, Universidad de Tarapacá

Diseño de portada: Mariela Santos Varela

Fotografía de túmulos de Azapa y Camarones: José Raúl Rocha Urbina

Diagramación e impresión: Andros Impresores
Edición 2014, Santiago de Chile