

ISOTOPOS ESTABLES DEL CARBONO EN RESTOS OSEOS HUMANOS DE LA REGION DEL CANAL BEAGLE, ISLA GRANDE DE TIERRA DEL FUEGO

*Augusto Tessone*¹
*Francisco A. Zangrando*¹
*Susana Valencio*²
*Héctor Panarello*²

PALABRAS CLAVE: $\delta^{13}\text{C}$, Cazadores-recolectores, Subsistencia, Recursos

RESUMEN: El objetivo de este trabajo es conocer las particularidades de la dieta de grupos cazadores-recolectores, que habitaron la región del canal Beagle durante el Holoceno medio y tardío, mediante el análisis de isótopos estables del carbono sobre el colágeno de sus restos óseos. Se dan a conocer los valores de la $\delta^{13}\text{C}$ obtenidos en cinco individuos. Seis determinaciones efectuadas previamente por otros autores en la misma región señalaron una variación mayor que la esperada en base a la información etnográfica y arqueológica. No obstante, los valores isotópicos sobre colágeno humano obtenidos en este estudio indicarían un cambio en este patrón, registrándose en la dieta de los grupos humanos del canal Beagle una marcada dependencia hacia los recursos marinos. *Rev. Arg. Antrop. Biol.* 5(2): 33-43, 2003.

KEY WORDS: $\delta^{13}\text{C}$, Hunter-gatherers, Subsistence, Resources

ABSTRACT: The aim of this paper is to apply stable carbon isotope analyses to study the diet of hunter-gatherer populations that inhabited the Beagle

1 Asociación de Investigaciones Antropológicas (AIA). 1033 C.A. de Buenos Aires. Argentina.
e-mail: a_tessone@hotmail.com, panchozan@yahoo.com.ar

2 Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (INGEIS-CONICET). C1428EHA C.A. de Buenos Aires. Argentina.

channel area during the Late and Mid Holocene. Previous stable isotope studies in this region showed a greater variation in diet than that expected from ethnographical and archaeological sources. We present here five new $\delta^{13}\text{C}$ values on human bone collagen which modify the picture emerged from these previous studies, allowing us to postulate an important contribution of marine resources to the diet of these populations. *Rev. Arg. Antrop. Biol.* 5(2): 33-43, 2003.

INTRODUCCION

La información proporcionada por las fuentes etnográficas y por las investigaciones arqueológicas llevadas a cabo en el canal Beagle, en el extremo meridional de la Isla Grande de Tierra del Fuego, resalta la importancia de los recursos marinos en la subsistencia de los grupos humanos que habitaron este espacio durante el Holoceno medio y tardío (Orquera y Piana, 1999a; b). En la misma región, la utilización de isótopos estables ha contribuido a la discusión de estos aspectos (Yesner et al., 1991; Borrero et al., 2001; Guichón et al., 2001). Sin embargo, es escaso aún el número de mediciones realizadas hasta el momento (Yesner et al., 1991; Orquera y Piana, 1996; Guichón et al., 2001).

En este trabajo presentamos los resultados de determinaciones de isótopos estables del carbono ($\delta^{13}\text{C}$) obtenidos a partir del colágeno de cinco muestras humanas provenientes de diferentes sectores costeros de la región. Con la implementación de este tipo de análisis buscamos aportar nuevos datos para la resolución de dos problemas concretos. En primer lugar, explorar las particularidades de la dieta a partir de restos óseos humanos provenientes del canal Beagle con el fin de compararla con los datos etnográficos y arqueológicos existentes. En segunda instancia, comparar los valores isotópicos presentados en este trabajo con aquellos disponibles en la región y de esta manera, contribuir a la discusión sobre la variación espacial propuesta hasta el momento (Borrero et al., 2001; Guichón et al., 2001).

MATERIAL Y METODOS

Los estudios isotópicos se efectuaron sobre restos óseos humanos pertenecientes a cinco individuos, dos subadultos (1607 y Mischiuen III) y tres adultos (795, 2668 y 2669), provenientes de distintos puntos de la costa norte del canal Beagle (Fig. 1). Cuatro de estos individuos forman parte de las colecciones del Museo Fin del Mundo (Ushuaia), mientras que el restante (Mischiuen III) se obtuvo durante la excavación de un entierro primario aledaño a la localidad arqueológica de Shamakush. En el canal Beagle, al igual que en gran parte de la Isla Grande de

Tierra del Fuego, la disponibilidad de restos óseos humanos es escasa (Guichón, 2000; Guichón et al., 2001), motivo por el cual distintos equipos están implementando estrategias de búsqueda con el fin de incrementar la muestra bioarqueológica existente (Guichón et al., 2000).

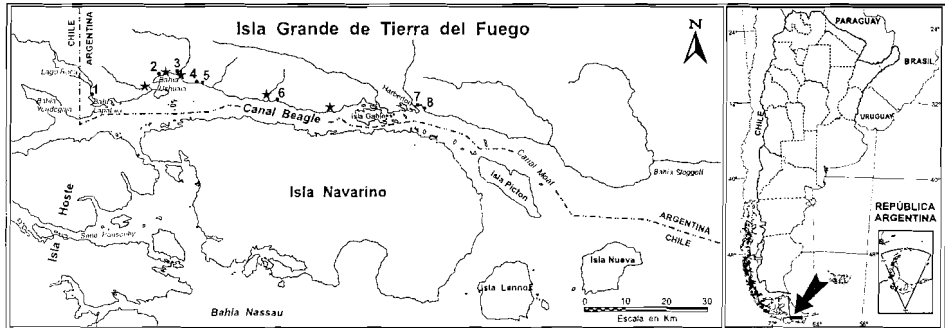


Figura 1

Ubicación de los principales sitios arqueológicos del canal Beagle. 1: Isla El Salmón, 2: Sados, 3: Río Olivia, 4: Lancha Packewaia, 5: Túnel I y VII, 6: Shamakush I y X, 7: Imiwaia I, 8: Lanashuaia.

* Restos óseos humanos analizados isotópicamente en este trabajo.

Los análisis isotópicos del carbono se realizaron sobre el colágeno extraído de costillas de cada uno de los individuos, utilizando los métodos convencionales. Para llevar a cabo la separación de la fracción colagénica de la fracción mineral del hueso y de otras fases orgánicas introducidas en el ambiente postdeposicional, se utilizó la técnica descrita por Longin (1971) y posteriormente modificada por Schoeninger y DeNiro (1984). La determinación de la relación isotópica $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ se efectuó sobre el CO_2 obtenido por combustión del colágeno, purificado criogénicamente y medido por espectrometría de masa.

Es importante tener en cuenta que el colágeno, si bien se puede conservar con signos menores de alteración durante miles de años, se degrada a través del tiempo en proporciones variables dependiendo del ambiente en que se encuentra enterrado el hueso. Este proceso lleva a la pérdida de parte del material proteico, principalmente el nitrógeno y se manifiesta en el ascenso de la relación carbono/nitrógeno (C/N), que en restos óseos poco afectados por factores diagenéticos oscila entre 2,9 y 3,6 (Ambrose y DeNiro, 1989). Con el fin de evaluar el estado de conservación de los restos óseos humanos estudiados, se determinó el valor de dicha relación para cada uno de los individuos que integran la muestra.

RESULTADOS

A pesar de que las muestras analizadas provienen de contextos depositacionales diferentes, las relaciones C/N medidas sobre el colágeno muestran una reducida dispersión y varían entre 3,12 y 3,20 (Tabla 1), por lo que se pueden considerar con poca alteración diagenética, lo que brinda confiabilidad a los resultados isotópicos.

Tabla 1

Valores isotópicos y análisis elemental sobre la gelatina ósea de restos humanos

Nº laboratorio	Nº campo	Tipo de muestra	$\delta^{13}\text{C}$ ‰ V-PDB	Error $\pm 1\sigma$	C/N
AIE 11720	Mischiuen III	Gelatina ósea (costilla)	-11.1	0.3	3.14
AIE 11721	2668	Gelatina ósea (costilla)	-11.5	0.3	3.15
AIE 11722	2669	Gelatina ósea (costilla)	-13.1	0.3	3.12
AIE 11723	795	Gelatina ósea (costilla)	-12.1	0.3	3.17
AIE 11724	1607	Gelatina ósea (costilla)	-12.3	0.3	3.20

Los valores $\delta^{13}\text{C}$ obtenidos sobre los restos óseos humanos (Tabla 1) constituyen un grupo homogéneo, X media = -12,02‰ con un estimado en la desviación estándar $s=0,77\%$. Si tenemos en cuenta que el factor de fraccionamiento entre el colágeno óseo y la dieta es $\epsilon=+5,0\%$ (Ambrose et al., 1997), el valor promedio de esta última sería aproximadamente -17‰.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

La subsistencia de los grupos humanos que habitaron la región del canal Beagle durante el Holoceno medio y tardío se caracterizó a partir de tres vías independientes: etnográfica, arqueológica e isotópica. A continuación, se discutirá la información proporcionada por cada una de ellas en función de los datos obtenidos en este trabajo.

En términos generales la información etnográfica, que cubre un período desde 1820 a 1930, nos indica la preponderancia en la dieta de elementos provenientes del ambiente marino, principalmente moluscos, peces y mamíferos. Una proporción menor de la dieta estaría vinculada a los recursos terrestres, entre los que se destacan guanacos y algunas especies vegetales. Con la intención de sistematizar la información etnográfica proporcionada por diversas fuentes se ha confeccionado la Tabla 2 (Orquera y Piana, 1999a).

Tabla 2

Recursos consumidos según las fuentes etnográficas

	Recursos Marítimos						Rec. Terrestres			
	MOLUSCOS	PECES	PINNÍPEDOS	BALLENAS	DELFINES	AVES	NUTRIAS	GUANACOS	HONGOS	BAYAS
CRONISTAS										
DARWIN (1839)	x		x	x						x
FITZ ROY (1839)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
BRIDGES T. (1867-1890)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
LAWRENCE (1871-1907)	x	x		x				x		
LOVISATO (1884)	x	x	x	x		x	x	x	x	x
EMERITUS (1885)	x	x	x	x		x		x	x	
HYADES (1885)	x	x					x			
MARTIAL (1888)	x	x	x	x		x	x	x	x	x
HYADES y DENIKER (1891)	x	x	x	x		x	x	x		x
LOTHROP (1928)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
BRIDGES L. (1947)	x	x		x		x		x		x
GUSINDE (1986)	x	x	x	x		x	x	x	x	x

En el registro arqueológico del canal Beagle también es notable la reiteración a través del tiempo de las asociaciones de recursos marinos. En la mayor parte de los sitios excavados predomina el consumo de pinnípedos, a excepción de Isla El Salmón y Shamakush I (Tabla 3a, b) donde se observa una preponderancia de guanaco (Figuerero Torres y Mengoni Goñalons, 1986; Orquera y Piana, 1999b). Este recurso abunda también en Lancha Packewaia, aunque allí los pinnípedos ocupan un lugar importante en la alimentación humana (Tabla 3a). En el registro arqueológico de numerosos sitios hay restos de cetáceos, donde cada ejemplar debió representar una importante cantidad de alimento. Sin embargo, su contribución a la dieta es difícil de estimar (Orquera y Piana, 1999b; Borrero, 2001). Las aves a su vez integraron la dieta de los grupos humanos que habitaron la región. Si bien estos recursos abundan tanto en ámbitos marinos como terrestres, la información arqueológica estaría indicando una explotación preponderante de aves de hábitat marino. Asimismo, los peces están presentes en los depósitos antropogénicos, notándose una marcada abundancia en Túnel VII e Imiwaia I (Juan-Muns i Plans, 1992; Zangrando, 2003) (Tabla 3c). Los moluscos constituyen la parte más voluminosa de las acumulaciones de residuos, destacándose los mejillones (*Mytilus sp.*) (Orquera y Piana, 2000; 2001). No obstante, su contribución a la dieta no habría sido significativa en relación a otros recursos (Orquera, 2000). Si bien la preservación en el registro arqueológico de los vegetales potencialmente consumibles es baja o nula, la escasa oferta de alimentos de este origen en el ambiente sugeriría una reducida incidencia de los mismos en la dieta humana.

Tabla 3a

Números de especímenes óseos identificados en diversos conjuntos arqueológicos excavados en la región del canal Beagle (Orquera y Piana, 1999a: Cuadro X)

	Túnel I						Lancha Packewaia		Isla El Salmón	
	Primer Componente	Segundo Componente	Tercer Componente	Capa C sin asign. esp.	Cuarto Componente	Quinto Componente	Sexto Componente	Componente Amiguo		Componente Reciente
Pinnípedos	5-6	80000*	2677	3813	780	707	113	>1429	>2691	2
Guanacos	1	6482	1477	1874	1521	318	10	>1646	>689	50
Cetáceos	-	858	21	41	23	1	1	4	6	-
Aves	1-2	36057	2684	3744	960	64	32	608	487	12

* Cifra aproximada

Tabla 3b

Densidades de especímenes óseos hallados en distintas capas de conchal de los sitios arqueológicos excavados en la región del canal Beagle (Orquera y Piana 1999a: Cuadro XI). Este cálculo no se puede efectuar para Lancha Packewaia (Orquera y Piana, 1993-1994)

Sitios	Capas	Pinnípedos	Guanacos	Cetáceos	Aves
Túnel I	D	1658,9	134,8	21,2	802,2
Túnel VII	B	727,0	9,5	62,8	1116,0
Shamakush I	DF	29,3	144,5	35,9	55,9
Imiwaia I	KM	300,0	42,6	24,3	218,2

Tabla 3c

Densidades de restos óseos de peces hallados en muestras de conchal (Orquera y Piana, 1999a: Cuadro XII)

Sitios	Capas	Muestras	Rangos	NISP medios por dm ³	Medianas
Túnel I	D	Columnas	0,7-81,7	12,5±16,2	4,5
		Subunidades	6,2-68	24,7±17,3	21,2
Túnel VII	B	Subunidades	18-195	81,1±42,2	65,5
Lancha Packewaia	BDX	Columnas	0,7-177,5	42,7±53,4	30,0
Shamakush I	DF	Columna	2-39,5	13,9±11,6	9,0
		Subunidades	1-43,2	13,5±12,4	11,0
Shamakush X	E	Columna	0-2,5	0,8±1,0	0,0
Imiwaia I	BDHKM	Columna	9-310	103,0±102,4	53,5

La reconstrucción de paleodietas basada en los isótopos estables del carbono debe estar acompañada por el estudio isotópico de los recursos consumibles. Como hemos expresado precedentemente, en la región del canal Beagle ellos provienen de dos ambientes diferentes: el marino y el terrestre. El primero está integrado por un abundante número de taxa, tales como pinnípedos, cetáceos, aves, peces y moluscos. Mientras que el terrestre se caracteriza por la escasez de especies comestibles de origen vegetal y por la disponibilidad de guanaco como el único recurso alimenticio de consideración. Las relaciones $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ de muchos organismos marinos son similares a las de las plantas C_4 , sin embargo, la ambigüedad en la interpretación de los valores queda resuelta debido a la ausencia de estas últimas en el ambiente del canal Beagle (Paruelo et al., 1998). En la Tabla 4 se presentan los valores de $\delta^{13}\text{C}$ de los alimentos más importantes de la región. De esta manera, la comparación de los valores isotópicos obtenidos sobre los restos óseos humanos con los de los recursos disponibles indicaría una dieta predominantemente de origen marino, lo cual es coincidente con la información suministrada por las fuentes etnográficas y por las investigaciones arqueológicas llevadas a cabo hasta el momento.

Tabla 4

Valores isotópicos de los recursos alimenticios más importantes en la región del Canal Beagle

RECURSOS	TAXON	$\delta^{13}\text{C}$ ‰ V-PDB	REFERENCIAS
MARINOS			
MOLUSCOS	<i>Mytilus sp.</i> (mejillón)	-17,8**	Fernández (com. pers.)
PECES	<i>Merluccidae sp.</i> (merluza)	-16,0**	Fernández (com. pers.)
	<i>Austroatherina nigricans</i> (pejerrey)	-15,4**	Fernández (com. pers.)
	<i>Genypterus blacodes</i> (abadejo)	-13,8**	Fernández (com. pers.)
PINNIPEDOS	<i>Otaria flavescens</i> (lobo marino)	-8,8*	Borrero et al. (2001)
	<i>Arctocephalus australis</i> (lobo marino)	-11,8*	Albero et al. (1986)
	<i>Arctocephalus australis</i>	-14,5*	Orquera y Piana (1996)
AVES	<i>Phalacrocorax atriceps</i> (cormorán)	-11,4*	Borrero et al. (2001)
TERRESTRES			
CAMELIDOS	<i>Lama guanicoe</i> (guanaco)	-20,5*	Orquera y Piana (1996)
		-21,8*	Orquera y Piana (1996)
		-21,0*	Borrero et al. (2001)
VEGETALES	<i>Berberis buxifolia</i> (calafate)	-25,0	Cordero y Panarello (2001)
	<i>Lepidophyllum cupressiforme</i> (mata verde)	-24,9	Cordero y Panarello (2001)

*Valores sobre colágeno

**Valores sobre músculo

Las investigaciones previas realizadas con isótopos estables en el canal Beagle (Yesner et al., 1991; Borrero, 2001; Borrero et al., 2001) proponen que los grupos

humanos que habitaron esta región, si bien presentaron una subsistencia mayormente orientada hacia recursos marinos, pudieron haber tenido en la dieta un componente terrestre mayor que el estipulado a partir de las fuentes etnográficas. En esos trabajos se presentan análisis de isótopos del carbono (colágeno y apatita) y del nitrógeno sobre una muestra de seis individuos (Borrero et al., 2001). Particularmente, la media obtenida por estos autores para la $\delta^{13}\text{C}$ medida sobre el colágeno es de $-14,40\text{‰}$, con una gran dispersión de valores (desviación estándar de $2,61\text{‰}$). En cambio, los valores $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ sobre colágeno humano obtenidos en este estudio, constituyen un grupo muy homogéneo (X media = $-12,02\text{‰}$ con un estimado en la desviación estándar $s = 0,77\text{‰}$) y coincidente con cuatro valores presentados por los autores mencionados precedentemente. Los dos restantes (Fig. 2), que se apartan de este conjunto, reflejarían un componente terrestre mayor en sus dietas. De acuerdo a Guichón et al. (2001), esto podría deberse a que estén representando situaciones previas en la utilización del espacio y de los recursos, no previstos hasta el momento por las investigaciones arqueológicas y fuentes etnográficas. Otra posibilidad propuesta por estos autores sería que estén respondiendo a un problema de muestreo. Por último, consideramos que al no disponer de las relaciones C/N de las muestras no es posible evaluar si los valores están reflejando alteraciones diagenéticas. Independientemente de cual sea la explicación para estos dos casos, la distribución conjunta de los $\delta^{13}\text{C}$ disponibles hasta el momento para la región se polariza en valores más positivos (Fig. 2), por lo tanto consideramos que la dieta de los grupos humanos que habitaron en el canal Beagle tenía una marcada dependencia de los recursos marinos.

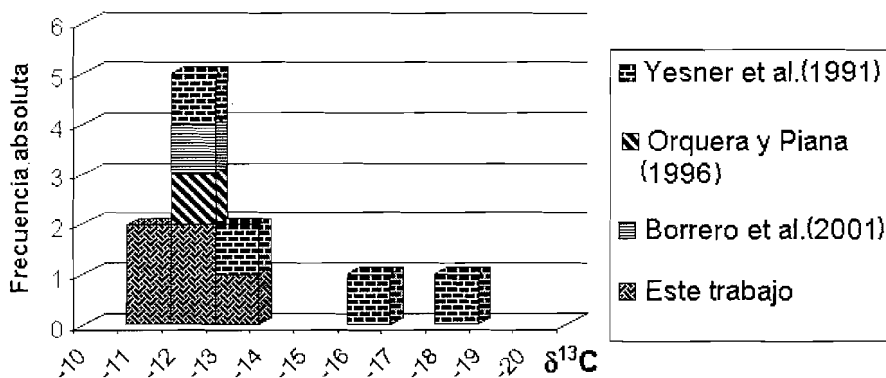


Figura 2

Distribución de los valores isotópicos $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ sobre colágeno óseo humano obtenidos hasta el momento en la región canal Beagle.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a Ernesto L. Piana por sus comentarios y por la ayuda brindada en distintas instancias de este trabajo; a Luis A. Orquera por las sugerencias realizadas sobre versiones preliminares del manuscrito; a Oscar Zanola (Director del Museo Fin del Mundo) por habernos facilitado las muestras empleadas en este estudio y a Nora Guida y Víctor Iglesias por la colaboración prestada en la realización de los análisis isotópicos.

BIBLIOGRAFIA CITADA

Albero MC, Angiolini FE y Piana EL (1986) Discordant ages related to reservoir effect of associated archaeological remains from the Tunel Site, Beagle Channel, Argentine Republic. *Radiocarbon* 28(2A):748-753.

Ambrose SH y DeNiro MJ (1989) Climate and habitat reconstruction using stable carbon and nitrogen isotope ratios of collagen in prehistoric herbivore teeth from Kenya. *Quaternary Research* 31(3):407-422.

Ambrose SH, Butler BM, Hanson DB, Hunter-Anderson RL y Krueger HW (1997) Stable isotopic analysis of human diet in the Marianas Archipelago, western Pacific. *American Journal of Physical Anthropology* 104:343-361.

Borrero LA (2001) El poblamiento de la Patagonia. Toldos, Milodones y Volcanes. Buenos Aires, Emecé.

Borrero LA, Guichón RA, Tykot RH, Kelly J, Prieto AI y Cárdenas P (2001) Dieta a partir de isótopos estables en restos óseos humanos de Patagonia austral. Estado actual y perspectivas. *Anales del Instituto de la Patagonia* 29:119-127.

Bridges L (1947) *Uttermost Part of the Earth*. Londres, Hodder and Stoughton.

Bridges T (1867-1890) Cartas y fragmentos de su diario personal publicado en *South American Missionary Magazine* I a XXIV. Londres.

Cordero RR y Panarello HO (2001) ^{14}C reservoir effect as a sensitive indicator of shore circulation changes in the Patagonic littoral of Argentina. *Sociedad Geológica de Chile. III South American Symposium on Isotope Geology. Extended Abstracts Volume (CD)* pp.4.

Darwin C (1839) *Journal and remarks (1832-1836)*. En: *Narrative of the Surveying Voyages of His Majesty's Ships Adventure and Beagle between the years 1826 and 1836. Vol. III*. Londres, Henry Colburn.

Emeritus (1885) Carta publicada en *South American Missionary Magazine* XIX:39-43. Londres.

Figuerero Torres MJ y Mengoni Goñalons G (1986) Excavaciones arqueológi-

cas en la isla El Salmón (Parque Nacional de Tierra del Fuego). Buenos Aires, PREP Informes de Investigación 4.

Fitz Roy R (1839) Proceedings of the first expedition (1826-1830) under the command of captain P. Parker King, R.N., F.R.S. En: Narrative of the Surveying Voyages of His Majesty's Ships Adventure and Beagle between the years 1826 and 1836. Vol. I. Londres, Henry Colburn.

Guichón RA (2000) Agenda para una evaluación en la antropología biológica de Patagonia austral. Desde el País de los Gigantes. Perspectivas arqueológicas en Patagonia. UNPA, pp. 99-108.

Guichón RA, Muñoz AS y Borrero LA (2000) Datos para una tafonomía de restos óseos humanos en Bahía San Sebastián, Tierra del Fuego. Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XXV:297-313.

Guichón RA, Borrero LA, Prieto AI, Cárdenas P y Tykot RH (2001) Nuevas determinaciones de isótopos estables para Tierra del Fuego. Revista Argentina de Antropología Biológica 3(1):113-126.

Gusinde M (1986) Los indios de Tierra del Fuego. Tomo II: Los Yamana. Buenos Aires, CAEA.

Hyades PD (1885) La Chasse et la pêche chez les Fuégiens de l'archipel du Cap Horn. Reveu d'Etnographie 4:514-553.

Hyades PD y Deniker J (1891) Anthropologie et Ethnographie. En: Mission Scientifique du Cap Horn (1882-1883). Vol VII. Paris, Ed. Oficial.

Juan-Muns i Plans N (1992) La pesca com alternativa econòmica per als yamana, nómades canoers del canal Beagle (Tierra del Fuego, Argentina). PhD Thesis. Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra.

Lawrence J (1871-1907) Cartas aparecidas en South American Missionary Magazine V a XLI. Londres.

Longin R (1971) New method of collagen extraction for radiocarbon dating. Nature 230:241-242.

Lothrop SK (1928) The indians of Tierra del Fuego. Museum of the American Indian. Nueva York, Heye Foundation.

Lovisato D (1884) Appunti etnografici con accenni geologici sulla Terra del Fuoco. Cosmos VIII(4): 97-108 y (5):129-151.

Martial LF (1888) Histoire du voyage. En: Mission Scientifique du Cap Horn (1882-1883). Vol. I. París, Edición Oficial.

Orquera LA (2000) El consumo de moluscos por los canoeros del Extremo Sur. Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XXIV (1999):307-327.

Orquera LA y Piana E (1993-1994) Lancha Packewaia: actualización y rectificaciones. Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XIX:325-362.

Orquera LA y Piana E (1996) El sitio Shamakush I (Tierra del Fuego, República Argentina). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XXI:215-265.

Orquera LA y Piana E (1999a) La vida material y social de los Yámana. Buenos Aires, Eudeba- Instituto Fueguino de Investigaciones Científicas.

Orquera LA y Piana E (1999b) Arqueología de la región del canal Beagle (Tierra del Fuego, República Argentina). Buenos Aires, Sociedad Argentina de Antropología.

Orquera LA y Piana E (2000) Composición de los conchales de las costa del canal Beagle (Tierra del Fuego, Argentina) 1º parte. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XXV:249-274.

Orquera LA y Piana E (2001) Composición de los conchales de las costa del canal Beagle (Tierra del Fuego, Argentina) 2º parte. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XXVI:345-368.

Paruelo JM, Jobbágy EG, Sala OE, Lauenroth WK y Burke IC (1998) Functional and structural convergence of temperate grassland and shrubland ecosystems. *Ecological Applications* 8(1):194-206.

Schoeninger MJ y DeNiro MJ (1984) Nitrogen and carbon isotopic composition of bone collagen from marine and terrestrial animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 48:625-639.

Yesner DR, Figuerero Torres MJ, Guichón RA y Borrero LA (1991) Análisis de isótopos estables en esqueletos humanos: confirmación de patrones de subsistencia etnográficos para Tierra del Fuego. *Shincal* 3, 2:182-191.

Zangrando AFJ (2003) Ictioarqueología del canal Beagle: la explotación de peces y su implicación en la subsistencia humana. Buenos Aires, Sociedad Argentina de Antropología.