



GOBIERNO DE CHILE  
MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL



ISSN - 0027 - 3910

# BOLETIN

MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL  
CHILE

Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile - N° 50 - 156 p. - 2001





ISSN - 0027 - 3910

# BOLETIN

MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL  
CHILE

Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile - N° 50 - 156 p. - 2001

## MINISTERIO DE EDUCACIÓN PÚBLICA

Ministra de Educación Pública  
Subsecretario de Educación  
Directora de Bibliotecas, Archivos y Museos

Mariana Aylwin O.  
José Weinstein C.  
Clara Budnik S.

Impreso en los talleres de Edisur  
Avda. Ferrocarril 1941, Maipú  
Santiago de Chile



# BOLETÍN DEL MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL CHILE

## Directora

María Eliana Ramírez  
Directora del Museo Nacional de Historia Natural

## Editor

Daniel Frassinetti

## Comité Editor

Pedro Báez R.  
Mario Elgueta D.  
Juan C. Torres M.

## Consultores Invitados

Juan C. Cárdenas	Ecocéanos
Pablo Marquet	Pontificia Universidad Católica de Chile
Rubén Martínez P.	Museo Nacional de Historia Natural
Mélica Muñoz S.	Museo Nacional de Historia Natural
José Navarro	Universidad de Chile
Walter Sielfeld	Universidad Arturo Prat
Ismael E. Di Tada	Universidad de Río Cuarto, Argentina
Sebastián Teillier	Universidad Central
Alberto Veloso	Universidad de Chile

© Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos  
Inscripción N° 88.266  
Edición de 800 ejemplares  
Museo Nacional de Historia Natural  
Casilla 787  
Santiago de Chile  
[www.mnhn.cl](http://www.mnhn.cl)

MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL

BIBLIOTECA CIENTÍFICA  
ABATE JUAN IGNACIO MOLINA

SANTIAGO - CHILE

Se ofrece y se acepta canje

Exchange with similar publications is desired

Échange souhaité

Wir bitten um Austausch mit aehnlichen Fachzeitschriften

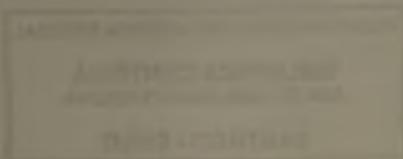
Si desidera il cambio con pubblicazioni congeneri

Deseja-se permuta con as publicaço'es congéneres

Contribución del  
Museo Nacional de Historia Natural  
al Programa del Conocimiento y Preservación  
de la  
Diversidad Biológica

El Boletín del Museo Nacional de Historia Natural es indizado en Zoological Records a través de Biosis

Las opiniones vertidas en cada uno de los artículos  
publicados son de exclusiva responsabilidad del autor respectivo



BOLETÍN DEL MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL  
CHILE  
2001

50

SUMARIO

ELIZABETH BARRERA M., INÉS MEZA y MARÍA T. SERRA U. Epidermis foliar de Euphorbiaceae presentes en Chile, aporte a la ubicación sistemática de <i>Avellanita bustillosii</i> Phil. ....	7
G. PAOLO SANINO y JOSÉ YÁÑEZ Estudio de un ejemplar de <i>Globicephala melas</i> varado en III Región y revisión de los registros del género para Chile .....	21
G. PAOLO SANINO y JOSÉ YÁÑEZ Nueva técnica de videoidentificación y estimación de tamaño poblacional en cetáceos, apli- cada en delfines nariz de botella, <i>Tursiops truncatus</i> , de isla Choros, IV Región de Chile	37
ROBERTO MELÉNDEZ C. y AUGUSTO CORNEJO A. Catálogo de los peces litorales de las islas Desventuradas (ca. 26° S) recolectados durante febrero 1997, y depositados en la colección del Museo Nacional de Historia Natural, Chile	65
DANIEL FRASSINETTI C. Moluscos bivalvos y gastrópodos del Mioceno marino de Isla Stokes, Sur de Chile	73
HERMAN NÚÑEZ, JAMES A. SCHULTE II y CARLOS GARÍN <i>Liolaemus josephorum</i> , nueva especie de lagartija para el Norte de Chile.....	91
HERMAN NÚÑEZ y ALBERTO VELOSO Distribución geográfica de las especies de lagartos de la Región de Antofagasta, Chile .....	109
ARIEL CAMOUSSEIGHT Ephemeroptera (Insecta) de Chile. Su conocimiento actual .....	121
JOSÉ A. COCILOVO Diversidad morfométrica: estimación de distancias, supuestos y restricciones .....	139



**EPIDERMIS FOLIAR DE EUPHORBIACEAE PRESENTES EN CHILE,  
APORTE A LA UBICACIÓN SISTEMÁTICA  
DE *AVELLANITA BUSTILLOSI* PHIL.**

ELIZABETH BARRERA M.\*, INÉS MEZA P.\*\* y MARÍA TERESA SERRA V.\*\*\*

Sección Botánica, Museo Nacional de Historia Natural, casilla 787, Santiago, Chile

\*email: ebarrera@mnhn.cl, \*\*email: imeza@mnhn.cl

\*\*\*Dpto. de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, casilla 9206, Santiago, Chile.  
e-mail: mtserra@uchile.cl

RESUMEN

Se describen y analizan las características de la epidermis foliar de *Avellanita bustillosii* Phil. y se comparan con las de 19 especies de Euphorbiaceae que viven en Chile, pertenecientes a *Adenopeltis* (1), *Chiropetalum* (4), *Colliguaja* (4), *Croton* (1), *Dysopsis* (1), *Euphorbia* (7) y *Ricinus* (1), con el objetivo de aportar antecedentes que ayuden a la ubicación sistemática de esta especie.

La forma de las células interreticulares, el tipo, tamaño y densidad de estomas, y el tipo de tricomas, son los caracteres que permiten relacionar a *Avellanita bustillosii* Phil. con el género *Chiropetalum*, subfamilia Acalyphoideae.

Palabras clave: Euphorbiaceae, Epidermis foliar, *Avellanita bustillosii* Phil.

ABSTRACT

**Foliar epidermal characteristics of the Euphorbiaceae present in Chile, contribution to systematic position of *Avellanita bustillosii* Phil.** The leaf of the *Avellanita bustillosii* and those of nineteen species of Chilean Euphorbiaceae, belonging to genera *Adenopeltis* (1), *Chiropetalum* (4), *Colliguaja* (4), *Croton* (1), *Dysopsis* (1), *Euphorbia* (7) and *Ricinus* (1), have been studied.

Several characters, the shape of epidermal cells, type, size and density of stomata and hairs type, are the characters that support the relation of *Avellanita bustillosii* Phil. with the genus *Chiropetalum*, subfamily Acalyphoideae.

Key words: Euphorbiaceae, Foliar characters, *Avellanita bustillosii* Phil.

## INTRODUCCIÓN

El género *Avellanita* Phil., es un género monotípico, basado en su única especie tipo, *Avellanita bustillosii* Phil., descrita por R.A. Philippi en 1864-65, con material colectado por Vicente Bustillos en Colchagua, SGO<sup>1</sup> 51526, (Fig. 1).

La ubicación sistemática de *Avellanita* Phil. en Euphorbiaceae se ha mantenido dudosa hasta la actualidad, principalmente por la falta de material de consulta y de estudios taxonómicos recientes (Serra, 1998).

Philippi, asignó *Avellanita* a Crotonaeae, subfamilia Crotonoideae (familia Euphorbiaceae); posteriormente, Bentham (1880) lo ubicó entre *Micandra* y *Hevea* géneros asignados también a la tribu Crotonaeae. Pax, en 1910, lo cambió de tribu y lo asignó a Jatropheae, pero reconociendo que las hojas lo acercan a *Chiropetalum*. Pax y Hoffman, en 1931, asignaron el género *Avellanita* a la tribu Acalypheae, subfamilia Acalyphoideae.

El especialista en Euphorbiaceae, Grady L. Webster (1994a), ubicó el género *Avellanita* Phil. como *incertae sedis*, ante la imposibilidad de ubicarlo sistemáticamente en la familia; a pesar de reconocer la dudosa afinidad de este género, este especialista opina que, algunas características florales y del polen podrían permitir su ubicación en la subfamilia Acalyphoideae.

La Subfamilia Acalyphoideae es una de las más numerosas y más complejas de las Euphorbiaceae (Webster, 1994b). Este grupo se caracteriza por la presencia de los caracteres plesiomórficos de las Euphorbiaceae, a excepción de las flores apétalas, estado que parece haber evolucionado varias veces en la familia. Según Gillispie y Scott (1997), un gran grupo de géneros relacionados aparecen formando el centro de la subfamilia: tribus Acalypheae y Alchormicae, pero existen varios géneros que aparecen filogenéticamente aislados, entre ellos: *Chaetocarpus*, *Thwaites*, *Clutia*, *Pera*, *Ompholea* y *Pogonophora*.

En el presente trabajo, con el objetivo de aportar antecedentes que ayuden a determinar la ubicación sistemática de *Avellanita bustillosii* Phil., se analizan las características de la epidermis foliar de esta especie y su relación con las características epidérmicas de otros géneros de Euphorbiaceae presentes en Chile, tales como *Adenopeltis*, *Chiropetalum*, *Colliguaja*, *Croton*, *Dysopsis*, *Euphorbia* y *Ricinus*, (Cuadro 1).

## MATERIAL Y MÉTODO

El trabajo se realizó con material obtenido de los herbarios de la Escuela de Ingeniería Forestal de la Universidad de Chile (EIF)<sup>2</sup> y del Museo Nacional de Historia Natural (SGO), Santiago, Chile.

Las hojas se trataron con NaOH al 5% por tiempos variables, posteriormente se lavaron varias veces con agua destilada, después se colocaron en hipoclorito de sodio al 50%, por tiempo variable, dependiendo de la consistencia del material; a continuación se lavaron repetidamente con agua destilada hasta extraer totalmente el hipoclorito. Una vez separadas las epidermis y eliminado el mesófilo, las muestras fueron teñidas con safranina y montadas utilizando gelatina glicerinada.

<sup>1</sup> SGO, sigla que identifica internacionalmente al Herbario del Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Chile.

<sup>2</sup> EIF : sigla, reconocida internacionalmente, que corresponde a la Escuela de Ciencias Forestales, Universidad de Chile.

Las observaciones, mediciones y fotomicrografías se hicieron en un microscopio Leitz Dialux 20. La colección de preparaciones microscópicas (SGOp<sup>3</sup>), se encuentra depositada en la Sección Botánica del Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Chile (Cuadro 2).

CUADRO 1. Sistemática de las Euphorbiaceae, según Webster, 1994.

Subfamilia	Tribu	Subtribu	Género	Especie
Acalyphoideae	Chrozophoreae	Ditaxinae	<i>Chiropetalum</i>	<i>Ch. berterioanum</i>
				<i>Ch. canescens</i>
				<i>Ch. cremnophyllum</i>
				<i>Ch. tricuspdatum</i>
	Acalypheae	Ricininae	<i>Ricinus</i>	<i>R. communis</i>
		Dysopsidinae	<i>Dysopsis</i>	<i>D. glechomoides</i>
Crotonoideae	Crotoneae		<i>Croton</i>	<i>C. chilensis</i>
Euphorbioideae	Hippomaneae	Hippomaninae	<i>Colliguaja</i>	<i>C. dombeyana</i>
				<i>C. integerrima</i>
				<i>C. odorifera</i>
				<i>C. salicifolia</i>
			<i>Adenopeltis</i>	<i>A. serrata</i>
	Euphorbieae	Euphorbiinae	<i>Euphorbia</i>	<i>E. collina</i>
				<i>E. copiapina</i>
				<i>E. elquiensis</i>
				<i>E. helioscopia</i>
				<i>E. lactiflua</i>
				<i>E. lathyris</i>
				<i>E. peplus</i>
			<i>Avellanita</i>	<i>A. bustillosii</i>

<sup>3</sup> SGOp<sup>m</sup>: colección de preparaciones microscópicas Sección Botánica, Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Chile

CUADRO 2. Preparaciones microscópicas analizadas.

ESPECIES	SGOpm
<i>Adenopeltis serrata</i> (W. Aiton) Johnst.	1514, 1515, 1516, 1517, 1432, 1433, 1485, 1486, 1487, 1488, 1489, 1490, 1491, 1492, 1493, 1494, 1495, 1497, 1498, 1499, 1524, 1525
<i>Chiropetalum berterioanum</i> Schlecht.	1464, 1465, 1468, 1545, 1546, 1547
<i>Chiropetalum canescens</i> Phil.	1550, 1551, 1552, 1553, 1554, 1555, 1556, 1557, 1558, 1559
<i>Chiropetalum cremnophyllum</i> Johnst.	1463, 1466, 1467, 1549, 1548
<i>Chiropetalum tricuspdatum</i> (Lam.) A. Juss.	1426, 1511, 1512, 1513, 1427
<i>Avellanita bustillosii</i> Phil.	1421, 1422, 1423, 1424, 1425, 1500, 1501, 1586
<i>Colliguaja dombeyana</i> A.H.L. Juss.	1450, 1460, 1461, 1462, 1472, 1473, 1477, 1483, 1484
<i>Colliguaja integerrima</i> Gill. et Hook.	1443, 1444, 1445, 1446, 1469, 1470, 1471, 1474
<i>Colliguaja odorifera</i> Mol.	15, 323, 1447, 1448, 1449, 1478, 1479, 1480, 1482
<i>Colliguaja salicifolia</i> Gill. et Hook.	1428, 1429, 1430, 1431, 1475, 1476
<i>Croton chilensis</i> Muell. Arg.	1434, 1435, 1436, 1437, 1560
<i>Dysopsis glechomoides</i> (A. Rich.) Muell. Arg.	1451, 1452, 1453, 1454, 1455, 1456, 1457, 1458, 1496, 1521, 1522, 1523
<i>Euphorbia collina</i> Phil.	1459, 1569
<i>Euphorbia copiapina</i> Phil.	1526, 1527, 1571, 1572, 1573, 1574, 1575, 1576, 1577
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	1530, 1531
<i>Euphorbia elquiensis</i> Phil.	1528, 1529, 1570
<i>Euphorbia lactiflua</i> Phil.	1532, 1533, 1534, 1542, 1543, 1544
<i>Euphorbia lathyris</i> L.	1535, 1536, 1537, 1538
<i>Euphorbia pepulus</i> L.	1539, 1540, 1541
<i>Ricinus communis</i> L.	1518, 1519, 1520

## RESULTADOS

## SUBFAMILIA ACALYPHOIDEAE

## Tribu Chrozophoreae

## Subtribu Ditaxinae

Género *Chiropetalum*

Las especies estudiadas del género *Chiropetalum*: *Ch. berterioanum*, *Ch. canescens*, *Ch. cremnophyllum* y *Ch. tricuspdatum*, se caracterizan por poseer hojas hipostomáticas y complejos estomáticos paracíticos (Fig. 8), células interreticulares, de ambas caras, con paredes fuertemente onduladas a lobuladas (Fig.10). Hay presencia de abundantes cristales y dos tipos de tricomas unicelulares: simples y bifurcados (Fig. 9), distribuidos en toda la superficie foliar de ambas caras (ver cuadro 3).

CUADRO 3. Medidas de células interreticulares y estomas de las especies de *Chiropetalum*.

	<i>Chiropetalum berteroanum</i>	<i>Chiropetalum canescens</i>	<i>Chiropetalum cremnophyllum</i>	<i>Chiropetalum tricuspidatum</i>
<b>Cara abaxial. Células interreticulares</b>				
Largo ( $\mu\text{m}$ )	47,7 (16-78,3)	33,6 (27,6-46,4)	41 (23,2-65,3)	53 (21,8-81,2)
Ancho ( $\mu\text{m}$ )	31 (18,9-78,3)	22,4 (11,6-31,9)	23 (17,4-36,3)	34,6 (21,8-50,2)
<b>Cara abaxial. Estomas</b>				
Largo ( $\mu\text{m}$ )	30,7 (24,7-42)	29,4 (24,7-36,3)	29,2 (24,7-33,4)	33,6 (27,6-37,7)
Ancho ( $\mu\text{m}$ )	21,7 (17,4-27,6)	22,9 (18,9-30,5)	23,4 (18,9-27,5)	22,9 (14,5-27,6)
Densidad (estomas/ $\text{mm}^2$ )	76,6 (42,8-100)	120 (100-135,7)	162 (128,6-185,7)	89,8 (64,2-107,1)
<b>Cara adaxial. Células interreticulares</b>				
Largo ( $\mu\text{m}$ )	53,3 (33,4-82,7)	36,8 (24,7-53,7)	47,6 (17,4-66,7)	69,9 (42-110,2)
Ancho ( $\mu\text{m}$ )	32 (16-50)	26 (17,4-36,3)	36,7 (17,4-56,5)	38,9 (17,4-65,3)

**Tribu Acalypheae****Subtribu Riciniinae****Género *Ricinus****Ricinus communis* L. (Fig. 3)

Hojas hipostomáticas. Superficie foliar glabra. Complejos estomáticos paracíticos. Cara abaxial con células interreticulares de paredes lisas o débilmente onduladas, de 38 (24,6-56,5)  $\mu\text{m}$  de largo y 23,2 (14,5-43,5)  $\mu\text{m}$  de ancho. Estomas de 30 (26-33)  $\mu\text{m}$  de largo y 24 (19-28)  $\mu\text{m}$  de ancho. Densidad estomática de 202 (164,2-242) estomas/ $\text{mm}^2$ . Cristales distribuidos en la superficie.

Cara adaxial con células de paredes finamente onduladas, de 41,3 (23,2-71)  $\mu\text{m}$  de largo y 31 (16-52)  $\mu\text{m}$  de ancho.

**Subtribu Dysopsidinae****Género *Dysopsis****Dysopsis glechomoides* (A. Rich.) Muell. Arg. (Fig. 4)

Hojas hipostomáticas, células interreticulares de paredes lisas. Escasos tricomas unicelulares simples y cristales en ambas caras. Complejos estomáticos paracíticos.

Cara abaxial: células interreticulares de 90,6 (65,3-116)  $\mu\text{m}$  de largo y 58 (43,5-75,4)  $\mu\text{m}$  de ancho. Estomas de 35,4 (24,6-40,6)  $\mu\text{m}$  de largo y 23,4 (16-27,5)  $\mu\text{m}$  de ancho. Densidad estomática de 89,2 (64,2-100) estomas/ $\text{mm}^2$

Cara adaxial: células interreticulares de 82,4 (58-116)  $\mu\text{m}$  de largo y 51 (29-72,5)  $\mu\text{m}$  de ancho.

**SUBFAMILIA CROTONOIDEAE****Tribu Crotonae****Género *Croton****Croton chilensis* Muell. Arg. (Fig. 2)

Hojas hipostomáticas. Células interreticulares de paredes lisas. Tricomas de tres tipos: unicelulares delgados simples, estrellados y pluricelulares, cortos, anchos. Complejos estomáticos paracíticos.

Cara abaxial: células interreticulares de 37,3 (29-52)  $\mu\text{m}$  de largo y 24,7 (15,9-32)  $\mu\text{m}$  de ancho. Estomas de 29,8 (27,5-33,4)  $\mu\text{m}$  de largo y 22,3 (18,9-27,6)  $\mu\text{m}$  de ancho. Densidad estomática de 67,1(28,6-85,7) estoma/ $\text{mm}^2$ .

Cara adaxial: células interreticulares de 37,3 (29-52)  $\mu\text{m}$  de largo y 24,7 (16-32)  $\mu\text{m}$  de ancho.

## SUBFAMILIA EUPHORBIOIDEAE

### Tribu Hippomaneae

#### Subtribu Hippomaninae

#### Género *Colliguaja*

Las especies estudiadas del género *Colliguaja*: *C. dombeyana*, *C. integerrima*, *C. odorifera* y *C. salicifolia* (Fig. 7), se caracterizan por poseer hojas anfiestomáticas, superficie foliar glabra, células interreticulares de paredes lisas, en ambas caras, y complejos estomáticos paracíticos (ver cuadro 4).

CUADRO 4. Medidas de células interreticulares y estomas de las especies de *Colliguaja*.

	<i>Colliguaja dombeyana</i>	<i>Colliguaja integerrima</i>	<i>Colliguaja odorifera</i>	<i>Colliguaja salicifolia</i>
<b>Cara abaxial. Células interreticulares</b>				
Largo ( $\mu\text{m}$ )	31,5(21,8-43,5)	24,7 (16-36,3)	23,7 (14,5-36,3)	24,7 (17,4-36,3)
Ancho ( $\mu\text{m}$ )	18,2 (11,7-26)	15,3 (10,2-21,8)	16,9 (10,2-21,8)	15,8 (10,2-21,8)
<b>Cara abaxial. Estomas</b>				
Largo ( $\mu\text{m}$ )	33 (27,6-42)	29 (24,7-36,3)	33,2 (23,2-42)	34,6 (32-38)
Ancho ( $\mu\text{m}$ )	23 (18,9-27,6)	19,6 (14,5-23,2)	26 (16-33,4)	28 (26-30,4)
Densidad (estomas/ $\text{mm}^2$ )	82 (50-142,8)	48,4 (35,7-71,4)	72 (21-100)	82,9 (42,9-107)
<b>Cara adaxial. Células interreticulares</b>				
Largo ( $\mu\text{m}$ )	30,7 (21,8-39,2)	24,5 (16-29)	23,8 (14,5-36,3)	34 (22-56,5)
Ancho ( $\mu\text{m}$ )	21 (16-33,4)	14,6 (11,6-18,8)	16,2 (10,2-21,8)	21,5 (14,5-32)
<b>Cara adaxial. Estomas</b>				
Largo ( $\mu\text{m}$ )	29,6 (27,6-37,7)	24,1 (18,8-29)	31,4 (23,2-39,2)	34,8 (31,9-36,3)
Ancho ( $\mu\text{m}$ )	21,7 (17,4-26,1)	17,1 (14,5-21,7)	24,8 (16-32)	24,7 (21,8-26,1)
Densidad (estomas/ $\text{mm}^2$ )	60,2 (42,8-71,4)	138 (121-228)	82,8 (57,1-100)	57 (35,7-71,4)

#### Género *Adenopeltis*

#### *Adenopeltis serrata* (W. Aiton) Johnst. (Fig. 5)

Hojas hipostomáticas, complejo estomático paracítico, paredes lobuladas, y superficie foliar glabra.

Cara abaxial: células interreticulares de 65 (29-108,7)  $\mu\text{m}$  de largo y 45,5 (21,7-76,8)  $\mu\text{m}$  de ancho. Estomas 42,7 (29-50,7)  $\mu\text{m}$  de largo y 29,5 (21,8-43,5)  $\mu\text{m}$  de ancho. Densidad estomática de 76,4 (35,7-107) estomas/ $\text{mm}^2$ .

Cara adaxial: células interreticulares de 70,4 (46,4-94,3)  $\mu\text{m}$  de largo y 47,6 (30,5-72,5)  $\mu\text{m}$  de ancho.

CUADRO 5. Medidas de células interreticulares y estomas de las especies de *Euphorbia*.

	<i>Euphorbia collina</i>	<i>Euphorbia copiapina</i>	<i>Euphorbia elquiensis</i>	<i>Euphorbia helioscopia</i>	<i>Euphorbia lactiflua</i>	<i>Euphorbia lathyris</i>	<i>Euphorbia peplus</i>
<b>Cara abaxial. Células interreticulares</b>							
Largo ( $\mu\text{m}$ )	45,4 (30,5-72,5)	52,4 (37,7-66,7)	46,4 (36,3-63,8)	71,4 (33,4-101,5)	31,3 (23,2-39,2)	62,4 (43,5-85,5)	37,4 (31,9-43,5)
Ancho ( $\mu\text{m}$ )	26 (14,5-42)	34,8 (24,7-50,8)	26,1 (18,9-36,3)	45,4 (24,7-71)	22 (16-28)	40 (32-58)	26,3 (16-33,4)
<b>Cara abaxial. Estomas</b>							
Largo ( $\mu\text{m}$ )	26,2 (21,8-29)	32,3 (24,7-39,2)	32,5 (29-37,7)	30,1 (27,5-36,3)	14,7 (13-17,4)	30,7 (29-34,8)	22 (16-27,5)
Ancho ( $\mu\text{m}$ )	22,5 (17,4-26,1)	22,8 (21,8-24,7)	27,1 (24,7-29)	24,4 (21,8-27,6)	10 (8,7-11,6)	25,9 (23,2-29)	15 (11,6-17,4)
Densidad (estomas/ $\text{mm}^2$ )	82,9 (64,3-100)	57,1 (42,8-78,6)	71,4 (50-92,4)	79 (57-78,6)	+/- 800	144,6 (107-185,7)	64,2 (35,7-107)
<b>Cara adaxial. Células interreticulares</b>							
Largo ( $\mu\text{m}$ )	33,5 (21,8-43,5)	58,3 (36,3-75,4)	51,6 (36,3-63,8)	64,7 (33,4-91,4)	52,7 (23,2-72,5)	52 (32-61)	42,6 (29-59,5)
Ancho ( $\mu\text{m}$ )	20,9 (13-29)	32 (17,4-37,7)	34,9 (29-43,5)	40,8 (31,9-56,5)	33 (16-55)	34,8 (29-43,5)	30,6 (21,8-43,5)

## Tribu Euphorbieae

### Subtribu Euphorbiinae

#### Género *Euphorbia*

Las especies estudiadas del género *Euphorbia*: *E. collina*, *E. copiapina* (Fig. 6), *E. elquiensis*, *E. helioscopia*, *E. lactiflua*, *E. lathyris* y *E. peplus*, tienen hojas anfiestomáticas, células interreticulares de paredes onduladas, complejo estomático anomocítico y generalmente los estomas se encuentran hundidos con relación a las células interreticulares; las características de los estomas son similares en ambas superficies de las hojas de las diferentes especies (ver cuadro 5).

#### *Avellanita bustillosii* Phil. (Figs. 11, 12 y 13)

*Avellanita bustillosii* Phil., presenta hojas hipostomáticas, estomas paracíticos y células interreticulares de paredes onduladas a lobuladas.

Presencia de tricomas unicelulares simples, más abundantes en la cara abaxial, distribuidos principalmente en los nervios

Cara abaxial: células interreticulares de 38,8 (26,1-59,5)  $\mu\text{m}$  de largo y 25,9 (11,6-37,7)  $\mu\text{m}$  de ancho. Estomas de 24,5 (20,3-29)  $\mu\text{m}$  de largo y 17,9 (14,5-21,8)  $\mu\text{m}$  de ancho; densidad estomática de 185 a 428 estomas/ $\text{mm}^2$ .

Cara adaxial: células interreticulares de 33,2 (21,7-50,8)  $\mu\text{m}$  de largo y 23,8 (15,6-33,4)  $\mu\text{m}$  de ancho.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las paredes de las células interreticulares, onduladas a lobuladas, diferencian a *Avellanita bustillosii* de *Ricinus communis*, *Dysopsis glechomoides* (Acalyphoideae, Acalypheae) y *Croton chilensis* (Crotonoideae, Crotoneae), que presentan paredes lisas o sólo débilmente onduladas como en el caso de *R. communis*.

*Avellanita bustillosii* se diferencia de las especies de *Colliguaja* (Euphorbioideae, Hippomaneae) por poseer hojas hipostomáticas mientras que las del género *Colliguaja* son anfiestomáticas. De *Adenopeltis serrata* se diferencia por el tamaño y densidad de estomas: en *A. serrata* los estomas miden entre 29 y 50  $\mu\text{m}$  de largo y 21,8 a 43,5  $\mu\text{m}$  de ancho, mientras que *A. bustillosii* los tiene de 20 a 29  $\mu\text{m}$  de largo y 14,5 a 21,8  $\mu\text{m}$  de ancho. En cuanto a la densidad estomática, en *A. serrata* es baja, entre 35,7 y 107 estomas/ $\text{mm}^2$ , mientras que en *A. bustillosii* es de 185 a 428 estomas/ $\text{mm}^2$ .

De las especies de *Euphorbia* (Euphorbioideae, Euphorbieae), *A. bustillosii* se diferencia por poseer estomas sólo en la cara abaxial, mientras que las especies de *Euphorbia* son en su mayoría anfiestomáticas. Por otro lado las especies de este último género presentan los estomas algo hundidos con relación a las células interreticulares, característica que no se encuentra en *A. bustillosii*.

Las paredes fuertemente onduladas a lobuladas de las células interreticulares de *A. bustillosii*, la ubicación de los estomas sólo en la cara abaxial de la hoja, la presencia de tricomas unicelulares simples en la superficie foliar, los complejos estomáticos paracíticos, son características que permiten dejar a *A. bustillosii* en la Subfamilia Acalyphoideae (Tribu Chrozophoreae, Subtribu Ditaxinae), muy relacionada con *Chiropetalum*, coincidiendo de esta manera con lo expresado por Croizat, quien en 1960, anotó en un ejemplar de *Avellanita bustillosii* Ph. (SGO 40785): "por su aspecto, pubescencia, etc., *Avellanita* sugiere *Philyra*, *Argythamnia*, *Ditaxis* y sería interesante comparar cuidadosamente todos estos géneros" y también con lo sugerido por Webster (1994a), quien reconociendo la ambigua afinidad de *Avellanita*, expresa que caracteres florales y del polen podrían permitir su ubicación en la subfamilia Acalyphoideae.

CLAVE, BASADA EN CARACTERÍSTICAS DE LA EPIDERMIS FOLIAR, PARA DIFERENCIAR  
LOS GÉNEROS DE EUPHORBIACEAE QUE CRECEN EN CHILE

A. Hojas hipostomáticas

B. Células interreticulares de paredes onduladas a lobuladas, estomas paracíticos

C. Presencia de tricomas en la superficie foliar

D. Densidad de estomas entre 42 y 185 estomas/mm<sup>2</sup> tricomas, simples y bifurcados en la superficie foliar.....*Chiropetalum*

DD. Densidad de estomas entre 185 y 428 estomas/mm<sup>2</sup>, tricomas simples en el nervio medio.....*Avellanita*

CC. Sin tricomas.....*Adenopeltis*

BB. Células interreticulares de paredes lisas

C. Presencia de tricomas distribuidos en la superficie foliar, principalmente en el nervio medio

D. Presencia de tricomas unicelulares simples delgados filiformes, estrelados, y anchos pluricelulares.....*Croton*

DD. Presencia sólo de tricomas unicelulares simples.....*Dysopsis*

CC. Sin tricomas.....*Ricinus*

AA. Hojas anfiestomáticas

B. Células de paredes lisas, complejo estomático paracítico.....*Colliguaja*

BB. Células de paredes levemente onduladas, complejo estomático anomocítico.....*Euphorbia*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENTHAM, G.

1880 Euphorbiaceae. In Bentham & J.D. Hooker, *Genera Plantarum* 3:239-340.

LEVIN, G.

1986 Systematic foliar morphology of Phyllanthoideae (Euphorbiaceae). *Conspectus. Annals of the Missouri Botanical Garden* 73(1):29-85.

PAX, F.

1910 Euphorbiaceae-Jatropheae. In. A. Engler (editor), *Das Pflanzenreich* IV.147 (I)(Heft 42):1-148.

PAX, F. y HOFFMANN, K.

1931 Euphorbiaceae. In: Engler & Prantl (editors), *Die Natürlichen Pflanzenfamilien* ed. 2, 19c:11-233.

PHILIPPI, R.A.

1864-65 *Plantarum novarum chilensium. Centuriae inclusis quibusdam Mendocinis et Patagonicis.* *Linnaea* 33: 1-308 (*Avellanita*: 237-238).

SERRA, M.T.

1998 *Avellanita bustillosii*, (Euphorbiaceae) Especie en peligro de extinción. Notas del Centro Productor de Semillas de Arboles Forestales 7: 6-12.

WEBSTER, G.

1994a Synopsis of the genera and suprageneric taxa of Euphorbiaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* Vol. 81 (1):33-144.

WEBSTER, G.

1994b Classification of the Euphorbiaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* Vol. 81 (1): 3-32.

Contribución recibida: 23.03.01; aceptada: 11.09.01



FIGURA 1. *Avellanita bustillosii*. Ejemplar Tipo, SGO 51526

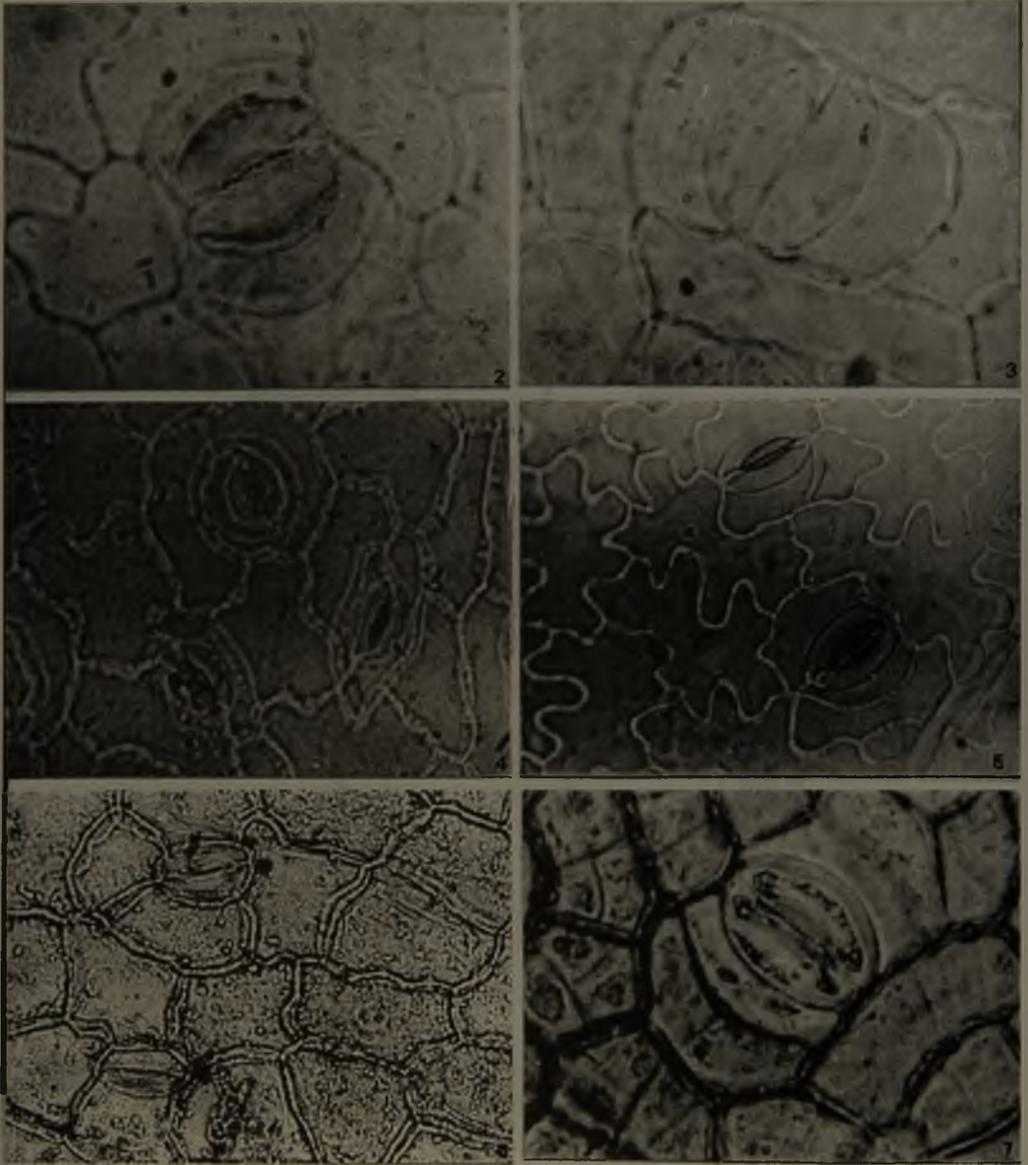


FIGURA 2. *Croton chilensis*. SGOpm 1434. Cara abaxial. Estoma, 850x

FIGURA 3. *Ricinus communis*. SGOpm 1518. Cara abaxial. Estoma, 950x

FIGURA 4. *Dysopsis glechomoides*. SGOpm 1521. Cara abaxial. Estoma, 380x

FIGURA 5. *Adenopeltis serrata*. SGOpm 1485. Cara abaxial. Estoma, 700x

FIGURA 6. *Euphorbia copiapina*. SGOpm 1527. Cara abaxial. Estoma, 380x

FIGURA 7. *Colliguaja salicifolia*. SGOpm 1475. Cara abaxial. Estoma, 700x

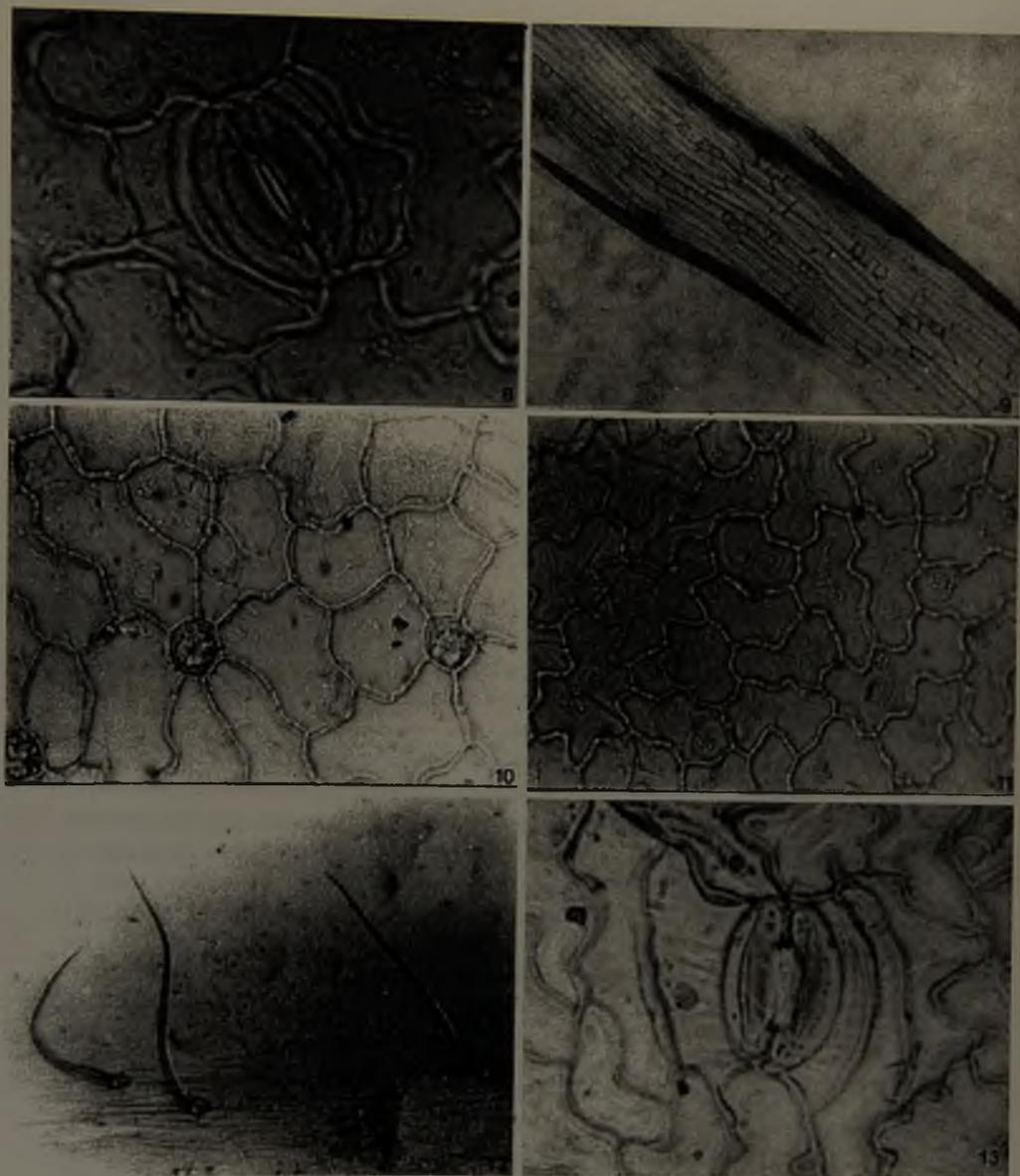


FIGURA 8. *Chiropetalum tricuspidatum*. SGOpm 1426. Cara abaxial. Estoma, 800x  
FIGURA 9. *Chiropetalum tricuspidatum*. SGOpm 1426. Tricomas, 50 x  
FIGURA 10. *Chiropetalum tricuspidatum*. SGOpm 1427. Cara adaxial. Células epidérmicas, 300x  
FIGURA 11. *Avellanita bustillosii*. SGOpm 1501. Cara adaxial. Células epidérmicas, 400x  
FIGURA 12. *Avellanita bustillosii*. SGOpm 1423. Cara abaxial. Tricomas, 60x  
FIGURA 13. *Avellanita bustillosii*. SGOpm 1586. Cara abaxial. Estoma, 880 x



## ESTUDIO DE UN EJEMPLAR DE *GLOBICEPHALA MELAS* VARADO EN III REGIÓN Y REVISIÓN DE LOS REGISTROS DEL GÉNERO PARA CHILE

G. PAOLO SANINO\* y JOSÉ YÁÑEZ \*\*

\*Centre for Marine Mammals Research LEVIATHAN

email: research@leviathanchile.org

\*\* Museo Nacional de Historia Natural, Casilla 787, Santiago, Chile.

email: jyanez@mnhn.cl

### RESUMEN

La necropsia *in situ*, entre otros análisis, efectuados a uno de dos ejemplares varados de *Globicephala melas* en la III Región de Chile, en febrero de 1999, permitió determinar que su deceso fue ocasionado por el impacto de un arpón de mano lanzado desde una embarcación pesquera el 26 ó 27 de enero, y luego posiblemente ultimado a balazos. Se revisó la presencia de embarcaciones en la misma zona y fecha, que pudieran haber sido las causantes. Se discute la velocidad con que los restos son removidos, su consecuencia en actividades científicas y las implicancias que este trabajo evidencia respecto de los problemas de conservación que experimentan especies catalogadas como “insuficientemente conocidas” (Yáñez, 1997).

Se realizaron análisis dentales, mediante la técnica de “desgaste ácido”, a dos ejemplares de *G. melas*, confirmando que el crecimiento axial dental, es alcanzado tempranamente (Sergeant, 1962). Se determinó una edad superior a los 12 años para el ejemplar GPSV-008 y de dos años para MNHN1495.

Finalmente, se revisaron los registros de la presencia del género *Globicephala* en aguas chilenas, incluyendo los resultados de cruceros científicos y material de colecciones de museos. Los registros corresponden a 18 avistamientos (43%), 21 muestras en colecciones científicas (50%) y 3 varamientos (7%).

Con relación a los individuos registrados, los números y proporciones para *G. sp.*, *G. melas* y *G. macrorhynchus*, son 203 (43%), 266 (56%) y 4 (1%) respectivamente. Posiblemente debido a una carencia de observadores y a dificultades climáticas durante cruceros científicos de avistamiento, la distribución geográfica carece de registros entre los 35° y 54° L.S. Aparentemente *G. melas* está presente en todo el país, mientras que *G. macrorhynchus* se limita a la mitad centro norte.

---

Palabras clave: *Globicephala*, Delphinidae, GCC, Varamiento, Arpón.

## ABSTRACT

**Research of a *Globicephala melas* individual stranded in III Region and revision of record of the genus for Chile.** The *in situ* necropsy, among other evidences, achieved in one specimen of *Globicephala melas*, of two animals stranded in the shore of III Región of Chile (February 1999), had shown that the animal was wounded by a hand harpoon from a fishermen vessel and then, perhaps killed by shots by a local person from coastal community, on January 26 or 27. The place was patrolled on the same area and date in order to know the human beings involved in this act. In this paper the carcass removal fastness is discussed, its consequences on the activities research and the implication that these works have respect conservation topics involving those species called "insufficiently known".

Dentinal analysis were performed using the acid etching technique, ratifying that the growth is axial, and reached at early stages. More than 12 years was determined for specimen GPSV-008 and two years old for MNHN-1495.

The records of the *Globicephala* species in Chilean waters were reviewed, including the results of scientific research cruises and material housed in scientific collections. The records were 18 sightings (43%), 21 samples (50%) in scientific collections and 3 strandings (7%). In respect to the recorded individuals, numbers and proportions were: *Globicephala* sp, 203 (43%); *G. melas* 266 (56%), and *G. macrorhynchus* 4 (1%). Presumptively due to the lacking of observers and climatic conditions during the cruising, the geographic distribution lacks of sighting between 35° and 54° South. Apparently, *G. melas* is present all along the country, likewise *G. macrorhyncha* is restricted to the north central areas.

Key words: *Globicephala*, Delphinidae, GLG, Stranding, Harpoon

## INTRODUCCIÓN

Durante la tercera expedición científica del proyecto TURSIOPS98/99, por parte del Centre for Marine Mammals Research LEVIATHAN y el Museo Nacional de Historia Natural (MNHN), pescadores artesanales de Caleta Chañaral de Aceituno dieron aviso al velero de investigación "Leviathan II", del varamiento simultáneo de dos animales: uno en la playa de "Las Vilucas" ubicada a un kilómetro en dirección norte de la Caleta, y otro en playa "El Apolillado" aproximadamente 10 kilómetros en dirección sur. Se modificó la planificación de la expedición, dirigiendo el velero a la zona del varamiento, próximo a la caleta Chañaral de Aceituno, iniciándose su estudio el 1 de febrero de 1999.

En la presente contribución, se documenta este nuevo registro de *Globicephala melas* para aguas chilenas, revisa los anteriores y discute resultados cronométricos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El 28 de enero de 1999 varó un calderón de aleta larga, *Globicephala melas*, en playa "Las Vilucas", aproximadamente un kilómetro al norte de caleta Chañaral de Aceituno (ver Figura 1). Uno de los lugareños propinó varios disparos con un arma de fuego (com. pers., habitantes de la caleta, 1999).

Algunos lugareños, extrajeron la sección distal del melón, toda la aleta dorsal, abundante masa muscular de la zona dorsal del pedúnculo caudal, y cuatro dientes mediales del mandibular. Las aletas pectorales y caudal, presentaron evidencia del intento por extraerlas sin éxito, como también una evisceración intestinal, provocada por la manipulación humana, con el

objetivo de proveerse de carnada para la pesca de crustáceos (com. pers., habitantes de la caleta, 1999).

Un pescador describió haber observado el ejemplar de *Globicephala melas* nadando dificultosamente en la cercanía de la caleta, un par de días antes de ser encontrado varado, con un elemento clavado en su dorso.



FIGURA 1. Calderón de aleta larga, *Globicephala melas*, encontrado varado en la III Región de Chile.

Se acordó con los lugareños, el cese de la intervención para proveerse de carnada. Esto fue aceptado a la luz de la prioridad que tiene un estudio científico y la posibilidad de transmisiones zoonóticas. Se realizó una necropsia *in situ*, documentada en video para su posterior análisis. El primero de febrero: reconocimiento del animal, medidas externas, preparación de equipo y resguardo del velero. Se determinó el sexo mediante observación directa del pliegue genital, constatándose que se trata de una hembra. Dos de febrero: recuperación de la cabeza y protección de los restos al ser alejados del agua. Tres de febrero: revisión de los órganos internos, tomas de muestras biológicas y medidas complementarias. El listado de material biológico recolectado del individuo GPSV-008, es presentado mediante el Cuadro 1. Los restos óseos, cabeza y aletas, fueron remolcados detrás del margen de pleamar y enterrados en la arena, a 80 cm de profundidad, cubiertos por una capa de piedras planas siguiendo su forma. Esto para facilitar y acelerar el proceso de recuperación, al enterrar un remo en la arena hasta topar con las piedras, permite delimitar exactamente la zona y proveer de una protección extra para los restos, dado que es frecuente la visita de automóviles en la playa.

CUADRO 1. Material recolectado durante la tercera expedición del programa TURSIOPS98/99

Fecha	Composición	Estado	Ubicación	Propósito
01-feb-1999	Esqueleto	Armado	Leviathan	Sist. y Taxonomía
01-feb-1999	Cristalino	DMSO	Leviathan	Cronometría
01-feb-1999	Piel y grasa	DMSO	Leviathan	Genética
01-feb-1999	Aorta	DMSO	Leviathan	Histología
01-feb-1999	Dientes	Sin trat.	Leviathan	Cronometría

Al término de la expedición, se volvió a la playa para recuperar los restos y ser transportados a Santiago para su estudio. Una vez en Santiago, los restos fueron limpiados con soda cáustica y agua caliente en una piscina de fibra de vidrio. Sus partes fueron marcadas y secadas durante casi un año a temperatura ambiente. Luego fueron pesadas, medidas y finalmente ensambladas.

### **Cronometría dental por desgaste ácido**

1. Un diente de la maxila izquierda escogido por desgaste menor (ápice agudo) y menor curvatura.
2. Se limpió de restos cárneos utilizando un taladro de mano montado en un pedestal, a 1750 rpm, con una escobilla rotatoria de metal. Sin utilizar elementos químicos ni temperatura.
3. Se obtuvo un registro fotográfico con una cámara CASIO QV100 digital.
4. Se midió su longitud indirecta y grosor máximos, utilizando un pie de metro. Sus resultados son presentados en el Cuadro 8.
5. Se marcó el plano de simetría medio sagital, con un lápiz indeleble, por ambos lados externos.
6. Se gastó por medio de la galleta de desbaste, a 10.000 rpm, siguiendo las líneas demarcadas; El diente se posicionó respecto del disco, de tal manera que ambas líneas estuvieran alineadas en 90° respecto de éste.. Sin embargo, para evitar que se gastase más de lo necesario al seguir sólo una de las líneas (la visible), se alteró el ángulo de manera que la línea no visible quedara más alejada del disco que la visible. Se realizó por ambos lados de manera que quedó una "cresta" en la zona media longitudinal, la cual al ser aplanada generaría el desbaste deseado.
7. Se gastó la "cresta" media y de corrigieron imperfecciones generadas por la galleta, mediante el uso del esmeril a 2850 rpm con la muela fina hasta alcanzar la línea trazada en ambos lados (sin eliminarla).
8. El plano de simetría fue alcanzado mediante el desgaste con lija al agua, a mano, de N°240 y luego N°500 (15 min cada una). El movimiento de desgaste, con la lija doblada generando un pliegue curvo mojado, fue en dos direcciones simultáneamente y en 90° una respecto de la otra logrando así una superficie lisa sin rayas generadas por la lija.
9. Se lavó el diente eliminando el sedimento en polvo con agua corriente, se secó con papel absorbente y al aire libre por 10 min.
10. Se le adhirió un alfiler entomológico (por la cabeza), mediante silicona termofundente, a la cara bruta del hemidiente en su zona central.
11. Para graduar la altura del diente, se clavó el alfiler a una lámina de poliestireno vertical, de manera tal que quedara el diente suspendido con la cara gastada hacia abajo y a una altura que cumpliera con los requerimientos según la Figura 2.
12. Se montó el poliestireno en un vaso graduado de 50 ml, con 15 ml de ácido fórmico al 15%. Luego fue completado, mediante una pipeta de 5 ml, el nivel de ácido hasta completar 20 ml con la cara gastada completamente en contacto con el ácido. Se eliminaron las burbujas.
13. A los 20, 52, 120 y 830 minutos fueron eliminadas las burbujas.



FIGURA 2. Montaje de piezas dentales para desgaste ácido.

14. Luego de permanecer en el ácido durante 28 h y 25 min, lavado con agua corriente por 30 segundos, secado con un papel absorbente y luego al aire libre por 10 min. Se verificó el estado de desgaste provocado por el ácido. El cual demostró un exitoso avance, permitiendo contar los Grupos de Capas de Crecimiento (GCC). Se decidió aumentar la acción del ácido hasta completar 39 h y 35 min.
15. El hemidiente se lavó durante 65 minutos en agua corriente y secado a temperatura ambiente.
16. Una vez seco se montó en un pedestal de pinzas junto a un ocular para diapositivas con un aumento de 8X (ver Figura 3). El montaje permitió mediante sutiles cambios de ángulos en la observación, obtener variaciones de luces y sombras que facilitan su análisis.



FIGURA 3. Montaje de las piezas dentales tratadas, para análisis directo.

## RESULTADOS

Las medidas corporales externas del individuo GPSV-008, son presentadas en el Cuadro 2.

CUADRO 2. Medidas externas del ejemplar de *Globicephala melas* encontrado varado en la III Región de Chile.

Elemento	Medida
Longitud corporal:	4300 mm
Longitud directa de aleta pectoral:	700 mm
Longitud indirecta de aleta pectoral:	920 mm
Ancho de la base de la aleta pectoral:	280 mm
Ancho máximo de cada lóbulo lateral de la aleta caudal:	270 mm
Longitud entre el pliegue genital y la escotadura caudal:	2120 mm

### Necropsia practicada *in situ*

El animal se encontró en un estado inicial de descomposición (menos de una semana). Presenta 4-5 orificios de bala, alineados longitudinalmente por el plano ventral del animal y distendidos por la presión provocada por los gases propios de la descomposición.

Se observó un orificio en forma de gota circular de cinco centímetros de largo por dos

diámetro, ubicado por detrás y derecha de la aleta dorsal. Se concentró el esfuerzo en determinar su trayectoria, caracterizada por una dirección dorsoventral, que pasa cerca de las vértebras torácicas, perfora el pulmón izquierdo sin atravesarlo y provoca una lesión lineal de aproximadamente ocho centímetros. La herida en la piel evidencia una tracción en dirección posterior respecto del eje longitudinal del animal, de un par de centímetros. Todo el pulmón izquierdo estaba colapsado, con focos hemorrágicos y sumergido en un abundante hemotórax, el cual por su dimensión no parece provenir sólo del pulmón, sino principalmente de la lesión provocada en la compleja red vascular ubicada entre los pulmones y la columna vertebral. El pulmón derecho en cambio, presenta sólo alteraciones propias de la descomposición y ausencia de signos de parásitos. No se encontró espuma ni líquido en su interior.

Entre la aleta dorsal y la cabeza, se encontraron abundantes marcas producidas por dientes cónicos. Con un pie de metro, se midió la distancia entre los ápices de dos dientes consecutivos y procedió a presentar esta medición sobre las marcas de dientes en la piel. La distancia que separa cada par de líneas paralelas, resultó ser idéntica.

No se encontraron calcificaciones en los pliegues vaginales, tampoco presencia de parásitos en el estómago, ni en pleuras torácicas y abdominal. El corazón y sus estructuras internas no presentan anomalías, acúmulos de sangre ni coágulos su interior. El útero no presentaba signos de preñez, no había feto ni desarrollo mamario.

### Análisis al esqueleto

Los pesos relativos del esqueleto están expresadas en el Cuadro 3. Se determinaron las formulas vertebral, costal y dental (ver Cuadro 4). Se tomaron las medidas craneales y mandibulares para su comparación con otros registros, los cuales son presentados en los Cuadros 5 y 6, respectivamente. La distribución geográfica de los registros, de avistamientos y varamientos, es presentada en la Figura 5.

CUADRO 3. Peso de los elementos esqueléticos del ejemplar de *Globicephala melas* encontrado varado en la III Región de Chile.

Elemento	Descripción
Peso del cráneo:	9.560 gr. (Incluido 10 gr. de la apófisis del yugal y 50 gr. de las dos bullas timpánicas).
Costillas:	Costado derecho de la N°1 a N°12, 2.425 gr. Costado izquierdo de la N°1 a N°12, 2.200 gr.
Aleta pectoral derecha:	975 gr.
Aleta pectoral izquierda:	1.025 gr.
Escápula derecha:	475 gr.
Escápula izquierda:	475 gr.
Mandibular derecho:	600 gr.
Mandibular izquierdo:	600 gr.
Esternón:	1.175 gr. Incluye 275 gr. Costillas esternales derechas Y 250 gr. Costillas esternales izquierdas.
Vértebras cervicales:	975 gr. Incluido atlas, 5 fusionadas y 1 libre.
Vértebras torácicas:	4.665 gr. Son 12 en total.
Vértebras lumbares:	6.160 gr. Son 13 en total.
Vértebras lumbocaudales:	5.825 gr. Son 17 en total.
Vértebras caudales:	50 gr. Son 10 en total.
Espinas lumbocaudales:	400 gr. En total son 17.
<b>TOTAL:</b>	<b>37.585 gr.</b>

CUADRO 4. Fórmula vertebral, costal y dental del ejemplar de *Globicephala melas*, GPSV-008, encontrado varado en la III Región de Chile.

Elemento	Descripción
Costillas	
Esternales:	5
Flotantes:	6
Total:	7
Vértebras	
Cervicales:	6 fusionadas y 1 libre
Torácicas:	11
Lumbares:	15
Lumbocaudales:	18
Caudales:	9
Total:	60
Dental	
Maxilares:	22 (11 I-11 D)
Mandibulares:	21 (11 I-10 D)

En el Cuadro 7 se presenta una revisión de los registros de delfines del género *Globicephala*, correspondientes tanto a avistamientos durante cruceros de investigación, como por varamientos en las costas continentales e insulares.

#### Resultados de los análisis de cronometría dental

Se escogieron y prepararon dos dientes, del individuo GPSV-008. Sin embargo, sólo se utilizó el diente "B", debido a que el diente "A" estaba fracturado y se rompió completamente durante el desbaste. Fueron preparadas tres piezas dentales, de la mandíbula derecha, del individuo MNHN1495. De éstas sólo la pieza "B" fue utilizada. Las restantes presentaban abundantes fracturas. Las características observadas en las piezas preparadas, de ambos ejemplares, están expresadas en el Cuadro 8.

Siguiendo la metodología analítica recomendada para esta especie, según Sergeant (1962), la cronometría dental por desgaste ácido, indicó que el ejemplar GPSV-008 presenta 12 GCC o GLG (ver Figura 4), mientras que para el ejemplar MNHN1495, es de dos GCC.

CUADRO 5. Medidas craneales en milímetros de cinco *calvaria* del género *Globicephala*, de animales encontrados varados en Chile.

	Medidas	Longitud (mm)				
		GPSV 008	MNHN 1493	MNHN1494	MNHN 1495	MNHN 1531
1	Longitud condilobasal:	600	-	610	584	652
2	Long. Desde el extremo del rostro al margen anterior de las coanas superiores:	392	-	389	390	420
3	Long. desde el extremo del rostro al punto más anterior de las crestas premaxilares:	490	-	481	480	515
4	Longitud del rostro:	310	-	310	310	307
5	Ancho del cráneo a nivel de los centros orbitales:	382	-	382	340	424
6	Ancho del cráneo a nivel de los procesos postorbitales frontales:	416	-	410	385	450
7	Ancho del cráneo a nivel de los procesos cigomáticos del temporal:	418	380*	410*	386	440
8	Ancho máximo del cráneo a nivel de los exoccipitales:	258	214	279	265	310
9	Ancho máximo de los nasales sobre el vértex:	103	-	92	97	96
10	Ancho máximo de las crestas premaxilares en el sinvértex:	132	-	132	117	116
11	Ancho máximo de las coanas superiores:	99	110	97	90	105
12	Ancho del rostro de los ápices de las escotaduras anterorbitales:	234	-	238	210	269
13	Distancia mínima entre las foraminas maxilares:	155	-	155	138	180
14	Distancia mínima entre las foraminas premaxilares:	102	-	98	92	118
15	Ancho del rostro en su punto medio:	159	-	180	156	190
16	Ancho de los premaxilares en el punto medio del rostro:	180	-	160	138	176
17	Altura del rostro en su punto medio:	44	-	38	38	56
18	Longitud de la fosa temporal:	144	-	131	150	139
19	Ancho de la fosa temporal:	96	180*	129	111	143
20	Longitud de la órbita:	98	-	91	95	85
21	Longitud del vómer visible sobre el paladar:	84	-	0	-	165
22	Altura del cráneo:	306	-	325	270	300

CUADRO 6. Medidas mandibulares, en milímetros, de dos ejemplares de *Globicephala melas*.

	Medidas	Longitud (mm)	
		GPSV-008	MNHN1495
1	Longitud total (epífisis articular hasta extremo distal):	480	475
2	Longitud del área de dentición (rama izquierda):	154	148
3	Altura a nivel del proceso coronoides:	140	138
4	Longitud de la cavidad mandibular:	202	217
5	Longitud de la sínfisis mandibular:	64	58

CUADRO 7. Actualización de registros de delfines, del género *Globicephala*, en aguas chilenas.

Avistamientos de <i>Globicephala sp.</i>					
Fuente	Latitud	Longitud	Origen	Fecha	Número
Pastene y Shimada (1999)	40°31' S	75°49' W	Shonan maru 2	18-Feb-94	1
Pastene y Shimada (1999)	35°33' S	74°13' W	Shonan maru 2	19-Feb-94	10
IWC-SOWER97/98	20°11,00' S	70°23,00' W	Shonan maru 1	13-Dic-97	4
IWC-SOWER97/98	20°31,00' S	70°30,00' W	Shonan maru 1	13-Dic-97	18
IWC-SOWER97/98	20°35,00' S	70°31,00' W	Shonan maru 1	13-Dic-97	6
IWC-SOWER97/98	23°57,00' S	71°41,00' W	Shonan maru 1	14-Dic-97	1
IWC-SOWER97/98	29°21,00' S	73°38,00' W	Shonan maru 1	15-Dic-97	15
IWC-SOWER97/98	32°51,00' S	73°56,00' W	Shonan maru 1	23-Dic-97	30
IWC-SOWER97/98	30°59,00' S	72°42,00' W	Shonan maru 1	28-Dic-97	3
IWC-SOWER97/98	30°53,00' S	72°33,00' W	Shonan maru 1	30-Dic-97	35
IWC-SOWER97/98	30°39,00' S	73°18,00' W	Shonan maru 1	31-Dic-97	2
IWC-SOWER97/98	20°22,61' S	70°37,17' W	Shonan maru 2	17-Dic-97	18
IWC-SOWER97/98	21°29,84' S	71°58,22' W	Shonan maru 2	19-Dic-97	20
IWC-SOWER97/98	22°52,42' S	71°41,77' W	Shonan maru 2	20-Dic-97	10
IWC-SOWER97/98	27°20,59' S	72°05,60' W	Shonan maru 2	28-Dic-97	20
IWC-SOWER97/98	28°15,52' S	71°48,28' W	Shonan maru 2	30-Dic-97	10
				<b>Total</b>	<b>203</b>
Avistamientos de <i>Globicephala macrorhynchus</i>					
				<b>Total</b>	<b>0</b>
Material en colecciones científicas de <i>Globicephala macrorhynchus</i>					
N° Registro	Material conservado	Localidad	Fecha	Fuente	
AMM-15	Cráneo	Paso Malo, 21°58' S	Marzo 1984	Guerra et al. 1987*	
AMM-18	Cráneo	Poposo, 25°03' S	Julio 1986	Guerra et al. 1987 a,b	
MNHN 1531	Cráneo	Sin dato	Sin dato	Este trabajo	
			<b>Total</b>	<b>3</b>	
Varamientos de <i>Globicephala macrorhynchus</i>					
N° Registro	Localidad	N° Individuos	Fecha	Fuente	
S/N	Punta San Pedro 27°40' S	1	Sin dato	Oporto com pers., 1990	
			<b>Total</b>	<b>1</b>	
Avistamientos de <i>Globicephala melas</i>					
Fuente	Latitud	Longitud	Origen	Fecha	Número
Capella comm. Pers. 1989	-	-	Isla Chañeral	6-Dic-89	1
Capella comm. pers. 1991	-	-	Isla Chañeral	28-Nov-91	120
				<b>Total</b>	<b>121</b>
Material en colecciones científicas de <i>Globicephala melas</i>					
N° Registro	Material conservado	Localidad	Fecha	Fuente	
MNHN 107	Cráneo y esqueleto	Magallanes	Sin datos	Sielfeld, 1980.	
MNHN 108	Cráneo y esqueleto	Magallanes	Sin datos	Sielfeld, 1980.	
S/N	Piel	Magallanes	Sin datos	Sielfeld, 1980.	
S/N	Cráneo	Chile	Sin datos	Sielfeld, 1980.	
MNHN 1493	Cráneo	Chile	Sin datos	Este trabajo	
MNHN 1494	Cráneo	Chile	Sin datos	Este trabajo	
MNHN 1495	Cráneo y mandíbula	Chile	Sin datos	Este trabajo	
(PJR 79-64	Cráneo, esqueleto	Isla Dawson, Magallanes	Sin datos	Sielfeld, 1980.	
CE-3 IPPA	Cráneo	Pta. Espora, Magallanes	13-Feb-78	Venegas y Sielfeld, 1978.	
CE-9 IPPA	Cráneo y esqueleto incomp.	Dungeness, Magallanes	13-Jun-78	Venegas y Sielfeld, 1978.	
CE-10 IPPA	Cráneo	Bahía Muzición, Magallanes	14-Jun-78	Venegas y Sielfeld, 1978.	
CE-18 IPPA	Cráneo	Poseión, Magallanes	Sin datos	Sielfeld, 1980.	
CE-22 IPPA	Cráneo	Dungeness Magallanes	1978	Venegas y Sielfeld, 1978.	
CE-23 IPPA	Cráneo	Bahía Muzición, Magallanes	1978	Venegas y Sielfeld, 1978.	
RNP-571	Cráneo	Bahía Intúil, Magallanes	Julio 1977	Goodall, 1978.	
RNP-572	Cráneo	Bahía Intúil, Magallanes	Julio 1977	Goodall, 1978.	
RNP-573	Cráneo	Bahía Intúil, Magallanes	Julio 1977	Goodall, 1978.	
AMM-16	Cráneo	Paso Malo, 21°58' S	Marzo 1984	Guerra et al. 1987*	
			<b>Total</b>	<b>18</b>	
Varamientos de <i>Globicephala melas</i>					
N° Registro	Localidad	N° Individuos	Fecha	Fuente	
S/N	Bahía Windhond, isla Navarino, Magallanes	125 (64 H-42 M)	28-Mar-79	Venegas y Sielfeld, 1980.	
GPSV-008	Chañeral de Aceituno	2 (1 H-17)	1-Feb-99	El presente Trabajo	
			<b>Total</b>	<b>127</b>	

CUADRO 8. Características dentales de piezas para cronometría

Código	Longitud (mm)	Grosor (mm)	Descripción
GPSV008-A	31,4	9	Pulpa cerrada
GPSV008-B	30,6	9	Pulpa cerrada
MNHN1495-A	27,5	8,8	Pulpa abierta
MNHN1495-B	27,2	9,4	Pulpa abierta
MNHN1495-C	24,8	8	Pulpa abierta

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### Análisis dental

Un análisis inicial sugería, por el grado de desgaste y presencia de fracturas negras, que el individuo MNHN1495 era mayor en edad que GPSV-008. Sin embargo, el análisis de cronometría dental por desgaste ácido, evidenció lo contrario, demostrando la necesidad de este tipo de análisis para cuantificar y comparar el desarrollo. Los ejemplares GPSV-008 y MNHN1495 poseían al momento de su muerte, aproximadamente 12 y dos años de edad, respectivamente.

A pesar de esta diferencia, de seis ordenes de magnitud, las dimensiones generales de las piezas dentales son muy similares. Una longitud en promedio, de 28,8 mm y 8,9 mm de grosor máximo. Esto confirma, también para aguas chilenas, las observaciones de Sergeant (1962), respecto de que el crecimiento axial del diente, es alcanzado en tempranas etapas de vida.

Sergeant (1962) y Perrin y Myrick (1980), documentaron la presencia ocasional en animales viejos, de una formación irregular de la dentina en su porción cercana a la pulpa central. Sin embargo, esto no fue documentado en *G. melas*. El individuo GPSV-008 tampoco presenta esta formación, a pesar de poseer cerradas su pulpa y raíz, y ser un ejemplar de al menos 12 años de edad.

La técnica empleada de desgaste ácido, fue satisfactoria y recomendamos su utilización por ser ésta una simplificación funcional y de bajo costo (US\$ 1 por pieza dentaria).



FIGURA 4. Hemidiente de GPSV-008, tratado mediante desgaste ácido.

### Necropsia practicada *in situ*

Considerando las características de las lesiones torácicas y pulmonares, se concluye que el origen de dicha lesión no es postmortem y fue provocada por un elemento sólido y alargado, que penetró violentamente en una trayectoria rectilínea hasta perforar el pulmón izquierdo. Las direcciones de los desgarros, tanto en la herida de la piel y capa muscular, como la presentada por el pulmón, permiten afirmar que dicha lesión fue provocada por un elemento que penetró aproximadamente 35 cm y luego tuvo una acción de palanca en dirección posterior, con apoyo en un cuerpo vertebral entre dos apófisis laterales contiguas. Por todo esto y a pesar de no poder descartar que haya sido provocada en la playa, concluimos que esta lesión es resultado de la acción de un arpón de mano, muy posiblemente del tipo utilizado por las abundantes embarcaciones que se dedican a la pesquería de albacora (*Xiphius gladius*) en la zona.

Si bien el tipo de lesión y el volumen de la hemorragia encontrados pueden dar cuenta de la posibilidad de neumotórax y posterior asfixia del animal, el volumen del hemotórax puede haber sido originalmente bastante menor y luego ser aumentado por los disparos. Esto y el normal estado del pulmón derecho, nos permite discutir la posibilidad de que no haya muerto inmediatamente, a consecuencia del neumotórax, sino que esta condición fue alcanzada gradualmente durante una agonía que pudo prolongarse varias horas o incluso un par de días.

Reforzando esta hipótesis, se encontraron tanto el estómago como el intestino delgado completamente vacíos, demostrando que el animal no se alimentó durante un par de días antes de su muerte, posiblemente por el daño infringido por el arpón. El que su pulmón derecho no estuviera invadido de líquido o espuma, sugiere que este animal no se ahogó, sino que probablemente y congruente con los relatos de lugareños, varó vivo en la playa el 28 de enero de 1999. El velero "Leviathan II" abandonó la zona durante la madrugada del 26 de enero por lo que si bien la fecha en que fue arponeado este animal pudo ser entre los días 21 y 27, es más probable haya sido el 26 ó 27 del mismo mes. Su muerte por anemia aguda, pudo haber sido causada por la hemorragia del trauma por arpón, los disparos de bala por parte de un lugareño o la combinación de ambas. Si bien las perforaciones producidas por las balas no nos permiten afirmar que fueron la causa de muerte, por su grado de distensión, al menos podemos afirmar que fueron provocadas al animal cuando estaba fresco.

Considerando sus características, pensamos que las marcas de dientes en la piel, fueron provocadas por conductas intragrupales.

### Abundancia y Distribución Geográfica del Género *Globicephala* en Aguas Chilenas

Los registros corresponden a 18 (43%) avistamientos, material en colecciones científicas 21 (50%) y 3 (7%) varamientos. Con relación a los individuos registrados, los números y proporciones, para *G. sp.*, *G. melas* y *G. macrorhynchus*, son 203 (43%), 266 (56%) y 4 (1%) respectivamente (ver Cuadro 9).

La distribución geográfica del género se extiende por todo el país y en zonas tanto costeras como pelágicas. Si bien se desconoce la posición de algunos registros, es evidente su ausencia entre los 35° y 54° L.S. Esto puede ser debido a una ausencia de observadores y a condiciones climáticas adversas durante los cruceros científicos de avistamiento. La dificultad de identificar específicamente los avistamientos, no permite aseverar una distribución diferencial entre las dos especies. Sin embargo, sugiere una distribución de *G. melas* en todo el país y sólo a la mitad centro norte, para *G. macrorhynchus* (ver Figura 5).

CUADRO 9. Síntesis de la presencia registrada del género *Globicephala* en Chile.

Registros								
	Avist		Colecc.		Varam.		Total	
<i>G. sp</i>	16	100%	0	0%	0	0%	16	38%
<i>G. melas</i>	2	9%	18	82%	2	9%	22	52%
<i>G. macrorhynchus</i>	0	0%	3	75%	1	25%	4	10%
	18	43%	21	50%	3	7%	42	
Individuos								
	Avist		Colecc.		Varam.		Total	
<i>G. sp</i>	203	100%	0	0%	0	0%	203	43%
<i>G. melas</i>	121	45%	18	7%	127	48%	266	56%
<i>G. macrorhynchus</i>	0	0%	3	75%	1	25%	4	1%
	324	68%	21	4%	128	27%	473	

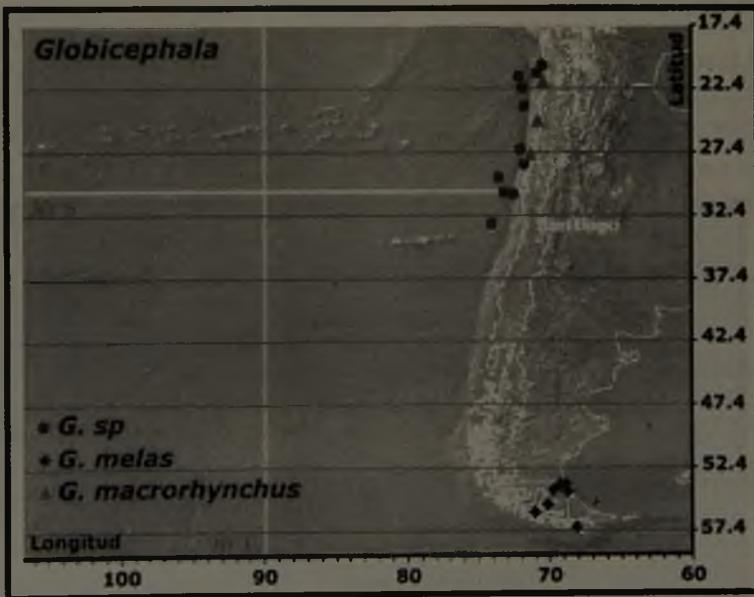


FIGURA 5. Distribución geográfica de los registros con ubicación conocida.

### Velocidad de Remoción

Dos animales de aproximadamente dos toneladas, vararon en tiempos cercanos. Uno fue utilizado por la ciencia mientras el otro desapareció en menos de seis días. El "Apolillado", en Caleta Chañaral de Aceituno, es una playa de un kilómetro de largo, en forma de herradura y constituye el fondeadero más seguro de la zona. Por la tranquilidad de sus aguas, necesariamente la remoción de este segundo animal, fue por acción humana. Incluso los zorros presentes en la zona habrían dejado algunos restos (ej. cráneo). Generalmente, los cetáceos varados en Chile son removidos rápidamente, tanto por lugareños, curiosos, turistas y aficionados, como también por la Armada de Chile, a solicitud del Servicio Nacional de Pesca (Sanino *et al*, 1996; Sanino y Yáñez, 1997; Van Waerebeek *et al*, 1999), lo que limita la labor del Museo Nacional de Historia Natural, para disponer de un registro nacional de varamientos de cetáceos, resultando en la pérdida de esta valiosa información. La rápida remoción de los restos, demuestra que los pocos varamientos que se registran, deben ser utilizados con precaución y por personal calificado. No pueden ser utilizados para inferir abundancia de animales o ausencia de alguna especie, por lo que además de presentar un valor asociado a los análisis de sus restos, en términos ecológicos, solamente indicarían la presencia de dicha especie, a una distancia de la zona de varamiento y tiempo, proporcionales al estado de descomposición con que varó y las corrientes marinas.

### Conservación

Durante el período de este estudio, registramos la presencia de embarcaciones pesqueras dentro del área de reserva artesanal: "Chacabuco III" (en faenas con su pareja), "Don Mateo", "María Yanet", "Tía Blanca", "Abuelita Carlina", y "Quintrala" entre otras. Algunos tripulantes desembarcaron ilegalmente y regresaron portando sacos con contenido desconocido,



FIGURA 6. Pesquero en prospecciones de centolla, con arpones montados.

presumiblemente conejos y/o pingüinos, desde lo alto de las islas, que se encuentran bajo la protección de CONAF IV Región (material en video). Se concluyó que si bien sólo la embarcación albacorera "Don Mateo" fue vista con arpones montados (ver Figura 6), describieron sus actividades como "prospecciones de centolla de Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)" y habiendo estado en la zona en el momento de ser arponeado el ejemplar de *Globicephala melas*, no se puede descartar la participación de otras embarcaciones albacoreras, debido a informaciones anteriores (*com. pers.* inspector del Servicio Nacional de Pesca SERNAP IV Región, 1999). Algunos de los pescadores artesanales, que han colaborado en nuestras investigaciones, también tienen experiencias en pesca de albacora. Su anónima información no sólo apoya la posible hipótesis de que las matanzas de cetáceos por arpón sea no sólo algo común en la III y IV Regiones, principalmente entre octubre y diciembre, sino también en el resto del país. La especie del presente estudio, *Globicephala melas*, se encuentra en un estado de conservación insuficientemente conocido (Yáñez, 1997).

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los habitantes de Caleta Chañaral de Aceituno por su aviso oportuno y permitirnos desarrollar este estudio. A los miembros y voluntarios del CMMR Leviathan: Elsa Cabrera Nicolás Kriukov, Macarena Sagaceta, Karime Tala y Pilar por su asistencia en la necropsia. A Verónica Altayó, Francisco Vera, Andrea Bahamonde, Lorena Rioseco, Chris Hamilton-West y Alejandra Rojas, por su contribución en la limpieza, medición, pesaje y montaje de los restos óseos de GPSV-008.

A los alumnos Jorge Pablo Thiermann, Anastasios Moschos, Leonel Weiss, Ignacio Rubilar y Jorge Fernandois, bajo la dirección del Dr. Julio Larenas del Departamento de Patología Animal, de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile, por su análisis del registro en video de la necropsia. Muy especialmente, al Museo Nacional de Historia Natural por su importante contribución, de registros y material biológico, para este estudio.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CANTO, J., RUIZ, P., y YÁÑEZ, J.  
1992 Registro de Nuevas Especies de Cetáceos para la Costa de Chile y Antecedentes del Grupo. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural Chile 43:105-115.
- GOODALL, R. N. P.  
1978 Report on the small cetaceans stranded on the coast of Tierra del Fuego. Sci. Rep. Whales Res. Inst. 30:197-231.
- GUERRA, C., VAN WAEREBEEK, K., PORTFLITT, G. y LUNA, G.  
1987a Presencia de cetáceos frente a la segunda región de Chile. Estudios Oceanológicos 6:87-96.
- GUERRA, C., VAN WAEREBEEK K., PORTFLITT G. y LUNA G.  
1987b The short-finned Pilot Whale *Globicephala macrorhynchus* Gray, 1846, the first record for Chile. Estudios Oceanológicos 6:97-102.
- PASTENE, I., y SHIMADA, H.  
1999 Report of sighting survey in Chile's exclusive economic zone with comments on Sei Whale distribution. Anales Instituto Patagonia (Punta Arenas, Chile) 27:51-62.

PERRIN, W. y MYRICK, A.

1980 Age Determination of Toothed Whales and Sirenians, Rep. Int. Whal. Comm. (special issue 3). 229 pp.

SANINO, G. P., GALAZ, J. L. YÁÑEZ, J. L. y CAPELLA, J.

1996 Nuevo registro de Ballena Picuda de Cuvier, *Ziphius cavirostris*, Cuvier 1823 en Chile y revisión de los anteriores. Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural, Chile 325:33-37.

SANINO, G.P. y YÁÑEZ, J.L.

1997 Estudios de un Cachalote Pigmeo, *Kogia breviceps* (De Blainville 1838), varado en la costa de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile 46:81-93.

SERGEANT, D.E.

1962 The biology of the pilot or pothead whale *Globicephala melaena* (Traill) in Newfoundland waters. Fish. Res. Bd Bull. 132:1-84.

SIELFELD, W.

1980 Mamíferos marinos en colecciones y museos de Chile. Anales Instituto Patagonia (Punta Arenas, Chile) 11:273-280.

VAN WAEREBEEK, K., VAN BRESSEM, M., ALFARO-SHIGUETO, J., SANINO, G.P., MONTES, D. y ONTÓN, K.

1999 A preliminary analysis of recent captures of small cetaceans in Peru and Chile. IWC SC/51/SM17.

VENEGAS, C. y SIELFELD, W.

1978 Registros de *Mesoplodon layardii* y otros cetáceos en Magallanes. Anales Instituto Patagonia (Punta Arenas, Chile) 9:171-177.

VENEGAS, C. y SIELFELD, W.

1980 Un varamiento masivo de ballenas piloto (*Globicephala melaena* Traill) en Magallanes. Anales Instituto Patagonia (Punta Arenas, Chile) 11:239-246.

YÁÑEZ, J.

1997 Reunión de Trabajo de especialistas en mamíferos acuáticos para categorización de especies según estado de conservación. Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural Chile 330:8-16.

## NUEVA TÉCNICA DE VIDEO IDENTIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DE TAMAÑO POBLACIONAL EN CETÁCEOS, APLICADA EN DELFINES NARIZ DE BOTELLA, *TURSIOPS TRUNCATUS*, DE ISLA CHOROS, IV REGIÓN DE CHILE

G. PAOLO SANINO \* y JOSÉ L. YÁÑEZ \*\*

\* Centre for Marine Mammals Research - LEVIATHAN.

email: research@leviathanchile.org

\*\* Museo Nacional de Historia Natural, Casilla 787, Santiago, Chile.

email: jyanez@mnhn.cl

### RESUMEN

Se diseñó una metodología de registro, procesamiento, análisis (mediante ocho variables que totalizan 100 alternativas) y administración de datos, para identificación individual y estimación de tamaño poblacional en cetáceos, en base a tecnología de procesamiento de video digital (DVideo-ID). A pesar de las diferencias entre sus protocolos, la proporción de cuadros útiles/tomados, fue constante en las dos expediciones realizadas. La probabilidad de que un cuadro sea útil para identificación, mediante esta metodología, es de  $p=0,32$  y se producen 10 cuadros de este tipo por segundo.

Se demuestra que el pod de delfines *T. truncatus* en isla Choros, corresponde al pod residente "POD-R" que estuvo hasta 1995 cerca de isla Chañaral. Dos individuos permanecieron en el sitio original, al menos hasta final de 1999.

Se identificaron 28 individuos, *Tursiops truncatus* del POD-R, incluyendo la primera cría nacida en el nuevo sitio cercano a isla Choros. Concentrando los esfuerzos únicamente sobre el velero de investigación Leviathan II y realizando acercamientos según Sanino y Yáñez (1998), se lograron en 1999 el doble de identificaciones y siete veces el número de individuos identificados en sólo una de las dos temporadas (54%), respecto a la temporada de 1998. Se discutieron los tipos de marcas naturales útiles para identificación, y se estimó una persistencia para marcas corporales por dientes, infecciones cutáneas e impactos con embarcaciones, de 5, 1.6 y 5.3 años respectivamente, sugiriendo la necesidad de actualizar las identificaciones individuales al menos cada cuatro años.

Se determinaron nueve niveles de tolerancia individual ante la presencia de embarcaciones, para cada delfín identificado, en base a su representación en el material de identificación individual.

Se estimó que el tamaño poblacional para el POD-R, entre los años 1998 y 1999, es de  $31(\pm 3)$  con un 95% de certeza, tratando los datos de video como fotografías, por lo que debiera aproximarse más a las 28 identificaciones, que futuros trabajos permitirán cuantificar.

---

Palabras clave: Identificación individual, Tamaño poblacional, *Tursiops truncatus*, Isla Choros, Delfines.

## ABSTRACT

**New video identification technique and evaluation of population size in cetaceans, applied in bottle-nose dolphin, *Tursiops truncatus*, from Choros Island, IV Region of Chile.** A recording methodology, processing, analysis (throughout eight variables reaching 100 alternatives) and data managing was designed in order to achieve individual identification as well as population size evaluations in cetaceans, using the video digital processing technique (DVideo-ID). In spite of protocol differences, the rate of frame useful/recorded, was consistent in both performed expeditions. The likelihood of one frame, in term of its utility for identification, using this technique, is  $P=0.32$  and 10 shots per second are produced.

It is shown that *T. truncatus* dolphins pod in Choros island, corresponds to the resident pod "POD-R" that was present until 1995 close to Chañaral island. Two specimen remained in the original site, at least till end of 1999.

Twenty eight individuals were identified, *T. truncatus* of the POD-R, including the first born animal in the new site close to Choros island. Using only the Leviathan II research vessel and achieving the approaching techniques described by Sanino and Yáñez (1998), in 1999, twice the identifications and seven times the number of identified individuals were recorded in just one a season (54%) in reference to the previous season (1998). The useful of natural marks for identification are discussed, and the persistence of body marks provoked by teeth, skin infections, and impact with vessels, of 5, 1.6, and 5.3 years respectively, suggesting the necessity of an up to date data of the individuals identifications at least every four years.

Nine levels of individual approaching tolerance to the presence of vessels were determined, for every identified dolphin, on the base on its representation in the individual identification material.

It was estimated that the population size for the POD-R is 31(+3) with a 95% of probability between 1998 and 1999, using the data of video as a photograph picture, so, it should be closer to the 28 identifications; futures research shall allow the quantification.

Key words: Individual identification, Population size, *Tursiops truncatus*, Choros island, Dolphins.

## INTRODUCCIÓN

En general las poblaciones de cetáceos suelen desplazarse decenas de kilómetros al día, permaneciendo por períodos cortos de tiempo en cada sitio. La excepción la constituyen las poblaciones con carácter de residencia estable, cuyos individuos pueden ser avistados en un área restringida, permitiendo así la realización de estudios a largo plazo en temáticas diversas.

En aguas chilenas, el primer registro de una única población con estas características, lo constituye una treintena de delfines nariz de botella, *Tursiops truncatus*, ubicada en aguas cercanas a isla Chañaral (29°2'S, 71°36'W), III Región, desde 1981 (González, *et al* 1989). Luego de aproximadamente 14 años de presentar una fidelidad de sitio expresada en un rango de hogar de un kilómetro en las cercanías de isla Chañaral (Habitantes de Chañaral de Aceituno *comm. pers.* 1991, 1995, 1998 y 1999), el grupo de delfines desaparece en el mes de abril de 1995 (voluntarios del Centre for Marine Mammals Research LEVIATHAN, 1995). Víctimas de una matanza por parte de embarcaciones albacoreras, se alejan con rumbo desconocido dejando inconclusos numerosos esfuerzos de investigación, iniciados en 1991 por el Museo Nacional de Historia Natural.

Días después es observada en las cercanías de isla Choros, 27 km al sur del sitio original, la llegada y permanencia de delfines nariz de botella. Lugareños los describen como animales que se alejan ante la presencia de embarcaciones y algunos presentaban heridas sangrantes (entrevistas abiertas, registradas en video durante 1998).

Hasta 1995, se realizaron estudios no sistemáticos de identificación individual en isla Chañaral, mediante fotografía desde la isla y desde embarcaciones inflables. Una comparación entre éstas e identificaciones de los delfines en Choros, podría dilucidar la posibilidad de que se trate de la misma población. Lugareños y aficionados, describen un tamaño poblacional de delfines en Isla Choros, que varía entre 15 y 200 individuos, siendo aproximadamente 60 el mayor consenso (Guardaparques de la Corporación Nacional Forestal CONAF y lugareños, *com. pers.* 1998 y 1999).

Los problemas de conservación derivados de las actividades de la pesca de albacora (*Xiphius gladius*) y el creciente turismo de observación de cetáceos carente de regulación sobre esta especie considerada "vulnerable" (Yáñez, 1997), dificultan la realización de estudios a largo plazo, al poner en riesgo su permanencia.

Nuestro trabajo a largo plazo intenta dilucidar el origen de los delfines en Isla Choros, su tamaño poblacional, problemas de conservación, desarrollar metodologías locales para su estudio y explotación turística controlada, entre otros objetivos.

Los métodos de estimación de tamaño poblacional, presentan bastante incerteza y sus supuestos estadísticos no siempre se verifican. La identificación individual constituye la principal herramienta para minimizar este error metodológico, mediante la foto-identificación (Ballance, 1987; Defran *et al.* 1990; Würsig y Würsig, 1977; Würsig y Jefferson, 1990), proceso que demanda un gran esfuerzo, con una baja eficiencia debido al problema de la instantaneidad de la foto. En este trabajo, hemos desarrollado una nueva técnica, en que se reemplaza la fotografía por el video, como fue sugerido por Würsig y Jefferson (1990), y adicionando una novedosa metodología de registro, clasificación, y análisis computacional.

En la presente contribución se presentan los resultados de la identificación individual de la población residente, en aguas cercanas a isla Choros, de delfines nariz de botella, *Tursiops truncatus*, mediante video-identificación, y se discuten y proponen metodologías para realizar este tipo de estudios.

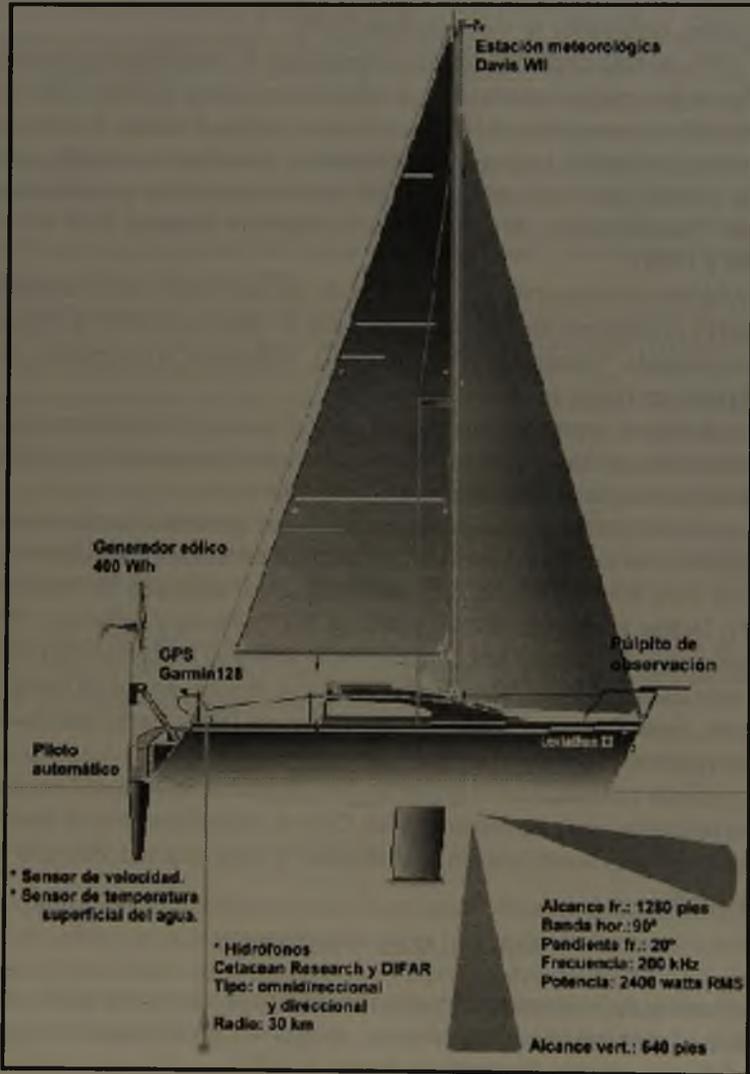
## MATERIALES Y MÉTODOS

La realización de la investigación requería contar con una embarcación que perturbara lo menos posible a los animales con su presencia, para poder aproximarse lo necesario y transportar equipo delicado a bordo. Para esto, se diseñó, en 1995, y construyó durante los dos años siguientes, al "Leviathan II", una embarcación a vela para fines científicos, capaz de albergar autónomamente y durante 50 días a cuatro personas. Las características del velero se detallan en la Figura 1.

Se realizaron cuatro expediciones en dos años de 50 días cada una, separadas por temporadas (estival: enero - marzo / invernal: julio - agosto). Los resultados presentados en este trabajo, incluyen los datos obtenidos sólo durante las expediciones estivales, material generado en años anteriores y donado por particulares.

Los tracks o piernas de navegación, destinados a actividades de identificación individual y estimación de tamaño poblacional, se ilustran en la Figura 2.

FIGURA 1. Detalles del velero de investigación Leviathan II. Tanto su diseño como construcción, fue realizada por uno de los autores (P.S.) en conjunto con el armador naval Jorge Fabry.

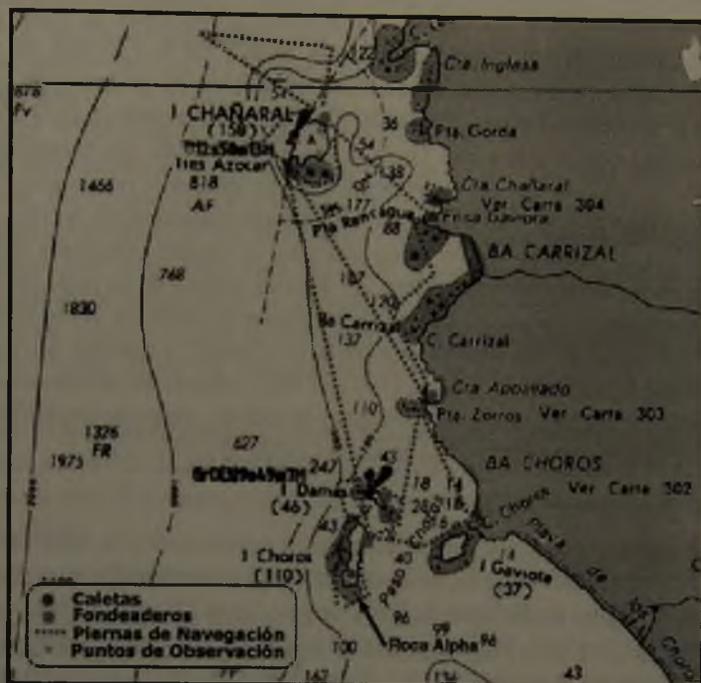


Además del velero “Leviathan II”, se contó con un bote inflable tipo Zodiac (4 pers.), una canoa inflable (3 pers.), un dinghie de desembarco (3 pers.) y un kayak de fibra de vidrio (1 pers.).

### Personal y Estaciones de Trabajo

Se realizaron dos cursos con un total de cinco meses de duración, durante los cuales fue capacitado cerca de un centenar de alumnos universitarios de medicina veterinaria y ciencias biológicas, para participar en el proyecto como voluntarios.

FIGURA 2. Zona de estudio, ubicación de los puestos de observación y piernas de navegación del "Leviathan II", entre las islas ubicadas entre las III y IV Regiones de Chile.



Las estaciones de observación en las islas y sus funciones, se dividieron, según se detalla en el Cuadro 1, en tres unidades en Isla Chañaral, una en Isla Choros y otra en el continente frente a la caleta Pta. de Choros. En este trabajo nos remitiremos a las estaciones A1, B1 y A3, en las cuales, los voluntarios realizaron actividades de observación desde las 7:30 h hasta las 18:00 h, en turnos cuya duración dependió del esfuerzo a imprimir y al número de voluntarios por estación. Para evitar diferencias entre las estaciones, causadas por las habilidades diferenciales entre los voluntarios, es que todos debieron trabajar en todas la estaciones. El instrumental del que dispusieron fue un monocular ornitológico Nikon con zoom, un binocular Nikon (7X50-7.5°WP) y equipo fotográfico particular. Los datos fueron registrados en formularios de avistamiento similares a los utilizados por la Comisión Ballenera Internacional para el programa SOWER97/98 (Findlay *et al.*, 1998).

CUADRO 1. Estaciones de trabajo desde las Islas.

Unidad	Ubicación	Actividad Principal
A1	I. Chañaral – extremo norte	Avistamiento multiespecífico
A2	I. Chañaral – sudeste centro	Seguimiento de los desplazamientos
A3	I. Chañaral – extremo oeste	Avistamiento multiespecífico
B1	I. Choros – extremo sur	Observación de actividad turística
C1	Caleta Pta. de Choros	Encuestas a turistas

## Estimación de Tamaño Poblacional

Se utilizaron tres métodos de muestreo:

1) desde el puesto B1 y del velero, se realizaron grabaciones en video digital, tanto aéreas como submarinas, con la cámara profesional SONY DCR-VX1000, de la población residente de *T. truncatus* en el extremo sur de isla Choros. Para las grabaciones submarinas se utilizó el "housing" profesional modelo VH1000 diseñado por Amphibico para la cámara antes mencionada, equipado con un filtro ND. Dada la alta movilidad de esta población, no utilizamos el método de «transecto lineal» y preferimos el de «marca y recaptura». Como marca utilizamos las cicatrices de piel y muescas de las aletas que naturalmente tienen.

2) De apoyo al video se utilizó como muestra, la imagen congelada del FishFinder, programado para un radio de 400m del velero, en deriva o menos de un nudo de velocidad, en condiciones estables de mar y en las cuales la población de delfines no se presentaba muy dispersa. En este método sólo nos limitamos a contar los "spots" y calcular una media general.

3) Siguiendo el método de Würsig (1977; 1990), a través de la identificación individual, pero mediante las grabaciones de video digital de todo el cuerpo de los delfines y el apoyo de una cámara fotográfica también digital, modelo CASIO QV100.

## Equipo de Procesamiento de Imágenes

Para procesar las imágenes para la estimación poblacional y la identificación individual, tanto de video como de fotografía, se diseñó un computador Intel Pentium II equipado con el sistema de edición digital profesional de DPS, modelo Spark2.0, con un disco duro Quantum Atlas IV de tecnología UltraWide SCSI. Se utilizó el cable de transferencia bidireccional FireWire de Adaptec, para mantener la totalidad de la calidad de imagen en los trasposos entre cámara y computador. Los programas utilizados fueron fundamentalmente Photoshop, Premiere, y AfterEffects de Adobe, y PhotoImpact/Album, equipados con varios accesorios plug-ins, todos en sus últimas versiones.

## Identificación Individual

### METODOLOGÍA GENERAL

Para identificar individualmente a los delfines, seguimos el método de Defran (1990) y Würsig (1990), respecto a las aletas dorsales, pero mediante video, fotografía digital y analógica. No nos limitamos a determinar únicamente los coeficientes de las aletas dorsales, sino también incluimos cualquier marca natural como cicatrices etc. También incluimos imágenes submarinas. Esta metodología la denominamos "DVideo-ID" (digital video-identification).

El camarógrafo sumbarino, buceó en apnea para evitar alguna posible perturbación por las burbujas de un regulador SCUBA. En este caso, dependíamos de la curiosidad de los delfines para que se acercaran a la cámara. Condición a veces muy difícil debido a la perturbación provocada por la presencia de numerosas embarcaciones turísticas y la distracción generada por la presencia de grupos de buzos deportivos, por lo que en ocasiones fue necesaria la participación de un segundo buzo apnea, equipado con una monoaleta celeste flúor que demostró producir gran curiosidad en los delfines.

Durante la expedición estival de 1998, se navegó desde los fondeaderos, de manera de iniciar las actividades cerca de "roca alpha", en el extremo sudeste de isla Choros, a las 10:30 h. En isla Chañaral correspondió a la misma hora, iniciar actividades frente al faro de la isla, en el margen sudoeste. Debido a que se estaba recopilando información para proponer un método

formal de acercamiento a los delfines, es que en esta expedición, los acercamientos fueron variados y su duración, restringida a la presencia de conductas de “lobtailings” por parte de los delfines. En cambio la expedición estival de 1999, inició las actividades en los respectivos puntos, a la 9:00 h y los acercamientos fueron todos realizados según Sanino y Yáñez (1998). La duración de cada evento con los delfines, fue limitada por la presencia de “lobtailings” y de otras embarcaciones.

Desde el “Leviathan II”, se obtuvo en 1998, un total de 208 minutos de video para identificación, distribuidos en un promedio de 41 min diarios para esta actividad. En 1999, un total de 192 min, distribuidos en un promedio de 38 min por día.

Los datos obtenidos por los voluntarios desde las islas, serían comparados con los del velero para determinar su utilidad. Para disminuir la posibilidad de diferencias resultantes de una particular habilidad por parte de la cineasta profesional que opera desde el velero y/o una superioridad de sus equipos, es que se destinaron dos días en ambas expediciones para que ella realizara observaciones desde las islas con los mismos equipos que son utilizados desde el velero.

Los individuos identificados poseen cada uno, una ficha la cual es administrada mediante la base de datos “Cetacean Research DB2.0”, última versión de la base de datos creada por uno de los autores (P.S.) para, y durante el crucero de investigación IWC-SOWER97/98 (Findlay *et al*, 1998).

#### PROTOCOLO DE REGISTRO DE IMÁGENES

La etapa de registro se desarrolla en terreno y tiene por objetivo, generar en video digital el material que contiene la información suficiente para identificar cada delfín. El protocolo del registro consistió:

- 8:00 am, cinco minutos de revisión de equipo (caja estanco, carga de baterías, cables, etc.)
- Lectura del protocolo.
- Navegación a vela y motor en curso 180°, desde fondeo en isla Choros hasta “roca alpha” (ver carta náutica 302 de la Armada de Chile).
- En “roca alpha” se apaga el motor, enrrolla genoa, y vira a curso 250° iniciando la actividad o modalidad de “avistamiento” (búsqueda visual de los animales o “sighting mode”), responsabilidad de G.P. Sanino con ubicación en el pie del mástil. La navegación es automática con control satelital y sólo a vela mayor.
- En 1998, al contacto visual de delfines, se cambió a la modalidad de “toma de muestras” durante la cual se registró en video, los individuos a los que se les tomó una biopsia de piel a distancia, desde la proa y con curso norte. Luego de esta actividad (máximo dos muestras diarias), se pasó a la modalidad de “identificación” o “ID mode”, responsabilidad de la cineasta Elsa Cabrera. En 1999 se pasó directamente a la modalidad de “identificación” apenas hubo contacto visual con los delfines.
- Se pasa a control manual de navegación (P.S.), y la cineasta (E.C.) se ubica en el pie de mástil. Durante 1998, se registró sólo desde esta ubicación. En 1999, se procedió a montar un púlpito de proa por sobre el agua y la cineasta se desplazó libremente por este punto y toda la cubierta, asegurada mediante un arnés al mástil. Los puntos de registro principales son el púlpito de proa, ambas amuras, aletas y espejo de agua.

- En 1998, las maniobras de acercamiento fueron diversas, mientras que en 1999, exclusivamente las presentadas por Sanino y Yáñez, 1998.
- El registro en video es inicialmente de la población completa en cuadro. Una vez iniciada la conducta de "bow-riding", por parte de algunos delfines, se concentra la atención en éstos y luego en los individuos más próximos. Lateralmente, primero el cuerpo completo y luego "zoom in" sobre la aleta dorsal. Luego se retrocede el zoom para registrar de la misma forma, otras marcas notables en el cuerpo, repitiendo esta secuencia con cada delfín en proa, diariamente durante eventos de "bow-riding" y/o eventos de deriva, hasta visualizar conductas de "lobtailings".
- Durante esta actividad, las baterías fueron cargadas mediante un generador eólico AirMarine403, para no perturbar acústicamente los animales.

#### PROTOCOLO DE PROCESAMIENTO DE IMAGEN

El procesamiento corresponde al traspaso de la información en cintas de video, hacia el computador. El resultado es un listado de archivos de imagen o cuadros de una dimensión máxima de 720\*480 pixeles. El protocolo es el siguiente:

- Conectar la cámara al PC y un monitor o TV, por medio de los cables "FireWire" y RCA respectivamente.
- Controlado por el SparkPlus desde el computador, reproducir el video en la cámara conectada al PC por medio del FireWire. Se debe hacer en orden cronológico de grabación para que los archivos de las imágenes estén guardadas correlativamente y así se simplifique relacionar temporalmente una imagen con otra.
- Cada vez que es visible una aleta dorsal, detener el video y capturar en máxima calidad el mejor cuadro, según nitidez de los detalles particularmente del perfil de fuga, guardar en un archivo tipo 981tt000.bmp y 991tt000.bmp según la expedición a que corresponda. Hacer esto ante toda particularidad que presente un delfín independientemente de si es visible o no su aleta dorsal. Esta actividad se desarrolla, por una única persona para evitar criterios diferentes, en lapsos de 30 min, con 5 min de descanso entre ellos, hasta terminar una cinta por día.
- Utilizar el accesorio SmartSaver del PhotoImpact para convertir automáticamente los archivos de formato BMP a JPG, al 100% de calidad y compresión progresiva, para disminuir el tamaño utilizado para almacenar estos archivos y acelerar su edición. Borrar los BMP.
- En PhotoImpactAlbum, construir un álbum para cada expedición e ingresar los archivos respectivos.
- Cada archivo de imagen, depurarlo sin aplicar filtros, pero seleccionando sólo el área de interés y descartando el resto (crop), para acelerar el posterior manejo de éstas. Esto disminuye las dimensiones de la imagen o cuadro.

#### ANÁLISIS DE DATOS

El análisis de datos consiste en agrupar los cuadros de aletas y otras marcas naturales, provenientes de los videos, en álbumes independientes que corresponden a cada delfín. De esta manera se obtiene un álbum de imágenes para cada delfín identificado. Se procedió a utilizar simultáneamente dos programas: PhotoImpactAlbum y la base de datos Cetacean Research DB, diseñada por uno de los autores (P.S.).

- a) En PhotoImpact Album, se creó un álbum para cada una de las dos expediciones. En su interior fueron ingresados los archivos de imagen correspondientes.
- b) Abierto un álbum, se procedió, para cada imagen, a analizar visualmente su utilidad y a clasificarla. Debido a que algunos caracteres variaron entre cada expedición en un mismo delfín, es que se procedió independientemente para cada expedición.
- c) El criterio de selección fue en base a tres niveles: 1) la marca identificadora posee una dimensión superior a 200\*200 píxeles o una claridad evidente, 2) una dimensión entre 200\*200 y 100\*100 píxeles, y 3) dimensiones entre 100\*100 y 50\*50 píxeles. Marcas inferiores de 50 píxeles, aportan más error que información en razón de aumentar el número de imágenes, por lo que fueron descartadas.
- d) Se procedió a clasificar primero todas las imágenes de tipo 1, arrastrándolas una por vez, desde el álbum de expedición hacia el álbum correspondiente de nombre provisorio de tipo "ID001". Si la marca no ha sido reconocida antes, se ingresa en un álbum nuevo (ej. ID002). Al remover el cuadro del álbum de la expedición, por "arrastré", se evita cometer el error de analizar dos veces la misma imagen.
- e) Para las imágenes de tipo 2, se duplicó el esfuerzo al ser dos los observadores que discuten su clasificación. Se dejaron de lado las que mostraron un grado de dificultad similar al del tipo 3. Inicialmente la velocidad de proceso es rápida porque la mayoría de las imágenes son nuevas, sin embargo al avanzar el proceso y crecer la base de datos, el tiempo y la dificultad aumentan porque el número de imágenes con que debe compararse cada nueva imagen es mayor.
- f) Se construyó una base de datos con un formulario de alternativas de detalles de identificación (IDetails), incorporando en ocho variables, 100 alternativas de marcas de identificación separadas por naturaleza y ubicación corporal (Figura 3).

FIGURA 3. Subformulario "IDetails" de la base de datos "Cetacean Research DB2.0".

- g) Se ingresó en esta base de datos, la información de todos los álbumes generados con imágenes tipo 1 y las evidentes de tipo 2. La aplicación de filtros para determinada característica independientemente del volumen de datos, resultó una herramienta poderosa que inmediatamente evidenció duplicados. Algunas imágenes de delfines presentaban marcas que habían sido separadas artificialmente en una proporción, de álbumes por cada delfín, aproximada de 3:1.
- h) Luego de obtener un álbum "IDxxx" para cada delfín identificado, sin duplicados, se procedió a clasificar una por una las imágenes de tipo 2 que generaron dudas y las de tipo 3. Para esto se filtró en la base de datos "IDetails", la característica más notable de la imagen, para saber qué delfines presentan esta característica y así compararla con un número más reducido de imágenes, simplificando el proceso de clasificación.
- i) La base de datos "IDetails", fue agregada como subrutina dentro de la base de datos, desarrollada para el 3<sup>er</sup> Crucero de Ballena Azul de la Comisión Ballenera Internacional del programa SOWER97/98, "Cetacean Research DB2.0" (Findlay *et al*, 1998). De esta forma se procedió con las imágenes de la otra expedición, contando con el beneficio de no sólo poder filtrar grandes volúmenes de datos de marcas identificadoras de gran detalle con "IDetails", sino también comparar la información accesoria de la ficha "ID" de cada delfín.

#### ADMINISTRACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LAS IDENTIFICACIONES

El almacenamiento y administración de la información de identificación ya procesada, fue realizada mediante "fichas ID" para cada delfín identificado de la base de datos "Cetacean Research DB2.0". Las fichas de identificación contienen información sobre los detalles de identificación mediante un enlace a la subrutina "IDetails", ubicación geográfica, descripciones generales, conductas particulares, relaciones con otros individuos, fecha del primer y último avistamiento, índice dorsal de Defran (Defran *et al*, 1990), nombre y código individual, e imágenes seleccionadas de ambos flancos, entre otras características que suman en total 136 (ver Figura 4).

El código de identificación se estableció del tipo "X1-2-3", donde "X" corresponde al pod, "1" a la generación (inicialmente 1 si proviene de Chañaral y 2 para los nacidos en Choros), "2" para el sexo (0,1 o 2 para desconocido, macho y hembra respectivamente) y "3" al número de registro en el catálogo de identificación para pequeños cetáceos de la base de datos "Cetacean Research DB2.0". En resumen: Apod1generación-(012sexo)-N° de registro. Por ejemplo, A1-2-6 correspondería a un delfín hembra que proviene de isla Chañaral, forma parte del pod residente "A" y su registro en la base de datos es el N°6.

FIGURA 4. Plano general de la ficha ID del catálogo de cetáceos menores, de la base de datos "Cetacean ResearchDB2.0".

The screenshot shows a software interface for recording cetacean data. At the top, it says "Cetacean ID Record - LEVATHAN". Below this are several input fields and sections:

- Individual Data & Status:** Includes fields for "Name", "Sex", "Date", and "Group". There are also buttons for "Add Record", "Language", "New", and "Factor".
- Species Data:** A dropdown menu for selecting the species.
- Settings:** A section with checkboxes for "Filter", "Motion", "Skin", and "Hair".
- Media Data:** A field for "Media Date".
- Photo Album:** A grid of images showing different views of a cetacean's dorsal fin (Right, Left, and Front).
- Tracking and Status:** A map showing the location of the cetacean, with labels for "Chorco (116)", "RA CHC", and "C. LEVATHAN".

#### PROTOCOLO PARA CONSTRUIR LA SILUETA DE UNA ALETA DORSAL

Para cada delfín, se realizó el siguiente protocolo

- Crear una carpeta o directorio "Siluetas", bajo "IDAlbum".
- En PhotoImpactAlbum escoger la mejor aleta según orientación y detalles.
- "New", "paste", "crop" y rotar hasta tener en horizonte.
- Duplicar tres veces. Se tiene una de respaldo y tres para aplicar comparativamente tres tratamientos diferentes (A,B,C y D respectivamente).
- Para (B): aplicar filtro "Equalize", luego "autolevels".
- Para (C): "levels", desplazando los indicadores de los extremos "luminosos" y "oscuros", limitar el espectro luminoso a sólo la gama de colores que registran alguna intensidad en el histograma, para obtener una mayor separación de colores. Luego desplazar el indicador de "medianos" entre los dos anteriores, localizándolo en cada pico de intensidad, y dejarlo en el cual la aleta se destaca por sobre el entorno.

- g) Para (D): Ajustar “contraste e iluminación” manualmente hasta lograr la máxima separación entre la aleta y el resto.
- h) Observar simultáneamente las cuatro imágenes (tile) y escoger aquella en que mejor se haya logrado separar la aleta del resto. A esta, corregir defectos por gotas de agua o calces con olas oscuras, utilizando el “airbrush” (normal, “wet edges”, 100% opacity) y los cuatro “brushes” más pequeños. Es importante poder ver simultáneamente las cuatro imágenes (ABCD) en todo momento ya que permite observar detalles complementarios que minimizarán el error humano durante el retocado de la imagen elegida.
- i) No sacar los parásitos si los hay (pueden ser útiles).
- j) Quedan puntos. Pasar a “grayscale” y nuevamente RGB.
- k) Rellenar la aleta de color negro y el resto blanco.
- l) Pintar los parásitos de color rojo, y toda particularidad importante en textura, coloración, etc. que ayude a la identificación, esto tiene prioridad.
- m) Por defecto el lado izquierdo, se puede utilizar la imagen especular o (flips), pero en caso de marcas en rojo, se deberá dejar el lado que más distingue al delfín.
- n) Marcar los nics (muescas) existentes difíciles de ver, con puntos rojos cerca pero fuera de la aleta, y pintar directamente las “fragilidades dorsales” (ver tipos de marcas y su origen).
- o) Rotar imagen ajustando el horizonte a la base de la aleta, ajustar la escala para obtener siluetas de aletas de similar tamaño, enmarcar sólo la aleta y descartar lo superfluo (crop).
- p) Mediante “copy/paste” o “copiar/pegar” ingresar esta silueta a la ficha individual del delfín correspondiente en base de datos y grabar el archivo en formato JPG en el directorio Siluetas.
- q) En el PhotoImpactAlbum, adicionar las siluetas al lado de la foto de la aleta del mismo delfín, en el álbum de ID.

#### PROTOCOLO PARA DETERMINAR EL INDICE DORSAL DE DEFRAN DE CADA DELFÍN

Es importante calcular este popular índice ya que permite comparar identificaciones realizadas en estudios de otros autores. El protocolo es el siguiente:

- a) En PhotoImpactAlbum, ejecutar “Show” en la modalidad de repetición continua, extendido a toda la pantalla y hasta que se hayan visto cinco veces cada aleta, para familiarizar la vista. Luego volver a hacerlo pero en la modalidad manual.
- b) Para cada imagen “foto” y “silueta”, de cada delfín, realizar los siguientes pasos.
- c) Si presenta dos o más nics, con un pie de metro plástico en la pantalla del PC, se procede a medir directamente y calcular el aspecto dorsal o “Defran’s Dorsal Ratio”  $DDR=(AB)/Top$ , según Defran *et al*, (1990). Corresponde la letra C o D, para delfines con dos o tres nics, y cuatro o más nics respectivamente.
- d) Si presenta un único nic distintivo en la aleta, se denomina “Type A”.
- e) Si presenta un único nic en el tope de la aleta, se denomina “Type B”.
- f) Ingresar en una tabla los índices dorsales de Defran (DDR) en columnas separadas para el calculado a partir de “fotos” y de “siluetas”, para cada delfín. Si están bien hechas las siluetas, no debiera existir una diferencia estadísticamente significativa entre ambas columnas.

## RESULTADOS

### Identificación Individual

Los datos registrados desde las islas, resultaron muy insuficientes en comparación a los del velero. La diferencia fue tan notable que se decidió, por el error implícito (no cuantificado), descartar todo el material proveniente desde las islas, con relación a identificación individual, incluyendo el generado en años anteriores para no contaminar el producido desde el velero.

#### TIPOS DE MARCAS Y SU ORIGEN

Las marcas que se registraron, fueron líneas y rayas de color claro en la piel. Estas se presentan en grupos de paralelas de igual grosor y otras solitarias de mayor grosor. Se registró también, la presencia de líneas oscuras, masas pigmentadas similar a las marcas provocadas por poxvirus, parásitos y nics en las aletas, cicatrices coloidales y de bajo relieve y la presencia de color blanco en el pedúnculo caudal por dorsal. Adicionalmente, en algunos individuos, se confirmó la presencia de marcas en el perfil de fuga de las aletas dorsales, de coloración más clara y que corresponden a una disminución del grosor de la aleta, que denominaremos "fragilidades dorsales".

#### PERMANENCIA DE MARCAS

La presencia de helmintos epiparásitos en las aletas, fue útil debido a su notoriedad facilitando la identificación. Sin embargo, al cabo de un año, variaron en número como ubicación.

No se registró un aumento en el número ni posición de nics, en las aletas dorsales de ninguno de los delfines que fueron identificados en ambas expediciones, separadas por un año. Tampoco se registraron diferencias entre las siluetas de las aletas dorsales (ver Figura 5).

Se analizaron tres tipos de marcas corporales: atribuidas a infecciones, "embates" y mordidas de conoespecíficos o "dientes" (no en pedúnculo caudal). Todo color está determinado por una proporción entre los colores rojo, verde y azul. Se tomaron muestras de color, del individuo A1-01 (ver Figura N°5), en el interior de las marcas y en la zona próxima a éstas (borde), con un año exacto de diferencia (tiempos  $t_0$  y  $t_0+1$  año). Asumiendo una evolución constante, se estimó la persistencia en años de los tres tipos de marcas, determinando la variación porcentual anual, en los tres colores principales con:

$$?(t_0) = \text{marca}(t_0) - \text{borde}(t_0)$$

$$?(t_0+1 \text{ año}) = \text{marca}(t_0+1) - \text{borde}(t_0+1)$$

$$?\% \text{ color} = [?(t_0+1 \text{ año}) / ?(t_0)] * 100$$

$$\text{Persistencia estimada (años)} = 1 / [\text{promedio } ?\%(\text{rojo, verde, azul})]$$

Los resultados se presentan en el Cuadro 2.

#### RESULTADOS DE LA IDENTIFICACIÓN INDIVIDUAL POR DVIDEO-ID

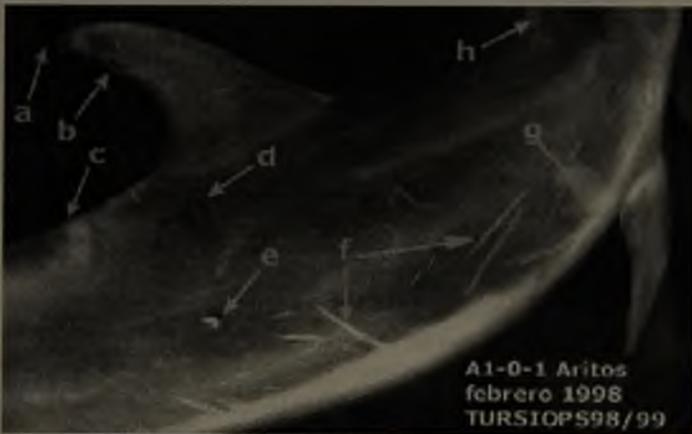
Siluetas dorsales, nombres códigos y detalles sobre cada individuo identificado, se presentan en el Cuadro 3.

¿FOTOS O SILUETAS, EN CUAL MEDIR EL DDR?

Para determinar simultáneamente si la metodología para generar siluetas es funcional, se procedió a comparar los índices dorsales de Defran (DDR) determinados según fotografía y silueta. Los resultados de la determinación de estos índices están expresados en el Cuadro 4, en el cual se consideró como índice final para cada delfín, el promedio entre el determinado por fotografía y el por silueta.

Con un grado de 95% de confianza, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, entre las medias de los índices DDR determinados por imagen y por silueta (ANOVA de una vía;  $p=0,93456$ ;  $N=11$ ).

FIGURA 5. Variación de marcas naturales en un lapso de un año, del individuo A1-0-1 "Aritos".



- (a) Dos gusanos ancla (parásitos).
- (b) Marca identificadora (orificio).
- (c) Herida con evidencia de infección.
- (d) Herida sin infección.
- (e) Marca de biopsia
- (f) Posibles impactos con embarcación
- (g) Marcas por dientes (conducta intragrupal)
- (h) Posible "tattoo" (poxvirus)



- (a) Sin gusanos ancla (parásitos).
- (b) Marca identificadora intacta (orificio).
- (c) Menos visible.
- (d) Casi imperceptible.
- (e) Poco visible.
- (f) Poco visible.
- (g) En otro cuadro, pero casi imperceptible.
- (h) No se distingue en ningún cuadro.
- (i) Nuevas marcas de dientes.
- (j) Nueva mordida de "cooky cutter shark".
- (k) Nueva marca lineal oscura.

CUADRO 2. Estimación de la persistencia de tres tipos de marcas corporales, mediante análisis RVA.

	<i>Rojo</i>	<i>Verde</i>	<i>Azul</i>	<i>Promedio</i>	<i>Pers. Est. en años</i>
7% Infección	66,7%	64,1%	61,9%	64,2%	1,6
7% Embate	18,6%	19,3%	19,0%	19,0%	5,3
7% Dientes	20,8%	19,2%	20,0%	20,0%	5,0
			<b>Totales</b>	<b>34,4%</b>	<b>3,9</b>

### DINÁMICA

El resultado del análisis del material en video y presentado en el Cuadro 5, indica la cantidad de cuadros útiles para identificación individual, distribuido por expedición. Complementariamente, se adjunta una columna con los datos estandarizados según número total de imágenes por delfín, dividido por el menor número de cuadros (3).

La producción de material identificatorio es inversamente proporcional a la distancia entre el animal y la cámara. Dado que en este estudio los delfines no fueron perseguidos sino que residía en ellos la libertad de acercarse o no, es que el material producido depende directamente de la tolerancia que individualmente presentan a la embarcación. Esto permite agrupar los resultados en función del número de cuadros estandarizados para cada delfín, constituyendo siete categorías discretas de tolerancia a la embarcación, expresados en el Cuadro 6.

El resumen de los resultados y el desarrollo de la actividad de identificación individual, es presentado en el Cuadro 7. No todos los cuadros generados por DVideo-ID son útiles para identificar individuos. La probabilidad de que un cuadro sea útil, es de  $p=0,32$ . Se obtuvo 39 identificaciones, y 11(39,3%) repeticiones en ambas temporadas, correspondientes a 28 individuos (ver Cuadro 7).

### Estimación de Tamaño Poblacional

Dado que el menor número de cuadros ID por individuo es tres, según el método de estimación poblacional a partir de foto-identificación (Würsig, 1978; Ballance, 1987; Würsig y Jefferson, 1990), los 28 individuos debieran corresponder al 90% de la población, con un 95% de certeza y un error de  $\pm 15\%$ . Ver discusión: Estimación de Tamaño Poblacional.

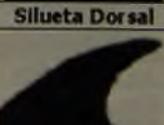
### Origen del POD-R de Isla Choros

Se revisó el material audiovisual realizado por autores y voluntarios que participaron durante la expediciones, entre 1991 y 1995. Comparando el material para identificación de los delfines en isla Chañaral, con aquella de los delfines en isla Choros, (ver Figura 6) constatamos que el pod de delfines que está desde abril de 1995 cerca de isla Choros, es el mismo que estuvo hasta ese mismo año cerca de isla Chañaral.

CUADRO 3. Identificación individual

Identificación		Notas	Siluetas Dorsal
Número	1	Raya longitudinal en sector B. Sin nics pero se aprecian dos fragilidades en 1/3.	
Código	A1-2-10		
Nombre	Manchita		
Aspecto Dorsal	-		
Sexo	Hembra		
		Notas	Siluetas Dorsal
Número	2	Dos pelones en AR, punto blanco en perfil de fuga de la aleta dorsal y varios puntos BR.	
Código	A2-0-16		
Nombre	PtoDorsal		
Aspecto Dorsal	-		
Sexo	Desconocido		
		Notas	Siluetas Dorsal
Número	3	Marcas de dientes y gran cicatriz en CR. Puede ser confundido con PcauFroRa, pero su pelón es más anterior y dorsal más aguda.	
Código	A1-0-14		
Nombre	Pelón		
Aspecto Dorsal	-		
Sexo	Desconocido		
		Notas	Siluetas Dorsal
Número	4	Algunas marcas en CL. Aleta dorsal muy distintiva a gran distancia.	
Código	A1-0-21		
Nombre	Serrucho		
Aspecto Dorsal	Type B		
Sexo	Desconocido		
		Notas	Siluetas Dorsal
Número	5	Varios nics en 1/3 y otro en 3/3. Una fragilidad en 2/2.	
Código	A1-0-26		
Nombre	Tres Rectas		
Aspecto Dorsal	D-0,486		
Sexo	Desconocido		
		Notas	Siluetas Dorsal
Número	6	Pelón en la cabeza. Los puntos de inflexión de las tres rectas lo forman dos grandes nics.	
Código	A1-2-27		
Nombre	TriPeFro		
Aspecto Dorsal	D-0,709		
Sexo	Hembra		
		Notas	Siluetas Dorsal
Número	7	Aleta dorsal con abundantes nics, en todas las áreas y dimensiones. Una raya en DL.	
Código	A1-2-12		
Nombre	Pap		
Aspecto Dorsal	D-0,180		
Sexo	Hembra		
		Notas	Siluetas Dorsal
Número	8	Aleta dorsal muy característica y caudal con varias muescas.	
Código	A1-0-15		
Nombre	Pipito		
Aspecto Dorsal	Type B		
Sexo	Desconocido		
		Notas	Siluetas Dorsal
Número	9	Conductas corporales en superficie y una cría la acompaña.	
Código	A1-2-8		
Nombre	Llave		
Aspecto Dorsal	Type A		
Sexo	Hembra		
		Notas	Siluetas Dorsal
Número	10	Presenta lobbailings. Se relaciona con el grupo de Tiburcio y otros delfines viejos.	
Código	A1-0-24		
Nombre	Tajitos		
Aspecto Dorsal	D-0,196		
Sexo	Desconocido		

<b>Número</b>	11	<b>Notas</b> Un gran nic en 2/2. Otro recto en la base posterior de la aleta. Sin marcas corporales notables.	<b>Siluetas Dorsal</b> 
<b>Código</b>	A1-0-28		
<b>Nombre</b>	Trocito		
<b>Aspecto Dorsal</b>	C-0,480		
<b>Sexo</b>	Desconocido		
<b>Número</b>	12	<b>Notas</b> Pelón lineal en ER. Dos marcas de "tiburón cigarro" en CL. Una raya en AR y un nic muy distintivo.	<b>Siluetas Dorsal</b> 
<b>Código</b>	A1-0-17		
<b>Nombre</b>	Puñta		
<b>Aspecto Dorsal</b>	Type A		
<b>Sexo</b>	Desconocido		
<b>Número</b>	13	<b>Notas</b> Pelón en ER. Aleta dorsal alargada. Se diferencia de Nsup por marcas en CL y ER. Puede ser confundido a la distancia, con Rampilita.	<b>Siluetas Dorsal</b> 
<b>Código</b>	A1-0-23		
<b>Nombre</b>	Sonsup		
<b>Aspecto Dorsal</b>	Type A		
<b>Sexo</b>	Desconocido		
<b>Número</b>	14	<b>Notas</b> Tres grandes nics cuyos márgenes determinan su característica principal. Tres nics en 1/3 y uno en 3/3.	<b>Siluetas Dorsal</b> 
<b>Código</b>	A1-0-5		
<b>Nombre</b>	Espinas		
<b>Aspecto Dorsal</b>	D-0,570		
<b>Sexo</b>	Desconocido		
<b>Número</b>	15	<b>Notas</b> Dos rayas verticales en CDR y una en ER.	<b>Siluetas Dorsal</b> 
<b>Código</b>	A1-0-29		
<b>Nombre</b>	Rayita		
<b>Aspecto Dorsal</b>	Type A		
<b>Sexo</b>	Desconocido		
<b>Número</b>	16	<b>Notas</b> Gran cicatriz en DR, dos en BR y una raya en AR. Por la cicatriz, puede ser confundido con Pelón, pero su Dorsal es menos aguda.	<b>Siluetas Dorsal</b> 
<b>Código</b>	A1-0-13		
<b>Nombre</b>	PeCaFroRa		
<b>Aspecto Dorsal</b>	Type A		
<b>Sexo</b>	Desconocido		
<b>Número</b>	17	<b>Notas</b> Posible infección en BR.	<b>Siluetas Dorsal</b> 
<b>Código</b>	A2-2-3		
<b>Nombre</b>	Cría1		
<b>Aspecto Dorsal</b>	-		
<b>Sexo</b>	Hembra		
<b>Número</b>	18	<b>Notas</b> Raya lumbar longitudinal. Gran nic en 2/3 y uno pequeño en 1/3.	<b>Siluetas Dorsal</b> 
<b>Código</b>	A1-0-2		
<b>Nombre</b>	Chueco		
<b>Aspecto Dorsal</b>	C-0,369		
<b>Sexo</b>	Desconocido		
<b>Número</b>	19	<b>Notas</b> Marca en forma de mordida de tiburón en ECR. Una fragilidad en 2/2.	<b>Siluetas Dorsal</b> 
<b>Código</b>	A1-0-25		
<b>Nombre</b>	Tiburclo		
<b>Aspecto Dorsal</b>	C-0,186		
<b>Sexo</b>	Desconocido		
<b>Número</b>	20	<b>Notas</b> Aleta dorsal con perfil de ataque muy recto. Posee dos nics distintivos.	<b>Siluetas Dorsal</b> 
<b>Código</b>	A1-0-19		
<b>Nombre</b>	Rampilita		
<b>Aspecto Dorsal</b>	C-0,679		
<b>Sexo</b>	Desconocido		

<b>Número</b>	21	<b>Notas</b> Una línea en AL. La aleta presenta una morfología característica a gran distancia.	<b>Silueta Dorsal</b> 
<b>Código</b>	A1-0-7		
<b>Nombre</b>	Garfio		
<b>Aspecto Dorsal</b>	-		
<b>Sexo</b>	Desconocido		
<b>Número</b>	22	<b>Notas</b> Un único nic en 1/3. Una fragilidad en 2/2. Dorsal muy triangular. Puede ser confundido con Sonsup.	<b>Silueta Dorsal</b> 
<b>Código</b>	A1-2-11		
<b>Nombre</b>	Nsup		
<b>Aspecto Dorsal</b>	Type A		
<b>Sexo</b>	Hembra		
<b>Número</b>	23	<b>Notas</b> Cicatrices y marcas, posiblemente de infección, en AL y CR. No presenta nics, pero seguramente el orificio en 1/3 originará uno grande.	<b>Silueta Dorsal</b> 
<b>Código</b>	A1-0-1		
<b>Nombre</b>	Aritos		
<b>Aspecto Dorsal</b>	-		
<b>Sexo</b>	Desconocido		
<b>Número</b>	24	<b>Notas</b> Raya en espiráculo, una marca en CR y pelón en el melón. Un único nic en 3/3. Marcas de "tattoo" (poxvirus) en BL. Varias rayas en CR.	<b>Silueta Dorsal</b> 
<b>Código</b>	A1-0-22		
<b>Nombre</b>	Sonrisa		
<b>Aspecto Dorsal</b>	Type A		
<b>Sexo</b>	Desconocido		
<b>Número</b>	25	<b>Notas</b> Un suave pelón en el tope de la dorsal y un pequeño nic en 1/3. La silueta alargada de su dorsal, lo diferencia fácilmente de Nsup. Se requiere cercanía para identificarlo.	<b>Silueta Dorsal</b> 
<b>Código</b>	A1-0-6		
<b>Nombre</b>	Flaco		
<b>Aspecto Dorsal</b>	Type A		
<b>Sexo</b>	Desconocido		
<b>Número</b>	26	<b>Notas</b> Dos marcas paralelas en ER, pequeño pelón detrás de su dorsal por el costado derecho. Su cuerpo es notablemente claro.	<b>Silueta Dorsal</b> 
<b>Código</b>	A1-2-9		
<b>Nombre</b>	M2dedos		
<b>Aspecto Dorsal</b>	C-0,356		
<b>Sexo</b>	Hembra		
<b>Número</b>	27	<b>Notas</b> Múltiples rayas, pelones y marcas por dientes. Una cruz en el melón. Nic en la base y una fragilidad en 1/3. Generalmente se aproxima a los buzos. Aparentemente está grávida.	<b>Silueta Dorsal</b> 
<b>Código</b>	A1-2-4		
<b>Nombre</b>	Cruz		
<b>Aspecto Dorsal</b>	Type A		
<b>Sexo</b>	Hembra		
<b>Número</b>	28	<b>Notas</b> Un gran nic en 2/2 y otro pequeño en el tope. La punta aguzada y con una magulladura, son su característica.	<b>Silueta Dorsal</b> 
<b>Código</b>	A1-0-18		
<b>Nombre</b>	Punta		
<b>Aspecto Dorsal</b>	C-0,546		
<b>Sexo</b>	Desconocido		

CUADRO 4. Determinación de aspecto dorsal (AD) o Índice Dorsal de Defran (DDR).

Nombre	Nic #	Defran Type	AB	Btop	Foto DDR	AB	Btop	Silueta DDR	Promedio
A1-2-4	1	A							
A1-0-1	0	-							
A1-0-17	1	A							
A1-2-27	4	D	40	56,1	0,713	18	25,5	0,706	0,709
A1-0-22	1	A							
A2-2-3	0	-							
A1-0-15	3	B							
A1-2-10	0	-							
A1-0-19	2	C	10,5	15,9	0,660	13,4	19,2	0,698	0,679
A1-0-25	3	C	1,4	7,8	0,179	2	10,4	0,192	0,186
A1-0-5	4	D	14,3	25,5	0,561	13,5	23,3	0,579	0,570
A1-0-13	1	A							
A1-2-9	2	C	14,5	39,7	0,365	13,6	39,2	0,347	0,356
A1-2-12	6	D	6,3	31,6	0,199	5	31	0,161	0,180
A1-0-14	0	-							
A1-0-29	1	A							
A1-0-24	6	D	6,6	28,6	0,231	4,7	29,2	0,161	0,196
A1-0-26	4	D	11,5	21,9	0,525	9,1	20,4	0,446	0,486
A1-0-28	2	C	13,9	27,1	0,513	16,7	37,4	0,447	0,480
A1-0-6	1	A							
A1-0-18	2	C	5	10,3	0,485	6,3	10,4	0,606	0,546
A1-0-2	2	C	4,7	12,8	0,367	4,6	12,4	0,371	0,369
A1-2-8	1	A							
A1-2-11	1	A							
A2-0-16	0	-							
A1-0-21	4	B							
A1-0-7	0	-							
A1-0-23	1	A							

CUADRO 5. Densidad y distribución de cuadros útiles para identificación individual según temporada y expedición, mediante DVideo-ID.

Nombre	# cuadros ID 1998	# Cuadros ID 1999	Total	Estandarizado
A1-2-4	12	15	27	9
A1-0-1	9	8	17	6
A1-0-17	13	1	14	5
A1-2-27	10	3	13	4
A1-0-22	5	7	12	4
A2-2-3	0	11	11	4
A1-0-15	4	7	11	4
A1-2-10	0	10	10	3
A1-0-19	1	7	8	3
A1-0-25	0	8	8	3
A1-0-5	0	7	7	2
A1-0-13	7	0	7	2
A1-2-9	0	6	6	2
A1-2-12	0	6	6	2
A1-0-14	0	6	6	2
A1-0-29	0	6	6	2
A1-0-24	1	5	6	2
A1-0-26	1	5	6	2
A1-0-28	0	6	6	2
A1-0-6	0	5	5	2
A1-0-18	0	5	5	2
A1-0-2	0	4	4	1
A1-2-8	0	4	4	1
A1-2-11	0	4	4	1
A2-0-16	4	0	4	1
A1-0-21	1	3	4	1
A1-0-7	0	3	3	1
A1-0-23	1	2	3	1

CUADRO 6. Grupos de tolerancia, en orden decreciente, según índice estandarizado de representatividad en el material de identificación.

Índice	9	6	5	4	3	2	1
Nombre	A1-2-4	A1-0-1	A1-0-17	A1-2-27	A1-2-10	A1-0-5	A1-0-2
				A1-0-22	A1-0-19	A1-0-13	A1-2-8
				A2-2-3	A1-0-25	A1-2-9	A1-2-11
				A1-0-15		A1-2-12	A2-0-16
						A1-0-14	A1-0-21
						A1-0-29	A1-0-7
						A1-0-24	A1-0-23
						A1-0-26	
						A1-0-28	
						A1-0-6	
						A1-0-18	

CUADRO 7. Detalle del material producido por DVideo-ID, en la población residente de delfines, próxima a isla Choros.

Descripción	Verano 1998	Verano 1999	Total
Cuadros presentando aletas (Nº en bruto)	96 (30%)	229 (70%)	325
Cuadros útiles desde el video (Nº cuadros ID)	69 (31%)	154 (69%)	223
% de cuadros útiles sobre el total	71,9%	67,2%	68,4%
Probabilidad de utilidad de un cuadro			P:0,32
Nº de identificaciones en cada temporada	13	26	39
Nº total de identificaciones sin repetición			28
Delfines identif. en sólo una temporada	2 (7%)	15 (54%)	17 (61%)
% de identif. sobre el total de identif./ temporada	15%	58%	
% de identif. sobre el total de identificados (28)	46%	93%	

FIGURA 6. Reconocimiento de individuos del POD-R de isla Chañaral, en isla Choros  
(Imágenes provenientes de video aficionado)



Individuo A1-0-15, avistado frente a isla Chañaral durante la expedición de enero de 1995, dos meses antes de la matanza, y reidentificado en isla Choros en 1998.



Individuo A1-2-4, avistado frente a isla Choros por el Sr. Guillermo Ruz, en Junio de 1995, identificado en el material de isla Chañaral 1991-1995.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

### Identificación Individual

Entre las dos temporadas (1998 y 1999), hubo diferencias en la forma en que se registraron los videos. Variaron las condiciones climáticas, el tiempo total de registro, el horario, el número de días, la ubicación en el velero y la experiencia del observador - camarógrafo. Sin embargo, el total de minutos de video para identificación y la proporción de cuadros útiles v/s tomados, es similar en las dos temporadas (aproximadamente 68%). El procesamiento de los datos fue similar para las dos temporadas. No obstante, 1999 presentó el doble de rendimiento (número de identificaciones) que la de 1998, y más de siete veces el número de delfines identificados en una única temporada.

Consideramos que esta diferencia se debe a haber trabajado, por las mañanas antes de la llegada de embarcaciones turísticas (aunque por menos tiempo), no haber destinado esfuerzo de observación desde las islas, haber utilizado siempre la misma embarcación y con el mismo procedimiento de acercamiento, permitiéndonos registrar delfines difíciles (54% de los delfines fueron identificados sólo en la temporada de 1999).

La re-identificación de individuos que fueron estudiados entre 1991 y 1995 en isla Chañaral, confirma la hipótesis de que el pod en isla Choros, es el mismo de isla Chañaral (POD-R), el cual se desplazó 27 kilómetros hacia el sur, en 1995 (ver Figura N°6). No obstante, la presencia de dos delfines, aparentemente una pareja, en el sitio original cercano a isla Chañaral, indica que no todos los individuos abandonaron su lugar de origen.

González *et al* (1989), señalan la existencia de 32 a 37 delfines para abril de 1990. Los estudios no publicados por los autores, realizados en el sitio de isla Chañaral entre 1991 y 1995, señalan un número aproximado de tres crías nuevas por año. Por lo que en 1995, la población debió ser constituida por al menos 40 individuos. El dramático descenso de su tamaño poblacional ( $\pm 25\%$ ) y la presencia de profundas cicatrices coloidales en algunos individuos en Punta de Choros, demuestran la veracidad de los relatos de los lugareños respecto de la matanza de la que fue objeto esta población en abril de 1995 (siete individuos según relatos de lugareños, 1998).

#### NÚMERO DE ANIMALES IDENTIFICADOS

Fueron identificados 28 delfines para la población residente de Punta de Choros, incluyendo el registro, en febrero de 1999, de la primera cría nacida allí, luego de tres años del cambio de distribución.

#### PERMANENCIA Y TIPO DE MARCAS SEGÚN SU ORIGEN

Los grupos de líneas paralelas de igual grosor, fueron atribuidos a mordidas propias de conductas intra-poblacionales. Las gruesas fueron atribuidas a golpes propinados por las embarcaciones, que denominaremos "embates". Acercamientos en video, revelaron detalles de la coloración blanca en el pedúnculo caudal de algunos individuos, indicando que se trata del resultado de una superposición de marcas provocadas por dientes, fruto de conductas intra-poblacionales.

Debido a su variación, es que aconsejamos utilizar la presencia de gusanos ancla en las aletas, para identificación individual, pero sólo como un complemento y restringiendo su uso comparativo a no más de un mes.

El número, tamaño y posición de los nics en las aletas dorsales, se mantiene al menos durante un año. El material registrado en años anteriores, indica que la adición de nuevos nics o aumento de tamaños de otros, es muy gradual, pudiendo ser una herramienta útil durante varios años.

Asumiendo que el uso de la mayor diversidad posible de tipos de marcas, precisará la identificación individual de los delfines del POD-R, y considerando los resultados expuestos en el Cuadro 2, sugerimos actualizar esta identificación cada cuatro años.

#### METODOLOGÍA EMPLEADA PARA IDENTIFICACIÓN INDIVIDUAL

No es necesario marcar artificialmente a los delfines, ya que además de las diferencias entre sus aletas dorsales, poseen abundantes cicatrices de diversas formas, texturas y tonalidades, que permite identificarlos. Sin embargo, es necesario mantener el esfuerzo de identificación ya que constantemente están adquiriendo nuevas cicatrices.

En términos generales, la metodología de identificación individual mediante video digital "DVideo-ID" empleada, es muy satisfactoria. Dado que la probabilidad de que un cuadro sea útil para identificación individual, mediante "DVideo-ID", es de  $p=0,32$  y se capturan 30 cuadros por segundo, se obtienen 10 cuadros útiles por segundo. Con un PC dedicado al video, se puede procesar e incluso analizar el material simultáneamente a ser registrado, posibilidad virtualmente vetada para las técnicas analógicas clásicas dado que requieren un laboratorio y tiempo para su revelado. La utilización de modernas cámaras fotográficas digitales, tampoco iguala el "DVideo-ID", dado que con el video se puede capturar el instante preciso cuando los animales exhiben sus marcas. El desarrollo tecnológico del video digital, ha logrado resoluciones

muy cercanas a la analógica, que unido a la metodología de procesamiento, análisis y administración de datos empleados en este trabajo, en nuestra opinión basada en su bajo costo y óptimo rendimiento, constituye actualmente la mejor herramienta para realizar estimaciones poblacionales e identificación individual en cetáceos menores. Esta técnica, que en su conjunto hemos denominado DVideo-ID, también puede ser utilizada en cetáceos mayores adecuando la subrutina IDetails de la base de datos.

La contribución del video submarino representa principalmente una fuente de marcas corporales cuando desde la superficie, no pueden registrarse debido a la conducta del delfín y/o un fuerte oleaje. Así entonces, esta es una alternativa para ambientes superficiales difíciles y para la determinación de sexo mediante imágenes de la posición relativa del pliegue genital. Sin embargo, dado que requiere que los animales se acerquen al buzo camarógrafo, es que su alcance está limitado por la curiosidad individual. En este estudio, sólo el 10.7% de los individuos del POD-R incluye cuadros submarinos, correspondiendo éstos al 9.4% de la totalidad de cuadros de identificación.

Ubicación del Observador y Recomendaciones Generales. El error implícito descrito en el punto Identificación Individual y detallado en el punto Métodos de Estimación de Tamaños Poblacionales, recomienda, con esta población de delfines, evitar la realización de actividades de identificación individual, desde las islas. En cambio sugiere hacerlo desde embarcaciones menores siguiendo las técnicas de acercamiento descritas en Sanino y Yáñez (1998). Desde el "LEVIATHAN II", las mejores ubicaciones fueron el púlpito de proa y las amuras. La mejor maniobra de acercamiento fue aquella que involucra una detención a la deriva.

Durante el registro en video, es recomendable familiarizarse con el equipo de manera de evitar la observación de los animales desde el visor de la cámara. De esta misma manera, el uso del "zoom" acercándolo cuando hay un delfín en cuadro e inmediatamente alejarlo cuando sale de cuadro, asegura al menos la obtención de imágenes del cuerpo en general y de algunos detalles durante el acercamiento. Esto evita la pérdida de tiempo en buscar los delfines fuera de cuadro, sin embargo demanda un uso más exigente de las baterías de la cámara.

#### INDICE DORSAL DE DEFRAN

El índice dorsal de Defran (Defran *et al.* 1990), coincidió con 39,3% de las identificaciones de la subrutina "IDetails", y no aportó ninguna distinta. Esta diferencia de rendimiento, la atribuimos al uso de un mayor número de caracteres y diversidad de marcas que son empleadas por la base de datos "Cetacean Research DB2.0", disminuyendo así la posibilidad de duplicar identificaciones.

Dado que no existen diferencias significativas en el determinar este índice en las imágenes o en las siluetas, queda demostrada la utilidad, con un 95% de certeza, de la metodología empleada para crear los esquemas de la silueta, de las aletas dorsales a partir de imágenes de video.

#### NIVELES DE TOLERANCIA

La distancia a la que se acercan los delfines es muy variada y depende de particularidades conductuales de cada animal. Esto es válido tanto para los encuentros en superficie (embarcaciones) como submarinos (buzos). Los delfines que realizan conductas de «bow-riding» (nado bajo la proa) son generalmente los mismos individuos. Así entonces, la probabilidad de que un ejemplar sea registrado por el video de forma exitosa para su identificación, no es la misma para todos; la densidad de cuadros de identificación (ID frames) es proporcional a cuanto se acerca

voluntariamente un delfín al observador y cuanto tiempo permanece ahí. De esta manera, consideramos la tolerancia tiene niveles que son propios de cada individuo. El Cuadro N°6, agrupa a estos delfines en niveles de tolerancia a la presencia de embarcaciones, constituyendo una herramienta de potencial utilidad para estudios etológicos sobre esta población.

Los niveles de tolerancia individual presentan una diferencia de más de nueve veces entre los más tolerantes y los más esquivos.

### Estimación de Tamaño Poblacional

La estimación de tamaño poblacional para el POD-R, determinada entre los años 1998 y 1999, corresponde a  $31(\pm 3)$  con un 95% de certeza, según la dinámica de la probabilidad porcentual de tener todos los miembros del grupo identificados, mediante fotografía (Würsig, 1978; Ballance, 1987; Würsig y Jefferson, 1990). Sin embargo, las condiciones en que se generan los cuadros de identificación, por fotografía y DVideo-ID, son muy diferentes. El alto rendimiento de 10 cuadros útiles para identificación por segundo y la libertad del video ante la fotografía para capturar el instante óptimo, sugieren que la estimación real de tamaño poblacional debiera aproximarse más a las 28 identificaciones, y la necesidad desarrollar más estudios empleando esta técnica, para poder determinar la probabilidad porcentual de que todos los miembros del grupo estén identificados con relación a su densidad de cuadros ID.

Complementariamente, durante la temporada estival de 2000, se registró la presencia de tres nuevas crías y de una pareja de delfines, no identificados anteriormente cerca de i. Choros, que se mantuvo a cierta distancia del grupo principal. Posiblemente, se trata de la pareja de delfines de isla Chañaral. Si bien estos datos deben ser confirmados mediante DVideo-ID, sugieren que la aplicación de normas de mitigación por parte de los lugareños desde mediados de 1999, gracias al proyecto social «Turismo Seguro» de LEVIATHAN, los habitantes de Punta de Choros han superado algunos conflictos descritos por Sanino y Yáñez (1998), contribuyendo así con la recuperación de esta población sin sacrificar los beneficios que tiene para esta caleta, la actividad económica turística.

### MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE TAMAÑOS POBLACIONALES

Las opiniones de autoridades administrativas, lugareños y aficionados, sobre el tamaño de la población residente, son tan variadas como frecuentes; oscilando entre 15 y 200 individuos (Lugareños *comm. pers.*, 1998 y 1999). Es el resultado de contar a visión directa y en el mejor de los casos, desde los altos farallones isla Choros. Los resultados de las actividades de estimación poblacional, por parte de los voluntarios apostados en las islas, presentaron grandes diferencias dependientes del observador, el estado del mar, la posición del sol, además de las usuales duplicaciones de identificación debido a la alta movilidad de estos animales, y la confusión con lobos marinos y olas asincrónicas sobre los bajos.

El uso de lentes más poderosos, sólo logró disminuir el campo visual y con ello la probabilidad de registrar el preciso instante en que un delfín exhibe su aleta dorsal. Adicionalmente, la más leve vibración provocada por fuerte viento ascendente por los farallones, u otro agente, dificultó el encuadre que se desea registrar. Los accesorios para disminuir esta vibración, como bolsas de arena sobre los lentes y uso de trípodes profesionales de mayor tamaño, impidieron la necesaria libertad y agilidad que se requieren para seguir los movimientos de los animales. Por lo anterior, recomendamos realizar estimaciones de tamaño poblacional del POD-R, sólo por métodos formales, a la menor distancia posible, nunca desde las islas, y

preferentemente mediante DVideo-ID por personal no solamente capacitado, sino también con una debida experiencia para evitar confusiones en las autoridades administrativas.

El uso de la ecosonda frontal SeaScout, resultó de gran utilidad para determinar las actividades de los delfines bajo el agua, velocidad de desplazamiento, profundidad y formación grupal, pero no permitió estimar su tamaño poblacional. Esto porque dependiendo de la cercanía entre los individuos, la pantalla presenta fusionados los puntos, en una nube que no permite determinar el número de individuos que la forman. Posiblemente el uso de ecosondas del tipo de la "PC/View" de Interphase, pero con un software especializado, basado en algoritmos de redes neuronales, podría solucionar este inconveniente y constituir la herramienta definitiva para determinar efectivamente el número de individuos que forman un grupo de mamíferos marinos (u otro animal de similar dimensión) nadando hasta 1200 y 640 pies, frente y bajo la embarcación respectivamente.

A partir de los resultados presentados en el Cuadro N°6 sobre «tolerancia individual», concluimos que la técnica de «marca y recaptura» no debiera ser utilizada, por cuanto no se cumple un supuesto básico del modelo, cual es que la probabilidad de ser «marcado» y «recapturado» sea la misma para todos los individuos de la población.

#### RELACIÓN CON OTRAS POBLACIONES

Existe otra población, que no es residente pero que visita la zona eventualmente. Dicha población es bastante más numerosa, pero no está claro si se une a la residente en los ingresos a zonas costeras y menos si comparten material reproductivo o no. El análisis de los videos realizados durante la primera expedición, sobre esta población visitante, puede aclarar esta interrogante si identificamos algunos individuos de la población residente entre ellos.

Los grandes números de delfines, de aproximadamente 200 animales, vistos por los lugareños y aficionados, pueden corresponder al error de confundir la población residente, con las visitas de grandes subgrupos de la población oceánica de *Tursiops truncatus*. La identificación individual del material audiovisual de LEVIATHAN sobre esta población, junto a los resultados de su comparación génica, dilucidarán si existe o no una relación entre estas poblaciones.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las opiniones e interés mostrado por Koen Van Waerebeek (PhD), Bob Pitman (PhD), Luis Pastene (PhD), Deborah Thiele (PhD), José Truda Palazzo Jr. y algunas instituciones de investigación, sobre la metodología de "DVideo-ID" y especialmente la base de datos "Cetacean Research DB2.0", diseñada en Leviathan para este proyecto. A la Srta. Elsa Cabrera por su ayuda en terreno y aporte en equipos profesionales de video. Al Museo Nacional de Historia Natural por su valioso e incondicional apoyo, al Stadio Italiano por permitirnos realizar los cursos de capacitación para los más de 100 voluntarios y a todos ellos que, con su colaboración, hicieron posible el desarrollo del proyecto TURSIOPS98/99. Especialmente al Sr. Guillermo Ruz, videísta aficionado que habita en la zona y es poseedor de abundante material, con el cual contribuyó valiosamente en este y otros trabajos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLANCE, L.

- 1987 Ecology and Behaviour of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in the Gulf of California, Mexico. Tesis de Magister presentada al Moss Landing Marine Laboratories. 96 p.

DEFRAN, R., SHULTZ, G. y WELLER, D.

- 1990 A technique for the photographic identification and cataloging of dorsal fins of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). SC/A88/P4 Rep. Int. Whal. Comm. (Special Issue 12).

FINDLAY, K., PITMAN, R., TSURUI, T., SAKAI, K., ENSOR, P., IWAKAMI, H., LJUNGBLAD, D., SHIMADA, H., THIELE, D. VAN WAEREBEEK, K., HUCKE, R. y SANINO P.

- 1998 1997/1998 IWC-Southern Ocean Whale and Ecosystem Research (IWC-SOWER) Blue Whale Cruise, Chile. Reporte final del tercer crucero de investigación de ballena azul, del programa SOWER de la Comisión Ballenera Internacional. 39 p.

GONZALEZ, J., CAPELLA, J. y GIBBONS, J.

- 1989 Delfines nariz de botella *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) habitando frente a isla Chafaral, Provincia de Huasco, Chile. Estudios Oceanológicos 8:67-71.

SANINO, P. y YÁÑEZ, J.

- 1998 Efectos del Turismo de Observación de Cetáceos: Reserva Nacional Pingüino de Humboldt. Trabajo presentado durante el IV Congreso Internacional de Gestión en Recursos Naturales, Puyehue. Diciembre de 1998.

WÜRSIG, B.

- 1978 Occurrence and group organization of Atlantic bottlenose porpoises (*Tursiops truncatus*) in an Argentine Bay. Biol. Bull. 154:348-359.

WÜRSIG, B. y WÜRSIG, M.

- 1977 The Photographic Determination of Group Size, Composition, and Stability of Coastal Porpoises (*Tursiops truncatus*). Science 198:755-756.

WÜRSIG, B. y JEFFERSON, T.

- 1990 Methods of Photo-Identification for Small Cetaceans. SC/A88/ID13 Rep. Int. Whal. Comm. (Special Issue 12).

YÁÑEZ, J.

- 1997 Reunión de Trabajo de Especialistas en Mamíferos Acuáticos para Categorización de Especies según Estado de Conservación. Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural, Chile 330:8-16.



## **CATÁLOGO DE LOS PECES LITORALES DE LAS ISLAS DESVENTURADAS (CA. 26° S) RECOLECTADOS DURANTE FEBRERO 1997, Y DEPOSITADOS EN LA COLECCIÓN DEL MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL, CHILE**

ROBERTO MELÉNDEZ C. y AUGUSTO CORNEJO C  
Museo Nacional de Historia Natural, Casilla 787, Santiago, Chile.  
rmelendez@mnhn.cl acornejo@mnhn.cl

### RESUMEN

Se presenta un catálogo de algunas especies de peces litorales de las Islas Desventuradas (ca. 26°S), depositados en la colección de peces del Museo Nacional de Historia Natural, Chile. Estos fueron capturados durante el transcurso de la expedición "Islas Oceánicas Chilenas 1997" (IOC '97), entre febrero y marzo de 1997.

Este catálogo incluye 19 especies, pertenecientes a 16 familias, con un total de 172 ejemplares.

---

Palabras clave: Ictiología, Osteichthyes, Pacífico Sur-oriental.

### ABSTRACT

**Catalog of littoral fishes from Desventuradas Island (ca. 26°S) collected during February 1997, and housed at the collection of the Museo Nacional de Historia Natural, Chile.** A catalog of littoral fish species from Desventuradas Islands (ca. 26°S) deposited in the collection of the Museo Nacional de Historia Natural, Chile is given. These fishes were captured during the cruise "Islas Oceánicas Chilenas 1997" (IOC '97), in February and March, 1997. This catalog includes 19 species belonging to 16 families on a total of 172 specimens.

---

Key words: Ichthyology, Osteichthyes, Eastern South Pacific

### INTRODUCCIÓN

Los viajeros y expediciones científicas a las Islas Desventuradas han sido esporádicos (Bahamonde 1987), sin embargo el conocimiento de la diversidad íctica de esas islas se ha incrementado en las últimas décadas, tanto por la intervención de investigadores extranjeros, principalmente sobre descripción de nuevas especies o nuevos registros (ej. Robins 1991, Grande 1999), y de investigadores chilenos, como Sepúlveda (1987), quien entrega listados de especies de peces para las islas oceánicas chilenas y Pequeño y Sáez (2000), quienes señalan el endemismo y relaciones ictiogeográficas de las islas Desventuradas y del Archipiélago de Juan Fernández, con otras islas en el Pacífico y el continente suramericano, entre otros. Sin embargo, es necesario

continuar con los estudios que nos permitan ahondar sobre el conocimiento de la ictiología insular y sobre el resto de la fauna y flora del lugar, con el objeto de señalar la importancia de toda la biota marina del archipiélago. Al respecto, es importante indicar que las Islas Desventuradas, ubicadas aproximadamente a la misma longitud que el Archipiélago de Juan Fernández, pero en latitud frente a Chañaral (ca. 26° 20'S) son consideradas por Pequeño y Lamilla (1996) como el punto más oriental de la influencia Indo-Pacífica, mientras que las islas Robinson Crusoe y Alejandro Selkirk latitudinalmente situadas frente a San Antonio (ca. 33°40'S), poseen una escasa presencia de especies indo-pacíficas. Sin embargo, la intensidad de los muestreos realizados no siempre es suficiente; de esta forma es necesario continuar con las recolecciones de estos peces, como también ampliarlas a las especies de mayor profundidad.

El presente catálogo tiene como objeto poner en valor la colección de peces del Museo, como también incentivar el incremento de ellas a través de donaciones de especímenes por parte de nuestros lectores. En este catálogo se incluyen un total de 172 ejemplares distribuidos en 16 familias y 19 especies.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Los ejemplares capturados provienen de la expedición "Marine fauna and zoogeography of chilean marine islands" financiada por la National Geographic Society, Grant N° 5752-96, entre Febrero-Marzo de 1997, a bordo del B/I "Carlos Porter". Los muestreos se realizaron con el siguiente itinerario: Islas Desventuradas: Isla San Ambrosio, desde el 20 al 23 de febrero. Isla San Félix, desde el 24 al 28 de febrero. Para la captura de los peces se utilizaron diferentes métodos, principalmente el buceo autónomo con el apoyo de rotenona, arpón, y chinguillos, además de redes de playa, líneas de pesca, y una pequeña red de arrastre, esta última usada sólo en la isla San Félix. El material ictiológico se conserva en formol 10%.

La presentación de los resultados sigue el esquema de Meléndez *et al.* (1993), en que posterior al número de catalogación y entre paréntesis se indica la cantidad de ejemplares. La ordenación sistemática sigue a Eschmeyer (2001).

### AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Mark Westneat, jefe del proyecto National Geographic N°5752-96 por la gentil invitación al primer autor para participar en el desarrollo de la expedición. A la tripulación del B/P "Carlos Porter" por la cooperación brindada en el transcurso de la expedición IOC '97. El equipo de recolectores estuvo compuesto por: Mark Westneat, Rüdiger Bieler y Melina E. Hale, Field Museum of Natural History, Chicago, U.S.A. Brian Dyer, Universidad del Mar, Chile. Julio Lamilla, Universidad Austral de Chile, Marcel Duhart, Sergio Letelier y Roberto Meléndez, Museo Nacional de Historia Natural, Chile.

## CATÁLOGO SISTEMÁTICO

Clase Actinopterygii

Orden Anguilliformes

Familia Muraenidae

*Gymnothorax australicola* Lavenberg, 1992

MNHNC P. 7154 (1) DET.: B. Dyer. LOCALIDAD: Isla San Ambrosio. 23-feb-1997.

Familia Ophichthyidae

*Scolecenchelys chilensis* (McCosker, 1970)

MNHNC P. 7152 (1) DET.: R. Meléndez y B. Dyer. LOCALIDAD: Isla San Ambrosio. 23-feb-1997.

MNHNC P. 7183 (1) DET.: R. Meléndez y B. Dyer. LOCALIDAD: Isla San Félix. 28-feb-1997.

Orden Gadiformes

Familia Moridae

*Lotella fernandeziana* Rendahl, 1921

MNHNC P. 7139 (4) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Ambrosio. 21-feb-1997.

MNHNC P. 7150 (4) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Ambrosio. 23-feb-1997.

MNHNC P. 7157 (3) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Félix. 26-feb-1997.

MNHNC P. 7172 (2) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Félix. 24-feb-1997.

MNHNC P. 7173 (3) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Félix. 28-feb-1997.

MNHNC P. 7184 (1) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Ambrosio. 23-feb-1997.

MNHNC P. 7190 (3) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Félix. 26-feb-1997.

Order Beryciformes

Familia Trachichthyidae

*Paratrachichthys fernandezianus* (Günther, 1887)

MNHNC P. 7144 (8) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Ambrosio. 21-feb-1997.

MNHNC P. 7156 (4) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Félix. 26-feb-1997.

Familia Monocentridae

*Monocentris reedi* Schultz, 1956

MNHNC P. 7141 (3) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Ambrosio. 21-feb-1997.

MNHNC P. 7158 (5) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Félix. 26-feb-1997.

MNHNC P. 7163 (1) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Félix. 24-feb-1997.

MNHNC P. 7171 (2) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Félix. 24-feb-1997.

MNHNC P. 7174 (4) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Félix. 28-feb-1997.

MNHNC P. 7195 (1) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Félix. 28-feb-1997.

Orden Scorpaeniformes

Familia Scorpaenidae

*Scorpaena fernandeziana* Steindachner, 1875

MNHNC P. 7137 (1) DET.: B. Dyer. LOCALIDAD: Isla San Ambrosio. 21-feb-1997.

MNHNC P. 7145 (2) DET.: B. Dyer. LOCALIDAD: Isla San Ambrosio. 23-feb-1997.

MNHNC P. 7164 (3) DET.: B. Dyer. LOCALIDAD: Isla San Félix. 24-feb-1997.

MNHNC P. 7178 (3) DET.: B. Dyer. LOCALIDAD: Isla San Félix. 28-feb-1997.

MNHNC P. 7192 (3) DET.: B. Dyer. LOCALIDAD: Isla San Félix. 26-feb-1997.

*Scorpaenodes engleri* Eschmeyer y Allen, 1971

MNHNC P. 7170 (2) DET.: B. Dyer. LOCALIDAD: Isla San Félix. 24-feb-1997.

MNHNC P. 7188 (1) DET.: B. Dyer. LOCALIDAD: Isla San Félix. 28-feb-1997.

MNHNC P. 7196 (1) DET.: B. Dyer. LOCALIDAD: Isla San Félix. 23-feb-1997.

Orden Perciformes

Sub Orden Percoidei

Familia Serranidae

*Hypoplectrodes semicinctun* (Valenciennes, 1833)

MNHNC P. 7138 (1) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Ambrosio. 21-feb-1997.

MNHNC P. 7148 (1) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Ambrosio. 23-feb-1997.

MNHNC P. 7159 (1) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Félix. 26-feb-1997.

MNHNC P. 7179 (1) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Félix. 28-feb-1997.

MNHNC P. 7203 (1) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Ambrosio. 23-feb-1997.

Familia Chaetodontidae

*Amphichaetodon melbae* Burgess y Caldwell, 1978

MNHNC P. 7143 (1) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Ambrosio. 21-feb-1997.

MNHNC P. 7149 (1) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Ambrosio. 23-feb-1997.

MNHNC P. 7166 (1) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Félix. 25-feb-1997.

MNHNC P. 7177 (1) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Félix. 28-feb-1997.

Familia Cheilodactylidae

*Nemadactylus gayi* (Kner, 1865)

MNHNC P. 7187 (1) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Ambrosio. 23-feb-1997.

## Familia Chironemidae

***Chironemus bicornis*** (Steindachner, 1898)

MNHNC P. 7176 (1) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Félix. 28-feb-1997.

## Familia Carangidae

***Caranx georgianus*** Cuvier, 1833

MNHNC P. 7151 (2) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Ambrosio. 23-feb-1997.

MNHNC P. 7194 (1) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Félix. 26-feb-1997.

## Familia Kyphosidae

***Girella felicianana*** Clark, 1938

MNHNC P. 7165 (6) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Félix. 24-feb-1997.

MNHNC P. 7204 (11) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Ambrosio. 23-feb-1997.

***Scorpius chilensis*** Guichenot, 1848

MNHNC P. 7142 (2) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Ambrosio. 21-feb-1997.

MNHNC P. 7147 (2) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Ambrosio. 23-feb-1997.

MNHNC P. 7155 (1) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Félix. 26-feb-1997.

MNHNC P. 7160 (2) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Félix. 26-feb-1997.

MNHNC P. 7167 (1) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Félix. 25-feb-1997.

MNHNC P. 7185 (1) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Ambrosio. 23-feb-1997.

## Sub Orden Labroidei

## Familia Labridae

***Malapterus reticulatus*** Valenciennes, 1839

MNHNC P. 7146 (3) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Ambrosio. 23-feb-1997.

MNHNC P. 7168 (1) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Félix. 25-feb-1997.

MNHNC P. 7175 (3) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Félix. 28-feb-1997.

MNHNC P. 7182 (3) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Félix. 28-feb-1997.

MNHNC P. 7193 (6) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Félix. 26-feb-1997.

MNHNC P. 7202 (6) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Ambrosio. 23-feb-1997.

***Pseudolabrus gayi*** (Valenciennes, 1839)

MNHNC P. 7162 (2) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Félix. 24-feb-1997.

MNHNC P. 7180 (2) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Félix. 28-feb-1997.

Familia Pomacentridae

***Chromis crusma*** (Valenciennes, 1833)

MNHNC P. 7140 (1) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Ambrosio. 21-feb-1997.

MNHNC P. 7186 (2) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Ambrosio. 23-feb-1997.

Sub Orden Blenniodei

Familia Blennidae

***Scartichthys variolatus*** (Valenciennes, 1836)

MNHNC P. 7153 (2) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Ambrosio. 23-feb-1997.

MNHNC P. 7161 (3) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Félix. 24-feb-1997.

MNHNC P. 7169 (1) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Félix. 24-feb-1997.

MNHNC P. 7181 (5) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Félix. 28-feb-1997.

MNHNC P. 7191 (1) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Félix. 26-feb-1997.

MNHNC P. 7206 (5) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Ambrosio. 21-feb-1997.

Orden Pleuronectiformes

Familia Bothidae

***Paralichthys schmitti*** Ginsburg, 1933

MNHNC P. 7189 (3) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Félix. 28-feb-1997.

Familia Soleidae

***Aseraggodes bahamondei*** Randall y Meléndez, 1987

MNHNC P. 7205 (8) DET.: R. Meléndez y A. Cornejo. LOCALIDAD: Isla San Félix. 28-feb-1997.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAHAMONDE, N.

1997 San Félix y San Ambrosio, las islas llamadas Desventuradas. pp. 85-100. En: J.C. Castilla (ed.). Islas oceánicas chilenas: Conocimiento científico y necesidades de investigación. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago.

ESCHMEYER, W.

2001 The catalog of fishes. On line. <http://www.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatsearch.html>

GRANDE, T.

1999 Revision of the Genus *Gonorynchus* Scopoli, 1777 (Teleostei: Ostariophysii). *Copeia* 1999(2): 453-469.

MELÉNDEZ, R., GÁLVEZ, O. y CORNEJO, A.

1993 Catálogo Colección de Peces Depositada en el Museo Nacional de Historia Natural de Chile. Publicación Ocasional Museo Nacional Historia Natural, Chile 47:1 - 233.

PEQUEÑO R., G. y LAMILLA, J

1996 Desventuradas islands, Chile: the easternmost outpost of the Indo-west Pacific zoogeographic region. *Revista Biología Tropical* 44(2):887-889.

PEQUEÑO R., G. y SÁEZ R., S.

2000 Los peces litorales del archipiélago de Juan Fernández (Chile): endemismo y relaciones ictiogeográficas. *Investigaciones Marinas, Valparaíso* 28:27-37.

ROBINS, C. R.

1991 Two new species of *Ophidion* (Pisces: Ophidiidae) from remote islands of the eastern Pacific. *Contribution in Science (Los Angeles)* 427: 1-11.

SEPÚLVEDA, J.I.

1987 Peces de las islas oceánicas de Chile. pp. 225-245. En: J.C. Castilla (ed.). *Islas oceánicas chilenas: Conocimiento científico y necesidades de investigación*. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago.



## MOLUSCOS BIVALVOS Y GASTRÓPODOS DEL MIOCENO MARINO DE ISLA STOKES, SUR DE CHILE

DANIEL FRASSINETTI C.

Museo Nacional de Historia Natural, Casilla 787, Santiago, Chile

Email: dfrassinetti@mnhn.cl

### RESUMEN

Se da a conocer la fauna de moluscos fósiles (bivalvos y gastrópodos), reconocida en muestras recolectadas en Isla Stokes (Archipiélago de Los Chonos), Sur de Chile, localidad para la cual existía escasa información paleontológica. Se determinaron 9 especies de bivalvos y 15 de gastrópodos, entregándose observaciones taxonómicas y comentarios adicionales; de ellas 8 están, además, ilustradas.

La asociación faunística estudiada sugiere una edad mioceno inicial a medio, basada principalmente en su estrecha relación con la del Miembro Navidad de la Fm. Navidad, en su localidad típica de Chile central.

---

Palabras clave: Paleontología, Taxonomía, Moluscos, Mioceno, Isla Stokes, Sur de Chile.

### ABSTRACT

**Bivalves and gastropods mollusks of the marine Miocene at Stokes island, Southern Chile.**

Bivalves and gastropods in fossiliferous samples collected at Stokes island (Los Chonos Archipelago), Southern Chile, which showed limited paleontological information, are reported. Nine bivalve species and fifteen gastropods were determined; taxonomic remarks and comments for each species are included; some of them (8) are figured.

An Early to Middle miocene age is suggested for the faunistic association, principally favoured for its close relation with that from the Navidad Member of the Navidad Formation in its typical locality in central Chile.

---

Key words: Paleontology, Taxonomy, Mollusks, Miocene, Stokes island, Southern Chile.

### INTRODUCCIÓN

En los años 1983 y 1984, se llevaron a cabo trabajos de terreno y recolección de material paleontológico en islas del Archipiélago de Los Chonos y del interior del Golfo Tres Montes, en el sur de Chile, con el apoyo del barco oceanográfico R/V Hero. Tales campañas dieron origen a una valiosa información de terreno y a importantes colecciones de invertebrados atribuidas al Neógeno, que se encuentran depositadas en la Sección Paleontología del Museo Nacional de Historia Natural en Santiago de Chile.

La mayoría del material obtenido proviene, en general, de localidades de las cuales se tenía escasa, o ninguna información paleontológica, debido fundamentalmente, a su aislamiento geográfico y difícil acceso. La única información previa disponible, sobre los moluscos fósiles de las islas Stokes, Ipún y Lemo, corresponde a DeVries *et al.* (1984). El objetivo central de esta contribución es dar a conocer el conjunto de la fauna de moluscos fósiles recolectados en Isla Stokes, adicionando comentarios y observaciones respecto de cada una de las especies determinadas. La edad Mioceno inicial a medio atribuida a la asociación faunística fósil reconocida, se basa en su correlación con la presente en el Miembro Navidad, de la Formación Navidad en Chile central (*sensu* Tavera, 1979).

Las abreviaturas L y Al corresponden, respectivamente, a largo y alto; el acrónimo SGO.PI, que antecede a los números de catálogo de los especímenes, indica colecciones de invertebrados fósiles del Museo Nacional de Historia Natural de Santiago. El número que se indica en paréntesis, después del N° de catálogo, corresponde al punto específico de muestreo en cada localidad, según la Figura 1.

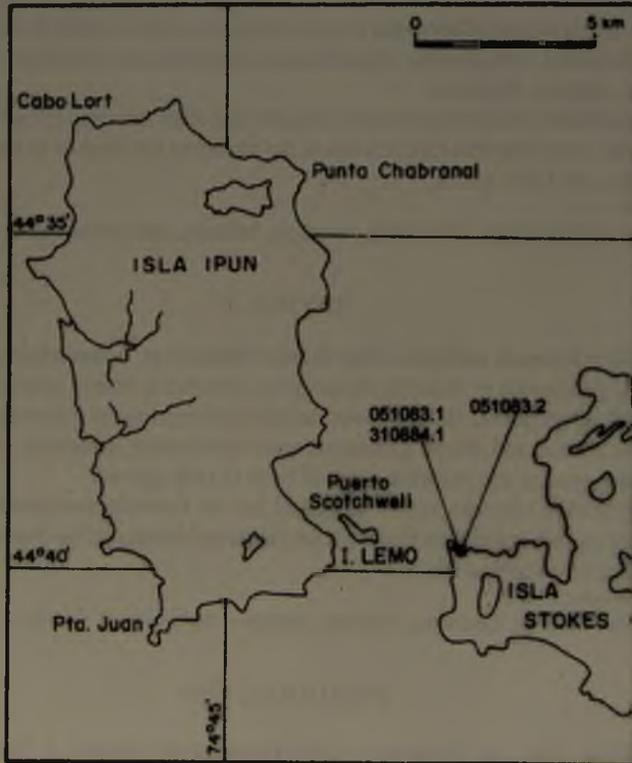


FIGURA 1. Ubicación de las muestras estudiadas en el extremo occidental de isla Stokes (muestras N° de terreno 051083.1, 310884.1 y 051083.2)



FIGURA 2. Isla Stokes: depósitos fosilíferos en área de muestra N° de terreno 310884 (Foto autor).

#### PROCEDENCIA DEL MATERIAL

Los depósitos fosilíferos de Isla Stokes (Archipiélago de Los Chonos), en los cuales se recolectó el material estudiado en esta oportunidad, se ubican en el extremo noroeste de la península que se destaca al occidente de la isla, frente a la pequeña Isla Lemo (Figuras 1 y 2).

Los números de terreno 051083.1 y 310884.1, corresponden al mismo punto de muestreo, situado en el sector más occidental de la puntilla, donde afloran areniscas limosas fosilíferas de la plataforma de abrasión marina. El punto 051083.2 corresponde a un nivel de areniscas de grano fino, muy cementadas, con concreciones y con menos fósiles, ubicado ligeramente al este de los anteriores.

#### OBSERVACIONES SOBRE LA FAUNA

##### MOLLUSCA: BIVALVIA

##### *Cucullaea alta* Sowerby, 1846

*Cucullaea alta* Sowerby, 1846, p.252, lám.2, figs. 22-23; S. Cruz y Port Desire, Patagonia.

En un ejemplar bastante completo, con sus valvas desplazadas, se observa su gruesa concha y forma subcuadrangular, muy inflada, con el umbo fuertemente proyectado hacia la línea cardinal; presenta arista umbonal posterior, mejor definida hacia la región umbonal; margen ventral redondeado. La forma general de las valvas y su gran abombamiento diferencia este material de *Cucullaea chilensis* Philippi, 1887, que presenta valvas elongadas oblicuamente hacia la región posterior, con el borde ventral subparalelo a la línea charnelar.

Una valva derecha mide  $L = ca. 90,0$  y  $Al = 81,0$ , con una relación alto/largo de  $0,90$ ; el holotipo de *C. chilensis* (SGO.PI.349) mide  $L = 82,7$  y  $Al = 68,6$ , con una relación alto/largo de  $0,82$ ; otro ejemplar de esta especie (Col. Philippi; Matanzas) mide  $L = 92,3$  y  $Al = 73,6$ , con una relación alto/largo de  $0,79$  (Frassinetti y Covacevich, 1993).

*Cucullaea alta* ha sido citada para la Formación Guadal (Oligoceno Superior-Mioceno Inferior) en Pampa Castillo, Aisén (Frassinetti y Covacevich, 1999).

Material: SGO.PI.5948 (051083.1) y 5949 (051083.2).

***Glycymeris (Glycymeris) sp.***

Fig. 3

Una valva derecha, con su área ligamentaria y plataforma charnelar fracturadas, que mide  $L = ca. 41,0$  y  $Al = 43,0$ ; presenta una concha inequilateral, de contorno suboval, con el sector posterior algo expandido oblicuamente, con una leve carena umbonal posterior, más notoria en el área de los umbones. La concha es de superficie casi lisa y sólo hacia el borde ventral se observan claras líneas de crecimiento irregulares, bajas y sinuosas. Borde ventral con crenulaciones moderadas.

*Glycymeris (Glycymeris) sp.* se diferencia de *Glycymeris (Glycymeris) taverai* Frassinetti y Covacevich, 1984 por su concha ostensiblemente más delgada y liviana y por su área charnelar menos desarrollada. Esta última especie ha sido descrita del conglomerado de la parte inferior, o basal, del Miembro Lincancheu (Formación Navidad) en el sentido de Tavera (1979), y fue asignada tentativamente por sus autores al Mioceno Medio; ella se caracteriza por su concha notablemente gruesa y pesada, además de un área charnelar ancha y muy fuerte. También es distinta de *Glycymeris (Glycymeris) taitaoensis* Frassinetti y Covacevich, 1991, por sus bordes dorsales anterior y posterior más bien convexos, que le dan a la concha un contorno suboval, en vez de rectilíneos, que definen un



FIGURA 3. *Glycymeris (Glycymeris) sp.* SGO.PI.5961; N° terreno 310884.1;  $L = ca. 41,0$ ;  $Al = 43,0$ ; x 1.

contorno triangular de las valvas de *G. (G.) taitaoensis*; esta especie fue descrita de depósitos fosilíferos de la costa oeste de Fiordo Newman y algunos puntos de Isla Crosslet, al interior de Golfo Tres Montes (Golfo de Penas, Aisén), con una edad tentativa Mioceno terminal (Frassinetti y Covacevich, 1991).

El escaso material disponible impide definir claramente su posición específica.

Material: SGO.PI.5950 (051083.2) y 5951 (310884.1).

***Pinna semicostata* Philippi, 1887**

*Pinna semicostata* Philippi, 1887, p.199, lám.43, fig.10; Navidad.

Un fragmento correspondiente a la parte anterior de un ejemplar, de forma triangular, con sus valvas articuladas, mide  $ca. 44,0$  mm de longitud. Presenta carena mediana en sus valvas y ornamentación de costas radiales entre ésta y el borde dorsal ( $ca.7$ ); en el sector ventral se observan ondulaciones oblicuas, poco uniformes; bordes dorsales rectos.

*Pinna semicostata* presenta ornamentación más débil y forma más estrecha que la distingue de *Pinna magellanica* (Ihering, 1907), en el sentido de Frassinetti y Covacevich (1999); del mismo modo, el modelo de ornamentación, la separa de *P. costata* Philippi, 1887, procedente de Llancahue.

Material: SGO.PI.5952 (051083.1).

***Trachycardium puelchum* (Sowerby, 1846)**

Fig.4

*Cardium puelchum* Sowerby, 1846, p.251, lám.2, fig.15; S. Cruz, Patagonia.

Dos ejemplares con ambas valvas articuladas. El más pequeño mide  $L = 20,7$  y  $AI = 19,6$ ; el mayor  $L = 52,5$  y  $AI = 54,5$ . Valvas de contorno subcircular, con el sector posterior de la concha subcarinado o con leve angulación desde el ápice hacia el borde posteroventral, marcado por una costilla que se destaca por sobre las demás. A partir de la angulación, las costas radiales del sector posterior (12-13 y 15, respectivamente) se observan algo más angostas y altas que las del resto del disco valvar (ca.39 en el ejemplar más pequeño), presentando, progresivamente, hacia las más posteriores, delicadas puntuaciones en sus costados o sobre ellas; costillas radiales y espacios intercostales de ancho similar.

*Trachycardium multiradiatum* (Sowerby, 1846), conocida para la Formación Navidad, en Chile central, alcanza tamaños mayores y presenta una ornamentación radial de costas aplanadas, muy uniformes en toda la superficie de la concha, sin trazas de angulación umbonal posterior.

Por otra parte, *Patagonocardium philippii* (Ihering, 1897) y *P. iheringi* Frassinetti y Covacevich, 1999, reconocidas de depósitos de la Formación Guadal

(Oligoceno Superior-Mioceno Inferior) en Pampa Castillo, Aisén, presentan una serie de costas radiales anchas y divididas por un surco en el sector anterior de la concha, diferenciables a las del resto del disco, característica que no se presenta en este material de Isla Stokes estudiado.

Material: SGO.PI.5953 (051083.2) y 5954 (051083.1).

***Chione patagonica* (Philippi, 1887)***Venus patagonica* Philippi, 1887, p.115, lám.17, fig.3; Santa Cruz.

Una valva derecha adherida a la roca, que mide  $L = 18,0$  y  $AI = 15,0$ . Se observan elementos característicos de esta especie, como son el marcado ángulo que forma el extremo de borde dorsal posterior en su unión con el margen posterior y su ornamentación concéntrica de costas lamelosas y elevadas, distanciadas entre sí; presenta además, hilos de segundo orden intercalados e hilos radiales apretados entre las costas principales.

Frassinetti y Covacevich (1999) reportaron esta especie en depósitos de la Formación Guadal en Pampa Castillo (Oligoceno Superior-Mioceno Inferior).

Material: SGO.PI.5955 (310884.1).

***Chione volckmanni* (Philippi, 1887)***Venus volckmanni* Philippi, 1887, p.115, lám.14, fig.9; Navidad, Tubul, Millanejo, Lebu.

Especímenes parcialmente conservados que muestran características propias de esta especie: contorno subcircular, ápice subcentral, borde dorsal posterior recto o sólo levemente arqueado, ornamentación concéntrica fuerte, lamelosa, espaciada y axial apretada entre las



FIGURA 4. *Trachycardium puelchum* (Sowerby, 1846). SGO.PI.5953; N° terreno 051083.2;  $L = 20,7$ ;  $AI = 19,6$ ; x ca. 1,5.

lamelas. Un ejemplar que alcanza  $L = ca. 34,0$  y  $Al = 33,0$ , presenta, como excepción, valvas fuertemente convexas umbonalmente.

Material: SGO.PI.5956 (051083.2) y 5957 (310884.1).

### *Mactra pusilla* Philippi, 1887

*Mactra pusilla* Philippi, 1887, p.147, lám.27, fig.14; Navidad, ¿Lebu?

Cuatro valvas aisladas de contorno subtriangular, con angulosidad umbonal más marcada en el sector posterior y más leve en el anterior; superficie exterior lisa en algunas áreas, especialmente en el centro y en dirección al ápice, en tanto que hacia el borde ventral se observan hilos concéntricos finos, regulares y densos. Una de ellas mide  $L = 6,8$  y  $Al = 5,4$ .

Las características anteriores concuerdan con lo señalado para esta especie por Philippi (1887) y por Frassinetti y Covacevich (1993). Estos últimos autores (p.91) indicaron que *M. pusilla*, es hasta este momento, propia de las capas basales del Miembro Navidad (Fm. Navidad), de Tavera (1979), y por consiguiente, puede ser considerada como un fósil índice del Mioceno Inferior a Medio del Miembro Navidad, por lo menos a nivel regional.

Material: SGO.PI.5958 (051083.2).

### *Mactra* sp.

Dos valvas parcialmente preservadas adheridas a la roca, una de las cuales mide  $L = 18,1$  y  $Al ca. 11,4$ . Valvas comprimidas; borde dorsal posterior recto y el anterior suavemente cóncavo; ápice subcentral y poco prominente; ornamentación concéntrica fina e irregular. Charnela desconocida.

Por las características externas de la concha, este material es comparable con *Psammobia patagonica* Philippi, 1887 (p.137, lám.26, fig.17; Santa Cruz) especie en que tampoco se conoce la charnela. También es comparable con los ejemplares descritos por Steinmann y Wilckens (1908, p.47, Taf.5, fig.3; Sierra de Carmen Silva) como *Mactra patagonica* (Philippi) (= *Psammobia patagonica*), los cuales conservan la charnela y permiten precisar el género. Se asigna tentativamente ambas valvas a *Mactra*, dejando abierta por el momento la especie.

Material: SGO.PI.5959 (051083.1) y 5960 (051083.2).

### *Panopea* sp.

Fig.5

Un ejemplar con sus valvas unidas, que carece de su extremo posterior. En esa condición mide  $L = ca. 70,0$ ,  $Al = ca. 45,0$  y  $E = 31,0$ . Concha oblonga-alargada, con el ápice situado

aproximadamente en la tercera parte del largo total de la concha, extremidad anterior regularmente redondeada; borde ventral levemente convexo. Ornamentación compuesta por ondulaciones concéntricas simples en las primeras etapas de crecimiento; hacia el borde ventral, en y entre ellas, se intercalan hilos finos, presentándose, progresivamente hacia la parte inferior de la concha, una ornamentación irregular, en la que predominan cordones más finos que aquellas ondulaciones que se presentan en la porción superior de la valva.

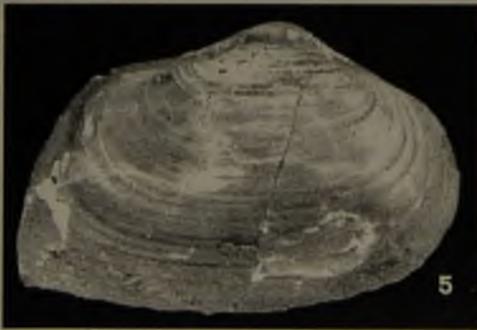


FIGURA 5. *Panopea* sp. SGO.PI.5961; N° terreno 310884.1;  $L = ca. 70,0$ ;  $Al = ca. 45,0$ ; x 1.

*Panopea nucleus* (Ihering) es próxima a nuestro ejemplar, pero se diferencia por ser mucho más globosa umbonalmente. *P. vetula* Philippi es proporcionalmente más alta; *P. ibari* Philippi es una forma de valvas comprimidas; *P. panis* Ihering presenta el ápice situado al medio del largo total de la valva y según su autor, sería mucho más inflada.

Material: SGO.PI.5961 (310884.1).

#### MOLLUSCA:GASTROPODA

##### *Trochus poeppigii* Philippi, 1887

*Trochus poeppigii* Philippi, 1887, p.96, lám.11, fig.20; Navidad y Matanzas.

Un pequeño ejemplar con la espira parcialmente preservada, que mide ca. 4,1 mm de altura, con un diámetro máximo cercano a los 5,2 mm. Vueltas moderadamente convexas, levemente angulosas en su parte media, con cordones espirales redondeados, bien espaciados entre sí, algo granuloso en la parte superior de la vuelta del cuerpo; hacia la porción inferior y en la base se observan sólo trazas de granuloso. Entre los cordones espirales se presentan apretadas líneas de crecimiento.

Philippi (1887, p.96) señaló en la descripción original que dispuso de cuatro ejemplares, tres de Navidad y uno de Matanzas. En su colección, se conservan el espécimen de Matanzas (SGO.PI.811) y uno de Navidad (SGO.PI.815), que es el holotipo; ambos concuerdan ampliamente con el ejemplar obtenido en Isla Stokes.

*T. poeppigii* estaría restringido al Miembro Navidad según el Cuadro de Distribución faunística (Nº4) entregado por Tavera (1979); según las listas de especies, en cambio, sólo al Miembro Lincanheu (Tavera, 1979, p.31).

Material: SGO.PI.5962 (310884.1).

##### «*Natica*» *striolata* Sowerby, 1846

Figs.6-7

*Natica striolata* Sowerby, 1846, p.255, lám.3, fig.39; Chiloé, costa oriental.

Dos ejemplares bien preservados y parte de un tercero; el mayor mide 23,3 mm de altura.

De forma oval-aplanada, presentan una clara ornamentación espiral muy fina y regular en toda la superficie de la concha. Espira muy baja; callo parietal fuerte y masivo; callosidad umbilical maciza y gruesa, cubriendo masivamente toda la superficie umbilical, permaneciendo en esa área sólo una estría poco profunda en su borde opuesto al labio interno. Sector más anterior del labio interno engrosado.

La masiva callosidad que cubre el área umbilical y parietal, relaciona esta forma con el género *Neverita* Risso, 1826, pero resta por evaluar y definir si la presencia de ornamentación espiral permite su inclusión en tal género o si ella es indicativa de un taxón distinto, tal vez nuevo.

Tavera (1979) señaló esta especie exclusivamente para el Miembro Navidad de la Formación Navidad en Chile central.

Material: SGO.PI.5963 (051083.1).



FIGURAS 6-7. «*Natica*» *striolata* Sowerby, 1846. SGO.PI.5963; Nº terreno 051083.1; Al = 23,3; x ca. 1,5.

***Neverita chiloensis* (Philippi, 1887)**

Figs. 8-11

*Natica chiloensis* Philippi, 1887, p.84, lám.10, fig.12; Cueva de Cucao (Chiloé).

Tres ejemplares en regular estado de preservación; el mayor alcanza una altura cercana a los 23,0 mm; a todos les falta casi totalmente el borde del labio externo.

De forma ovalada-alta, aplanada, presentan callo parietal bien desarrollado y callo umbilical que cubre casi enteramente el área umbilical, en distinto grado de desarrollo en los tres ejemplares disponibles, desde tapando en gran medida la zona umbilical, hasta dejando sólo una abertura alargada, más ancha en su parte central; labio interno anterior algo engrosado; espira baja.

Los ejemplares disponibles presentan una obliteración gradual del umbilico, que puede resultar enteramente cerrado por el callo umbilical, lo cual hace más probable su pertenencia al género *Neverita*, descartando por el momento a *Polinices*, que si bien puede presentar el umbilico estrecho o parcialmente cubierto por el callo, no lo presenta enteramente tapado.

La forma y desarrollo de la callosidad labial y la forma general de la concha concuerdan bien con la figura original de Philippi (1887).

Material: SGO.PI.5965 (051083.1) y 5966 (051083.2).

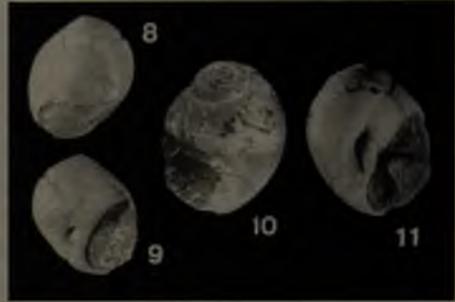
***Sinum subglobosus* (Sowerby, 1846)***Sigaretus subglobosus* Sowerby, 1846, p.254, lám.3, figs.36-37; Navidad e Isla Ipún.

Un ejemplar con  $Al = 18,4$  y  $An = 17,6$  es claramente asignable a esta especie. Según Tavera (1979) está presente en el Miembro Navidad y en el Miembro Lincancheu de la Fm. Navidad.

Material: SGO.PI.5967 (310884.1); probablemente en 051083.2.

***Semicassis monilifera* (Sowerby, 1846)***Cassis monilifer* Sowerby, 1846, p.260, lám.4, fig.65; Navidad, Chile.

Cuatro ejemplares en regular estado de preservación; el mayor de ellos tiene una altura cercana a 31,0 mm y un ancho máximo de 23,3 mm. Presentan una forma globosa característica; vuelta del cuerpo con una corrida de nudos principales, aguzados y prominentes, en número de 11-12; por debajo de esta corrida principal se observan, además, algunas pequeñas prominencias, como nudos incipientes, de presencia irregular. En la espira se presenta una corrida de nudos pequeños, prominentes (13), en cada vuelta, que se ubican en la parte central de ella, en la periferia de la plataforma sutural. Toda la concha presenta ornamentación espiral de cordones aplanados superficialmente, densa, muy homogénea, sin presencia de elementos de segundo orden. Borde del labio externo engrosado, pegado hacia afuera.



FIGURAS 8-11. *Neverita chiloensis* (Philippi, 1887). 8-9: SGO.PI.5965; N° terreno 051083.1;  $Al = 17,5$ ; x 1. 10-11: SGO.PI. 5966; N° terreno 051083.2;  $Al = ca. 23,0$ ; x 1.

*Semicassis monilifera* junto a *S. tuberculifera* (Hupé), constituyen un complejo que presenta variadas formas con respecto al desarrollo de las nudosidades de la vuelta del cuerpo y a la forma y tamaño de la concha (globosas a proporcionalmente altas). Esta variabilidad se conoce ya desde el Eoceno hasta el Plioceno superior (Tavera, 1942, 1979; Frassinetti, 2000), pero aún no ha sido analizada en forma integral y cuantitativa.

*Semicassis monilifera*, con una corrida adicional de tubérculos más pequeños, como es el caso de los ejemplares de Isla Stokes, corresponderían exclusivamente al Miembro Navidad según Tavera (1979, p.74, Cuadro 4).

Material: SGO.PI.5968 (051083.2) y 5969 (310884.1).

#### ***Austrofusus turbinelloides* (Sowerby, 1846)**

*Pleurotoma turbinelloides* Sowerby, 1846, p.258, lám.4, fig.53; Navidad, Chile.

*Fusus echinulatus* Hupé, 1854 (Hupé in Gay, 1854), Zool.8, p.173; Atlas Conquiliología, lám.2, fig.3; "terrenos terciarios de Cahuil (Colchagua)".

Un total 14 ejemplares más o menos bien preservados, de los cuales el mayor mide  $Al = 23,0$  y  $An = 14,4$ . De espira proporcionalmente baja y abertura ovalada, que representa algo menos de los dos tercios de la altura total de la concha. Pliegues axiales bien espaciados en la vuelta del cuerpo, que se desplazan desde la quilla del hombro, en el borde inferior de la plataforma sutural, a lo largo de gran parte de la vuelta del cuerpo (11-13 pliegues); en la espira, los pliegues se presentan sólo como nudos pequeños, alargados axialmente desde la quilla periferal hasta la sutura inferior. Ornamentación espiral de hilos muy finos en la plataforma sutural, que es cóncava al centro, y cordones más prominentes y más espaciados, con hilos intersticiales intercalados en la última vuelta (hasta 9), siendo los inferiores algo menos desarrollados. Fuertes tubérculos prominentes y aguzados, se forman en las intersecciones de las costas axiales con los cordones espirales.

Tavera (1979) citó *Fusus turbinelloides* Hupé (sic.; probable error en autor de la especie) para su Miembro Rapel de la Formación Navidad en Chile central, y citó bajo *Fusus turbinelloides* Sow., materiales provenientes del Miembro Lincancheu y Miembro Navidad de la misma formación, indicando en su Cuadro 4, la ocurrencia de esta especie en todos los miembros de la formación.

Material: SGO.PI.5970 (051083.1) y 5971 (051083.2).

#### ***Testallium cepa* (Sowerby, 1846)**

*Gastridium cepa* Sowerby, 1846, p.261, lám.4, figs.68, 69; Navidad, Chile.

Seis ejemplares parcialmente preservados y otros seis en estado fragmentario; el mayor mide  $Al = 47,8$  (faltándole pequeña parte de la porción más anterior) y  $An = 37,3$ .

Según Vermeij y DeVries (1997, p.25) *Testallium cepa* es una especie altamente variable, lo que se advierte en su extensa sinonimia, siendo su más variable carácter el hombro, el cual puede estar expresado con mayor o menor potencia; similar variabilidad se manifiesta en el seno posterior o anal.

Los mismos autores antes mencionados (1997) indicaron que en Chile, *T. cepa*, con una edad probable Mioceno temprano, ha sido registrado en Punta Ahuenco, en la costa oeste de Chiloé (Watters y Fleming, 1972); en islas Ipún y Stokes, al sur de Chiloé y en la cuenca de Navidad (Tavera, 1979). En Perú, en numerosas localidades de la Cuenca de Pisco; en Callejón de Cerro de Piedra, cerca de Nazca (Rivera, 1957), con una probable edad Mioceno temprano;

en Lomas Chilcatay, este de Bahía de la Independencia, con una edad Mioceno temprano tardío (Dunbar *et al.*, 1990). Concluyen indicando que esta especie se distribuye desde el sur de Perú hasta el sur de Chile, con una edad estimada del Mioceno temprano (Early Miocene).

Según Tavera (1979, Cuadro 4) *T. cepa* ocurre en los tres miembros de la Formación Navidad (Navidad, Lincancheu y Rapel).

Material: SGO.PI.5972 (051083.1), 5973 (051083.2) y 5974 (310884.1).

#### ***Peonza benjamina* Olivera, 1994**

*Peonza benjamina* Olivera, 1994, in Olivera *et al.*, 1994, p.283, figs.5.8 – 5.10; Isla Stokes.

*Columbarium* (?) sp. Covacevich y Frassinetti, 1986, Tabla 2.

Un ejemplar de tamaño pequeño que mide  $Al = 22,1$  y cuatro parcialmente preservados; el mayor de todos, al que le falta casi todo el canal sifonal tiene en esa condición una altura de 34,3 mm y probablemente una altura total real cercana a los 45,0 mm.

Los materiales disponibles concuerdan ampliamente con la descripción y figuras originales entregadas por Olivera *et al.* (1994). Esta especie se caracteriza por su contorno piriforme, con espira baja. Vueltas fuertemente angulosas, con una notoria quilla periferal, sobre la que se destacan proyecciones espinosas cortas, triangulares, conspicuas. Su ornamentación consiste de cordones espirales espaciados entre sí, separados por espacios más anchos, que se presentan bien definidos por debajo de la quilla periferal de la vuelta del cuerpo; en la pendiente superior de esta vuelta, al igual que en la espira, los espirales se observan de traza irregular y poco definidos. Abertura suboval-triangular, fuertemente angulosa por la quilla periferal; canal sifonal estrecho y recto.

*Peonza torquata* Olivera, 1994 de Santa Cruz (Argentina) presente en depósitos de las formaciones San Julián y Monte León es una especie aliada que se distingue de *P. benjamina* por su mayor tamaño, por la presencia de ornamentación espiral en las vueltas de la espira, conformando un patrón reticulado con las líneas de crecimiento y por su quilla periferal redondeada, sin proyecciones triangulares.

"*Fusus*" *oxytropis* Philippi, 1887, del Mioceno de Navidad (Chile central) es otra especie comparable, de la cual *P. benjamina* se separa por su tamaño mayor, su espira más baja y sus características proyecciones espinosas sobre la quilla periferal. En opinión de Olivera *et al.* (1994), *F. oxytropis* correspondería asignarlo al género *Fulgurofusus* Grabau, 1904.

El material original utilizado para la descripción de *P. benjamina* procede del sector oeste de Isla Stokes, probablemente de las mismas localidades donde fue recolectado el material que se estudia en esta oportunidad.

Material: SGO.PI.5975 (051083.2) y 5976 (310884.1).

#### ***Penion darwinianus* (Philippi, 1887)**

Figs. 12-13

*Fusus darwinianus* Philippi, 1887, p.41, lám.2, fig.7; Navidad, Lebu.

Sólo tres ejemplares más o menos enteros y fragmentos de otros tres especímenes; el mayor de ellos, faltándole parte de su extremo anterior, mide en esa condición, 44,0 mm de altura.

En la vuelta del cuerpo se destacan 10-12 nudos que se continúan a modo de pliegues axiales en dirección anterior; estos se inician bien por debajo de la sutura, dejando una amplia plataforma cóncava, surcada sólo por la ornamentación espiral; en la espira, los pliegues se originan cerca de la parte media de la vuelta y llegan hasta la sutura inferior. Ornamentación

espiral presente en toda la superficie de la concha, formada por cordones bien definidos y uniformes, en cuyos espacios se intercalan 1-2 hilos de segundo orden de aparición irregular.

*Fusus subreflexus* Sowerby, 1846 es una forma afín, que según su figura original, se diferencia de *P. darwinianus* por sus nudos bien definidos como tales sobre el hombro, que no se prolongan en dirección axial.

Tavera (1979) sólo señaló *P. darwinianus* en el Miembro Navidad de la Fm. Navidad en su localidad tipo en Chile central, no registrándola en los miembros Lincancheu y Rapel.

Material: SGO.PI.5977 (051083.1) y 5978 (051083.2).



FIGURAS 12-13. *Penion darwinianus* (Philippi, 1887). SGO.PI.5978; N° terreno 051083.2; Al = 32,5; x ca. 1.

#### ***Lamprodolina dimidiata* (Sowerby, 1846)**

*Oliva dimidiata* Sowerby, 1846, p.263, lám.4, figs.76, 77; Navidad.

Nueve especímenes en total; el de mayor tamaño mide 18,3 mm de altura.

Presentan, como característica del género, la vuelta del cuerpo dividida en dos zonas por un surco espiral, que delimita un sector posterior liso y pulido, de un segmento anterior que es opaco, como cubierto por una delgada capa del callo. Watters y Fleming (1972) indicaron que en ejemplares jóvenes la línea se desplaza en la mitad inferior de la vuelta del cuerpo, no lejos sobre la fasciola, y alcanza en tamaños mayores o adultos, hasta cerca del extremo posterior de la abertura.

Esta especie es particularmente abundante en el Miembro Navidad (Fm. Navidad) en Chile central. Según Covacevich y Frassinetti (1986), la presencia de *L. dimidiata* en el Miembro Rapel y, con dudas en el Miembro Lincancheu (Tavera, 1979), requiere de confirmación futura. De hecho, aunque aparece en las listas faunísticas correspondientes a ambas unidades (Tavera, 1979, p.25 y 31), no ocurre lo mismo en el cuadro 4, donde sólo es señalada para el Miembro Navidad.

Material: SGO.PI.5979 (051083.1) y 5980 (051083.2).

#### ***Alcithoe vidali* (Philippi, 1897)**

*Voluta vidali* Philippi, 1897, p.366, lám.3, fig.1; sector norte de la punta del Roble, en cercanías de cabo Quilán, Isla de Chiloé.

Figs.14-17

Cinco ejemplares más o menos completos y otros seis en estado fragmentario; uno de los mayores mide 67,0 mm de altura.

Esta es una especie de espira proporcionalmente baja que se caracteriza por sus fuertes tubérculos en la vuelta del cuerpo, en número de ocho; éstos son agudos, bien espaciados entre sí y fuertemente proyectados horizontalmente, en especial hacia la porción final de la última vuelta, sin alargamiento en sentido axial, es decir, restringidos sólo a la periferia; en la espira, los nudos están, en distinto grado, cubiertos por la vuelta en desarrollo. Ornamentación espiral muy fina, no siempre notoria, en especial en la vuelta del cuerpo, donde se torna obsoleta con el mayor crecimiento, a la par que las líneas de crecimiento se observan más desarrolladas y

predominantes. Dos pliegues columelares bien marcados, y un tercero, menos desarrollado, en posición más posterior y hacia el interior de la columela. Fasciola prominente, limitada superiormente por un cordón bien marcado. Callosidad del labio interno moderada, más desarrollada posteriormente.

En el Apéndice B (Paleontología), Philippi (*in* Maldonado, R., 1897), señaló que dispuso de dos ejemplares, provenientes de la costa austral de Chiloé, con los que creó su *Voluta vidali*, precisando que: “el menor era joven, pues muestra claramente dos pliegues en la columela, los que en el ejemplar mayor se hallan completamente borrados”. Se conserva en la colección Philippi (1887) un ejemplar (SGO.PI.4848) al que le falta el labio externo y el extremo del canal y que muestra dos pliegues bien marcados en la columela; lleva pegada una pequeña y antigua etiqueta con el N°4673. Le acompañan dos etiquetas manuscritas en las que se consigna: *Voluta vidali* Ph.- (joven) – Chiloé – R. Maldonado. Set. 1896 – N°4673. Sin dudas, se trata del ejemplar joven que citó Philippi (1897) y que constituye el paratipo de la especie, ya que de los dos ejemplares que Philippi dijo tener, sólo queda uno, que no es, precisamente aquel que ilustró originalmente en su lám.3, fig.1, que debió ser el holotipo. Este ejemplar, sustenta por comparación, la asignación específica del material de Isla Stokes, además de la consistencia entre éstos y la descripción breve que entregó Philippi (1897).

Material: SGO.PI.5239, 5240 y 5241 (051083.1); SGO.PI.5237 y 5238 (051083.2); SGO.PI.5242 y 5243 (310884.1).

### ***Cancellaria medinae* Philippi, 1887**

*Cancellaria medinae* Philippi, 1887, p.63, lám.7, fig.4; Navidad.

Dos ejemplares incompletos y fragmentos de otros tres; el mayor alcanza una altura de 40,0 mm, faltándole parte de la espira.

Una descripción complementaria de esta especie entregaron Covacevich y Frassinetti (1986); ella se caracteriza por su amplia plataforma sutural, que define la formación de hombro en la porción posterior de cada vuelta, por su espira elevada, mucho más que en otras especies terciarias chilenas, mostrando, además, un perfil escalonado característico.

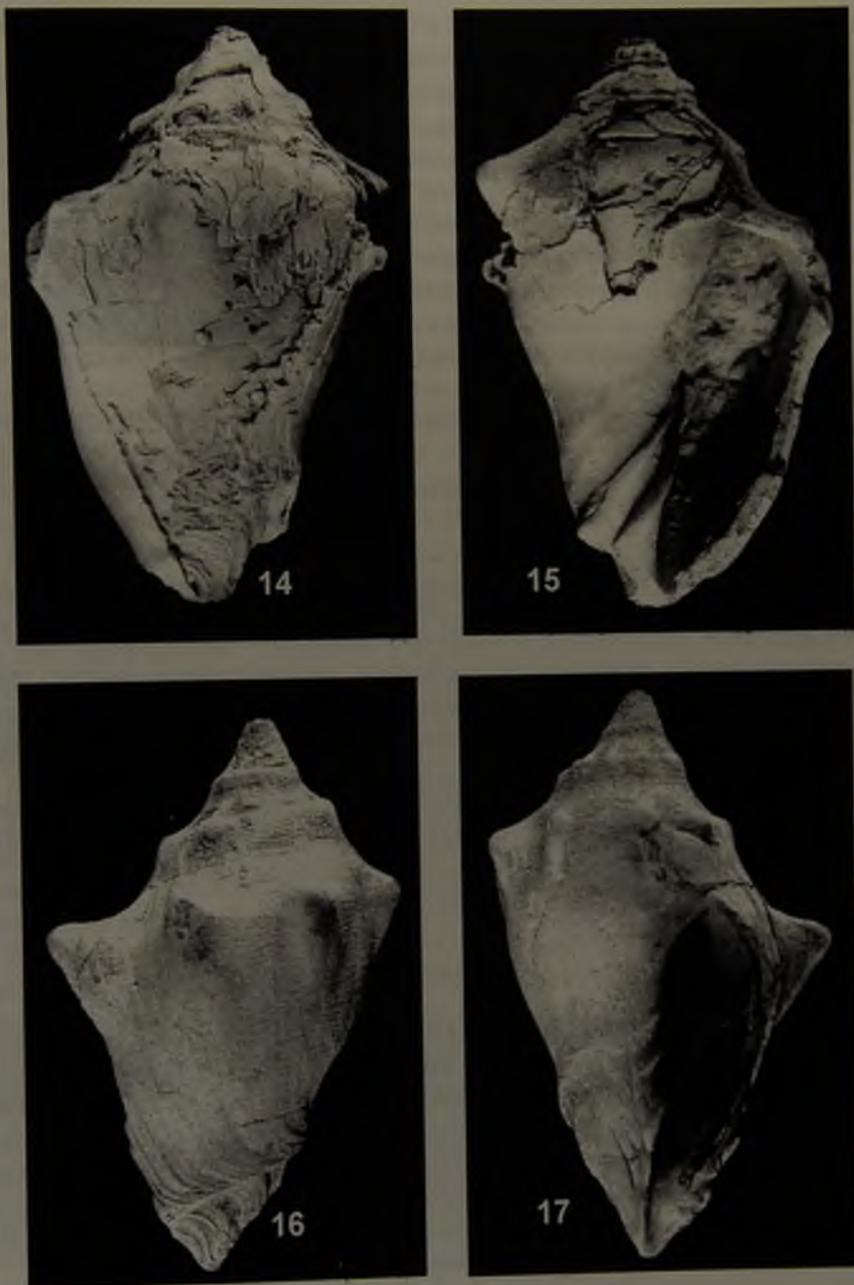
*C. medinae* ocurre en los Miembros Navidad y Rapel de la Fm. Navidad y falta en el Miembro Lincancheu según Tavera (1979), extendiéndose hasta el Archipiélago de Los Chonos por el sur, en las islas Ipún y Stokes, de acuerdo con los antecedentes de Covacevich y Frassinetti (1986).

Material: SGO.PI.4178 (051083.1) y 5981 (051083.2).

### ***Gemmula* sp.**

Cuatro ejemplares desgastados e incompletos que no permiten referirlos a una especie determinada, ni tampoco compararlos con otros materiales similares en colecciones. Presentan el seno posterior o anal en la periferia, con su máxima profundidad en la quilla periferal, la cual es definida por la corrida de nudos de la vuelta del cuerpo, lo que permite su inclusión en la subfamilia Turrinae. El canal anterior largo, a su vez, fundamenta la asignación al género *Gemmula* Weinkauff, 1875.

Material: SGO.PI.5982 (051083.2) y 5983 (310884.1).



FIGURAS 14-17. *Alcithoe vidali* (Philippi, 1897). 14-15: SGO.PI.4848; paratipo (Col. Philippi; isla de Chiloé); AI = 82,0; x 1. 16-17: SGO.PI.5238; N° terreno 051083.2; AI = 66,8; x 1.

***Scaphander brevicula* (Philippi, 1887)**

Figs. 18-19

*Bulla brevicula* Philippi, 1887, p.104, lám.3, fig.8; Navidad y Matanzas.

Cuatro ejemplares de tamaño similar; el mayor con cerca de 9,0 mm de altura.

Esta es una especie de tamaño pequeño, de contorno oval-cilíndrico y ornamentación espiral muy fina y homogénea. Se distingue de *S. remondi* por ser más corta y menos cilíndrica. *S. cosmophilus* (Sowerby), del Plioceno de Isla Guafo y probablemente, también de Isla Guablín y Tubul, alcanza, en cambio, un mayor tamaño y su abertura es más amplia o ensanchada, sobre todo hacia su porción anterior, definiendo una concha de contorno ovalado, más ancha hacia su mitad inferior.

Material: SGO.PI.5984 y 5985 (051083.2).



FIGURAS 18-19. *Scaphander brevicula* (Philippi, 1887). SGO.PI.5984; N° terreno 051083.2; Al = 6,0; x 3.

***Scaphander remondi* (Philippi, 1887)***Bulla remondi* Philippi, 1887, p.103, lám.13, fig.7; Navidad, Matanzas, Tubul, Lebu.

Dos ejemplares disponibles, el mayor alcanza una altura cercana a los 22,0 mm.

Concha de tamaño mediano, y forma cilíndrica, con sus contornos laterales más bien rectos y subparalelos entre sí; abertura angosta hasta cerca de la mitad de la altura de la concha, ensanchándose luego moderadamente en su mitad inferior. Se diferencia de *S. cosmophilus* por su forma cilíndrica, de lados subparalelos.

Al igual que Tavera (1979), Covacevich y Frassinetti (1986, p.56) señalaron la ocurrencia de *S. remondi* sólo en el Miembro Navidad de la Fm. Navidad en Chile central, indicando que es una de las especies que pueden considerarse como exclusivas de dicho miembro.

Material. SGO.PI.5986 (051083.2) y 5987 (310884.1).

## RELACIONES FAUNÍSTICAS Y EDAD

Tal como se indicó en la Introducción, la edad que aquí se atribuye a la fauna reconocida en Isla Stokes, se basa en su comparación con aquella de la Fm. Navidad (*sensu* Tavera, 1979), en Chile central, muy en especial, con el Miembro Navidad (porción basal de la formación), por ser éste el más representativo de la formación y contener la fauna tipo. La formación y miembro mencionados, son considerados como unidades estratigráficas de referencia para el estudio de los invertebrados del Mioceno chileno. De acuerdo con Tavera (1979) la Fm. Navidad se divide en tres unidades fundamentales en su área tipo de Chile central (34°S), que son, de más antigua a más joven, los miembros Navidad, Lincanheu y Rapel.

Debe recordarse que Tavera (1979), siguiendo a Ortmann (1902), asignó la totalidad de la Fm. Navidad al Burdigaliano, que ubica en el Mioceno Inferior, en base a su contenido de microfósiles y a su supuesta relación con el Patagoniano. La datación mejor acotada de que se dispone está basada en la presencia de discoastéridos obtenidos en las limolitas de Punta Perro, una intercalación pelítica en el Miembro Navidad; ésta es considerada como comprendida entre la parte terminal del Mioceno Inferior y la parte media del Mioceno Medio (Martínez y

Valenzuela, 1979, p. H 86). De un modo más amplio, Frassinetti y Covacevich (1981, p.152) estimaron para este miembro, una edad miocena inferior a media.

Para la edad inicial entregada por Tavera (1979) que involucra la totalidad de la Fm. Navidad, se han seguido otras alternativas, en particular para aquella de los miembros Lincanheu y Rapel (Covacevich y Frassinetti, 1986, p.53; 1990, p.56), las que aún necesitan ser discutidas a la luz de nueva información que pudiera ser aportada por el estudio de otros grupos de organismos, como son los microfósiles. Pero, es importante señalar, que la edad del Miembro Navidad no ha sufrido cambios sustanciales, como se desprende a partir de la edad sugerida por Martínez y Valenzuela (1979), seguido de Frassinetti y Covacevich (1981, p.152) y Covacevich y Frassinetti (1986, p.53; 1990, p.56).

Al comparar la fauna reconocida en cada uno de los puntos de muestreo, resulta que ambos son portadores de conjuntos fosilíferos sensiblemente similares (Cuadro 1, primera columna), existiendo casi una total correspondencia de sus componentes faunísticos.

De las 24 especies reconocidas en Isla Stokes, es necesario descartar, para efectos de discusión, 4 formas sólo citadas a nivel de género, quedando entonces, 20 especies susceptibles de comparación a nivel específico. De ellas, 14 se registran en el Miembro Navidad, o basal, de la Fm. Navidad en Chile central, de la que se ha dicho se considera la unidad estratigráfica de referencia; 7 se registran en el Miembro Lincanheu (dos dudosas) y 5 en el Miembro Rapel (1 dudosa) (Cuadro 1, segunda columna). Se observa aquí, una apreciable similitud de la fauna de Stokes, con aquella de la Fm. Navidad en Chile central, en especial con la del Miembro Navidad, sobre lo que podríamos considerar, que las formas con registro dudoso (posible ausencia) en los miembros Lincanheu y Rapel, marcarían aún una mayor preponderancia de taxones de la porción basal de la Fm. Navidad.

De la contrastación del material estudiado con la lista de especies consideradas por Covacevich y Frassinetti (1986, p.53) como exclusivas del Miembro Navidad, resulta que 4 de ellas están presentes en Isla Stokes y dos más permanecen en la duda, necesitando de confirmación en cuanto a su ocurrencia: *Trochus poeppigii* en el Miembro Lincanheu y *Lamprodomina dimidiata* en los miembros Lincanheu y Rapel.

En síntesis, de acuerdo con Tavera (1979) y Covacevich y Frassinetti (1986), resulta que 6 especies, más dos dudosas, presentes en Isla Stokes, ocurren exclusivamente en el Miembro Navidad de la formación (Cuadro 1); ellas son: *Pinna semicostata*, *Trachycardium puelchum*, *Mactra pusilla*, *Natica striolata*, *Penion darwinianus*, *Scaphander remondi*, *Trochus poeppigii?*, y *Lamprodomina dimidiata?*

Olivera *et al.* (1994) al describir *Peonza benjamina* (una de las formas registradas en este material en estudio), indicaron que su localidad típica se ubica en el sector oeste de Isla Stokes, señalando a la vez su rango estratigráfico como conocida sólo de sedimentos innominados del Mioceno Inferior de Isla Stokes. Al respecto también consignaron (p.280) que Stott (1985), propuso una edad Mioceno temprano para la sección de Isla Stokes, basada en foraminíferos planctónicos.

A la luz de estas observaciones y en concordancia con antecedentes expuestos al comienzo de este capítulo, es posible sugerir, razonablemente, una edad miocena inferior a media para el conjunto fosilífero estudiado y consecuentemente para las capas portadoras, reiterando, a la vez, la sugerencia de su comparación directa con las faunas de las islas adyacentes de Ipún y Lemo.

CUADRO 1. En primera columna, distribución de las especies reconocidas en las dos localidades de recolección (051083.1 = 310884.1). En la segunda columna se indica la presencia de ellas en los diferentes miembros de la Fm. Navidad, según Tavera, 1979, p.25, 31, 73 y Cuadro 4. En la tercera columna se señala la presencia de las especies registradas en Isla Stokes en el Miembro Navidad, según lista de especies entregada por Covacevich y Frassinetti, 1986, p.53. X = presencia.

	Isla Stokes		Fm.Navidad:Tavera,1979			M°Navidad: Covacevich y Frassinetti,1986
	051083.1 310884.1	051083.2	M°Navidad	M°Lincanheu	M°Rapel	
<b>BIVALVIA</b>						
1 <i>Cucullaea alta</i>	X	X				
2 <i>Glycymeris (Glycymeris) sp.</i>	X	X				
3 <i>Pinna semicostata</i>	X		X			X
4 <i>Trachycardium puelchum</i>	X	X	X			
5 <i>Chione patagonica</i>	X					
6 <i>Chione volckmanni</i>	X	X	X	X	X	
7 <i>Mactra pusilla</i>		X	X			X
8 <i>Mactra sp.</i>	X	X				
9 <i>Panopea sp.</i>	X					
<b>GASTROPODA</b>						
1 <i>Trochus poeppigii</i>	X		X	X?		X?
2 " <i>Natica</i> " <i>striolata</i>	X		X			X
3 <i>Neverita chiloensis</i>	X	X				
4 <i>Sinum subglobosus</i>	X	X?	X	X		
5 <i>Semicassis monilifera</i>	X	X	X	X		
6 <i>Austrofusus turbinelloides</i>	X	X	X	X	X	
7 <i>Testallium cepa</i>	X	X	X	X	X	
8 <i>Peonza benjamina</i>	X	X				
9 <i>Penion darwinianus</i>	X	X	X			
10 <i>Lamprodomina dimidiata</i>	X	X	X	X?	X?	X?
11 <i>Alcithoe vidali</i>	X	X				
12 <i>Cancellaria medinae</i>	X	X	X		X	
13 <i>Gemma sp.</i>	X	X				
14 <i>Scaphander brevicula</i>		X				
15 <i>Scaphander remondi</i>	X	X	X			X

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COVACEVICH, V. y FRASSINETTI, D.

1986 El género *Cancellaria* en el Mioceno de Chile, con descripción de cuatro especies nuevas (Gastropoda:Cancellariidae). *Revista Geológica de Chile*, N°28-29, p.33-67.

DEVRIES, T., STOTT, L. y ZINSMEISTER, W.

1984 Neogene fossiliferous deposits in southern Chile. *Antarctic Journal of the United States*, Vol.19, N°2, p.12-13.

DUNBAR, R.B., MARTY, R.C. y BAKER, P.A.

1990 Cenozoic marine sedimentation in the Sechura and Pisco Basins, Perú. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleocology*, N°77, p.235-261.

FRASSINETTI, D.

2000 Moluscos del Plioceno Superior marino de Isla Guafo, sur de Chile. Parte II. Gastropoda. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile*, N°49, p.131-161.

FRASSINETTI, D. y COVACEVICH, V.

1981 Architectonicidae en la Formación Navidad, Mioceno, Chile central. Parte 2. *Architectonica (Architectonica) nobilis karsteni* Rutsch, 1934 (Mollusca:Gastropoda). *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile*, N°38, p.147-154.

FRASSINETTI, D. y COVACEVICH, V.

1984 Estudio del género *Glycymeris* Da Costa, 1778 en el Terciario de Chile con descripción de dos nuevas especies (Mollusca:Bivalvia). *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile*, N°40, p.107-133.

FRASSINETTI, D. y COVACEVICH, V.

1991 Nueva especie de Glycymerididae (Mollusca, Bivalvia) para el Mioceno del Golfo Tres Montes (Aisén, Chile). *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile*, N°42:121-129.

FRASSINETTI, D. y COVACEVICH, V.

1993 Bivalvos del Mioceno marino de Matanzas (Formación Navidad, Chile Central). *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile*, N°44, p.73-97.

FRASSINETTI, D. y COVACEVICH, V.

1999 Invertebrados fósiles marinos de la Formación Guadal (Oligoceno superior-Mioceno inferior) en Pampa Castillo, Región de Aisén, Chile. *Servicio Nacional de Geología y Minería, Boletín N°51*, 96 p.

HUPÉ, H.

1854 Moluscos. *In Historia Física y Política de Chile* (Gay, C.; ed.) *Zoología* 8, 499 p.

MARTÍNEZ, R. y VALENZUELA, M.

1979 Discoastéridos de la Formación Navidad (enmend. Etchart, 1973), en Punta Perro, provincia de San Antonio, Chile. *In Congreso Geológico Chileno*, N°2, Actas, Vol.3, p. H77-H101.

OLIVERA, A., ZINSMEISTER, W. y PARMA, G.

1994 *Peonza*: new gastropod genus from the middle Tertiary of Patagonia and Chile. *Journal of Paleontology*, Vol. 68, N°2, p.279-286.

ORTMANN, A.E.

- 1902 Tertiary invertebrates. Reports of the Princeton University Expedition to Patagonia, 1896-1899. Paleontology, Vol.4, N°2, p.47-332.

PHILIPPI, R.A.

- 1887 Los fósiles terciarios i cuartarios de Chile, 256 p. Imprenta Brockhaus, Leipzig.

PHILIPPI, R.A.

- 1897 Paleontología, Apéndice B. *In* Estudios geográficos e hidrográficos sobre Chiloé (Maldonado, R.; ed.). p.365-370.

RIVERA, R.

- 1957 Moluscos fósiles de la Formación Paracas, departamento de Ica. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, N°32, p.165-220.

SOWERBY, G.B.

- 1846 Descriptions of Tertiary fossil shells from South America. Appendix, p.249-264. *In* Darwin, C. The geology of the voyage of the Beagle. Geological observations on South America, Part 3, 279 p. Stewart and Murray, London.

STEINMANN, G. y WILCKENS, O.

- 1908 Kreide-und Tertiärfossilien aus den Magellansländern, gesammelt von der Schwedischen Expedition 1895-1897. Arkiv för Zoologi, Vol.4, N°6, 119 p.

STOTT, L.D.

- 1985 Tertiary marine geology and foraminiferal paleontology of Guafo, Ipún, Lemo, Stokes Islands and the Gulf of Tres Montes region, southern Chile. M.S. Thesis, the Ohio State University, Columbus, 176 p.

TAVERA, J.

- 1979 Estratigrafía y paleontología de la Formación Navidad, provincia de Colchagua, Chile (Lat. 30°50'-34° S). Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile N°36, 176 p.

VERMEIJ, G. y DEVRIES, T.

- 1997 Taxonomic Remarks on Cenozoic Pseudolivid Gastropods from South America. The Veliger, Vol.40, N°1, p.23-28.

WATTERS, W.A. y FLEMING, C.A.

- 1972 Contributions to the geology and paleontology of Chiloe Island, southern Chile. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B. Biological Sciences, Vol.263, N°853, p.369-408.

## **LIOLAEMUS JOSEPHORUM, NUEVA ESPECIE DE LAGARTIJA PARA EL NORTE DE CHILE**

HERMAN NÚÑEZ<sup>1</sup>, JAMES A. SCHULTE II<sup>2</sup> y CARLOS GARÍN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Museo Nacional de Historia Natural, casilla 787, Santiago, Chile. Email: hnunez@mnhn.cl

<sup>2</sup> University of Washington, Campus Box 1137, Department of Biology, St. Louis, MO 63130-4899  
Email: schulte@biology.wustl.edu

### RESUMEN

Se describe a *Liolaemus josephorum* como nueva especie de lagartija para la región de Atacama en el norte de Chile. Las evidencias para considerar a esta especie como nueva provienen de sus diferencias en ADN respecto de las especies cercanas así como de otras del género *Liolaemus* además de diferencias en la morfología externa. Tanto el análisis osteológico como las evidencias morfológicas externas permiten señalar que *L. josephorum* pertenece al grupo chileno. La comparación morfológica externa indica que esta especie es cercana a *L. platei* de la que se separa por diversos caracteres en la escamación; su cercanía morfológica y de patrón de diseño la vinculan estrechamente con *L. velosi* y se segrega de ella por diferentes características de la escamación y otras de diseño.

Palabras clave: *Liolaemus*, Nueva especie, Atacama, Chile.

### ABSTRACT

*Liolaemus josephorum* new species from northern Chile. *Liolaemus josephorum* is described as a new species from the Atacama region in Northern of Chile. Comparisons with *Liolaemus* species show differences in DNA as well as in the external morphological traits. Both, osteological and scalation features indicate this species belongs to the «chileno» group of the *Liolaemus* genus. External morphology associates this species to *L. platei*, however they differ in scalation; *L. josephorum* is quiet similar to *L. velosi* but they differ either in scalation as well as in the dorsal color pattern.

Key words: *Liolaemus*, New species, Atacama, Chile.

### INTRODUCCIÓN

Hace ya varios años se viene desarrollando un programa de exploración de la zona geográfica de Chile correspondiente a lo que se denomina "Norte Grande" que incluye Tarapacá, Antofagasta, Atacama y norte de Coquimbo, particularmente en los sectores cordilleranos andinos o los otros sistemas de cadenas montañosas, zonas de salares y oasis. Los resultados se han materializado en la descripción de varias especies nuevas, puesto que el énfasis ha sido el conocimiento acucioso

de la herpetofauna de las áreas indicadas. Una expedición a la localidad de Diego de Almagro permitió la recolecta de varios ejemplares de lagartijas. Una de estas especies pertenece al género *Liolaemus* y, luego de su estudio para determinar su asignación específica, concluimos que se trata de una nueva especie de este género altamente diversificado.

*Liolaemus*, lagartijas de cuello liso, es un género de reptiles que reúne cerca de 200 especies distribuidas en el cono sur de América. Etheridge (1995) hizo una detallada cuenta del devenir histórico del género y los géneros vinculados, y definió varios grupos en virtud de características osteológicas, diferenciando dos grandes conjuntos: *Liolaemus* argentinos y *Liolaemus* chilenos, con subgrupos en cada uno de ellos (Robert Espinoza datos no publicados). El grupo chileno (y los subgrupos) según Etheridge se diagnostica por dos caracteres constantes: la presencia de escamas labiales alargadas, de las que la cuarta o quinta son curvas hacia arriba (véase Cei 1993 para una ilustración de este carácter) y la forma del hueso tibial sin un proceso lateral, es decir el hueso es de sección redondeada (véase Núñez *et al.* 2000 para una ilustración de este último carácter), además de otros que involucran estructuras óseas craneales.

Schulte (2000) realizó un análisis de DNA segregando grupos de acuerdo a estas características y ratifica las propuestas de Etheridge. Los hallazgos de Schulte señalan que los grupos chileno y argentino se habría segregado hace unos 12,6 millones de años.

El objetivo de este trabajo es describir a esta lagartija como especie nueva para la ciencia.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Recolectamos los especímenes con lazos de polietileno de pesca, atados a cañas de pescar. Los trasladamos al laboratorio y los sacrificamos con una sobredosis de inyección intraperitoneal de anestésico Tiopental sódico veterinario 10%; los fijamos con formalina neutra al 10% y conservamos en alcohol de 70°. Para medirlos seguimos a Peters (1964) usando un nonio (precisión 0,1 mm). Las medidas del largo de la cabeza (Lcab) la tomamos desde el borde anterior del meato auditivo hasta la punta del hocico, el ancho (Acab) de la cabeza en la parte de mayor amplitud, que corresponde a los maséteros, y la altura de la cabeza a nivel de los ojos, que corresponde a la mayor medida, desde la región gular hasta la cerviz (Hcab). Todo el material se encuentra depositado en el Museo Nacional de Historia Natural. Dado que no se encontraron diferencias de medidas intraespecíficas en la muestra, entregamos los resultados conjuntos para machos y hembras.

Los nombres de la escamación siguen a Peters (1964); aquellas escamas o características que no se señalan en el trabajo de este autor se describen cuando es necesario.

Se diafanizaron los ejemplares MNHN 3310 y 3311, usando técnicas de estándar de diafanización (Mahoney 1973), con modificaciones ligeras para mejorar los resultados de aclaramiento. Los dibujos los hizo HN usando una lupa binocular con cámara clara. Los nombres de los huesos siguen a Oelrich (1956) y a de Queiroz (1987).

La descripción se basa en una matriz de caracteres con sus correspondientes estados; se analizaron ejemplares de especies pertenecientes a *Liolaemus* (ver material examinado) del grupo argentino y chileno, además de la especie *Ctenoblepharys adspersa* y *Phymaturus flagellifer*, dada la afinidad que ellos presentan; cada conjunto de datos fue analizado y se eligió como estado para un determinado carácter aquel que se presentara con mayor frecuencia. Los estados de caracteres se usaron para generar una matriz de similitud de distancia Euclidiana y construir un dendrograma fenético (UPGMA) usando el programa Biodiversity Professional.

## Análisis de DNA

Muestras de taxa para análisis filogenético: se incluyen las secuencias para compararlas con las que han sido publicadas previamente por Schulte *et al.* (2000). Se indican las localidades de los especímenes de los que se extrajo DNA, se complementa con la información aparecida en GenBank. Las secuencias analizadas aquí provienen del gen mitocondrial que codifica proteínas ND1 (subunidad uno de la NADH deshidrogenasa), a través de los genes tRNAGln, tRNAIle, tRNAMet, ND2 (NADH deshidrogenasa subunidad dos), tRNATrp, tRNAAla, tRNAAsn, tRNACys, tRNATyr, para el gen que codifica proteínas, COI (subunidad I de la citocromo c oxidasa).

## Protocolos de Secuencias

El aislamiento y amplificación del DNA genómico siguió los procedimientos descritos en Schulte *et al.* 2000, excepto H6159 (Weisrock *et al.* 2001) que fue usado para la amplificación y L4882 para la secuenciación (5'-GACAAAAGCTAGCTCC-3', este estudio). Las reacciones de secuenciación cíclica fueron preparadas con el kit de secuenciación ABI Prism Big Dye Terminator (Perkin-Elmer) con una denaturación a 95°C por 15 segundos, consolidándolo a 50°C por 1 segundo, y su extensión a 60°C durante cuatro minutos para 35 a 40 ciclos. Las reacciones de secuenciación fueron sometidas a electroforesis en un secuenciador ABI 373 o secuenciador MJ Research Basestation. Alineamientos siguen a Schulte *et al.* (2000). Se usó una estructura jerárquica de "outgroups" para el análisis filogenético, con *Phymaturus flagellifer* como el "outgroup" más distante, y representantes del grupo "argentino" (subgénero *Eulaemus* Schulte *et al.* 2000) como "outgroups" más estrechamente relacionados. Los árboles filogenéticos fueron estimados con la máxima parsimonia usando PAUP\* beta versión 4.0b8 (Swofford 2001) con 100 búsquedas heurísticas, configurando adiciones aleatorias de secuencias. Se aplicó Bootstrap remuestreo para reforzar nodos individuales usando 1000 réplicas de Bootstrap con 10 adiciones aleatorias por réplica. Los índices de decaimiento fueron calculados, para todas las ramas internas del árbol, usando TreeRot.v2b (Sorenson 1999). El análisis de máxima probabilidad no se llevó a cabo dado que la parsimonia puede ser considerada como una estimación válida de probabilidad cuando no se hace explícito el modelo de secuencia evolutiva (Steel and Penny 2000).

## RESULTADOS

### *Liolaemus josephorum* nueva especie (Figura 1)

Este es un *Liolaemus* porque sus características generales concuerdan con las señaladas por Cei (1986: 189) para la morfología externa y sus características osteológicas son similares a las señaladas por Etheridge (1995: 32) para el género. Además, pertenece al grupo chileno porque tiene la cuarta escama supralabial curvada hacia arriba y porque la tibia carece de un proceso lateral como una hoja.

**Holotipo.**- MNHN 2532 (figura 1a) macho, recolectado en Diego de Almagro (26°23'S; 70°02'W; 750 msnm), el 29 y 30 de septiembre de 1992, por Herman Núñez y Wilfredo Briones.

**Alotipo.**- MNHN 2533 (figura 1b), hembra, iguales datos.

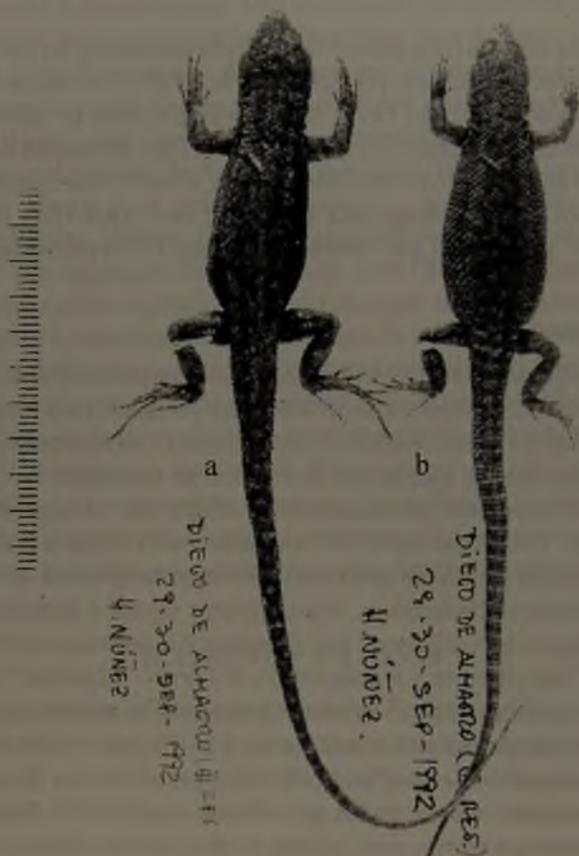


FIGURA 1a y b. *Liolaemus josephorum* nueva especie, a la izquierda (a) se muestra el holotipo y a la derecha el alotipo (b). La regla a la izquierda en mm.

**Paratipos.**- Machos MNHN-2531 HN y Wilfredo Briones recolectores el 26 de diciembre de 1992, MNHN-2532, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2546, 2547, 2554, 2556, 2560, 2562, 2530, 2561, 2562, HN recolector, misma localidad y fecha que el tipo, y MNHN-2530 recolectado por HN y Wilfredo Briones. Hembras 2529, HN y Wilfredo Briones recolectores, MNHN-2533, 2544, 2545, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2555, 2557, 2558, 2559, 2563 y 2696 recolectado el 26 de febrero de 1995 por Wilfredo Briones. MNHN-2529, sexo indeterminado, recolectores HN y Wilfredo Briones, el 26 de diciembre de 1992; MNHN-3310 y MNHN-3311, diafanizados, estos ejemplares fueron recolectados en Diego de Almagro el 15 de marzo de 2001, por HN, JS y CG.

#### Análisis de DNA

El análisis filogenético revela que la divergencia promedio de secuencia de apareo entre poblaciones de *L. platei* y *L. isabellae* es de 5,8% (98,5 diferencias de apareo). La divergencia promedio de secuencia de apareo entre poblaciones de *L. platei* de las cercanías (Totoralillo) de la

localidad tipo y las poblaciones nortinas de esta especie de las regiones II y III es sólo de un 1,8% (30,7 diferencias de apareo).

El análisis filogenético de la secuencia de datos de DNA para 20 especies de *Liolaemus* y el outgroup *Phymaturus* encontró dos árboles más parsimoniosos, cada uno con una longitud de 2270 pasos (541 caracteres de parsimonia informativa). Un estricto consenso de estos dos árboles se muestra en la figura 3 (véase Cuadro 2). Las Poblaciones de *L. platei* y *L. josephorum* se recobran como grupos monofiléticos fuertemente sostenidos con *L. isabellae* (100% bootstrap, índice de decaimiento, 32). Estas especies están profundamente anidados dentro de las especies del grupo "chiliensis" consideradas aquí. Las dos poblaciones de *L. josephorum*, tanto de Diego de Almagro como de La Finca, se sostienen fuertemente como grupos monofiléticos distintos (100% bootstrap, índice de decaimiento, 15). *L. platei* de Pan de Azúcar es recobrado como grupo hermano de las poblaciones previas (100% bootstrap. Índice de decaimiento, 12).

	LE	LAI	LEA	LEP	LC
promedio	46,4	21,5	18,2	28,1	79,4
de	5,3	2,9	1,9	3,0	12,0
2ee	1,8	1,0	0,7	1,0	5,6
N	35	35	35	35	18

CUADRO 1. Medidas de *Liolaemus josephorum*, en mm; las leyendas significan, LE, longitud estándar; LAI, longitud axila ingle; LEA, longitud de la extremidad anterior; LEP, longitud de la extremidad posterior; LC, longitud de la cola; de, es una desviación estándar; 2ee son dos errores estándar; N es el número muestral.

### Descripción del Holotipo (Estadígrafos de medidas en Cuadro 1).

Cabeza proporcionada, más larga (12,7 mm) que ancha (10,2 mm). Ancho del cuello igual que el ancho de la cabeza. Escama rostral en contacto con ocho escamas. Nasal en contacto con la rostral. Dos postfrontales. Un sólo escudete impar del hocico ubicado anteriormente, de forma romboidal. Cuatro escamas frontonasales rodeando el escudete impar del hocico, dos o tres veces más amplias en superficie que el escudete impar del hocico. Entre el primer par de frontonasales y el segundo, sendas escamas laterales del tamaño del escudete impar del hocico.

Dos prefrontales, el derecho ligeramente mayor que su par y arqueado a la izquierda. Un azigos frontal del mismo tamaño que las prefrontales. Dos postfrontales pequeños, de la mitad del tamaño que el azigos frontal. Escama interparietal irregularmente hexagonal, contactada con seis escamas, incluidas ambas parietales, grandes más que el doble de la superficie del interparietal. Escamas de la región occipital polimórficas, lisas y yuxtapuestas. Las supratemporales de igual aspecto, superficie y disposición, aunque más grandes. Supraoculares como placas. en número de 13 en la fosa izquierda. Órganos sensoriales restringidos a la punta de la cabeza. Superciliares alargadas, fuertemente imbricadas.

Siete escamas loreales, incluida la cantal. Entre las escamas supralabiales y la subocular sólo una corrida de escamas. Longitud mediana del hocico, *i.e.*, desde el borde anterior de la fosa ocular hasta la punta del hocico, de igual longitud que el diámetro longitudinal del ojo.

CUADRO 2. Comparaciones de apareo de haplotipos entre *L. isabelae* y distintas poblaciones de *L. platei*. Las divergencias de porcentaje de secuencias se muestran bajo la diagonal, y los números de sitios diferentes entre haplotipos se muestra sobre la diagonal.

	<i>L. isabelae</i>	<i>L. platei</i> Totoralillo	<i>L. platei</i> , Pan de Azúcar	<i>L. josephorum</i> , D. Almagro	<i>L. josephorum</i> La Finca
<i>L. isabelae</i>	---	113	86	97	98
<i>L. platei</i> Totoralillo	6.65%	---	96	102	97
<i>L. platei</i> Pan de Azúcar	5.06%	5.65%	---	43	40
<i>L. josephorum</i> D. Almagro	5.71%	6.00%	2.53%	---	9
<i>L. josephorum</i> La Finca	5.77%	5.71%	2.35%	0.53%	---

Supralabiales 5-5, alargadas, la cuarta supralabial curvada hacia arriba alzándose por sobre la quinta. Escama subocular única. Escamas del borde anterior del ojo, granulares con órganos sensoriales pequeños. Párpados sin flecos, el párpado superior izquierdo con 13 escamas muy cortas, con órganos sensoriales en cada una, igualmente 13 escamas en el párpado inferior, ligeramente más alargadas que las superiores.

Región temporal cubierta con escamas semitriangulares, ligeramente quilladas, subimbricadas. Escamas timpánicas presentes en número de cuatro (meato auditivo derecho); escama auricular presente, notablemente sobresaliente en ambos bordes superiores del meato. Membrana timpánica sin cubierta de escamas, transparente. Órganos sensoriales presentes en loreales, y muy escasos en supralabiales y región temporal.

Escama sinfisial con escotadura doble en contacto con cuatro escamas, las primeras supralabiales y las dos primeras postsinfisiales, que están contactadas entre ellas, sin escamas intrusivas. Cuatro pares de escamas postsinfisiales. 4-4 infralabiales con órganos sensoriales.

Región gular cubierta de escamas redondeadas, lisas e imbricadas. Un pliegue longitudinal a ambos lados del cuello, que corre desde detrás del meato auditivo hasta un pliegue transversal antehumeral ("bolsillo antehumeral") cubierto de escamas diminutas.

Escamas dorsales más grandes que las ventrales, semitriangulares, discretamente quilladas e imbricadas, sin escamas acompañantes (heteronotos). Sin pliegue longitudinal posthumeral transversal ni longitudinal, escamas de los flancos triangulares, quilladas, imbricadas ligeramente menores que las dorsales, con escamas acompañantes escasas. Escamas ventrales redondeadas, lisas e imbricadas, sin heteronotos.

FIGURA 2. Arriba a la izquierda se muestra el cráneo de *Liolaemus josephorum* (MNHN 3311) por dorsal, a la derecha por ventral, la línea gris de la izquierda representa 0,5 cm; al medio se muestra el cráneo del mismo espécimen por lateral derecho, la línea gris que parece inmediatamente debajo de esta figura representa 1,2 cm; abajo, la penúltima figura es una visión labial de la rama mandibular derecha del mismo ejemplar, la última figura es una visión lingual de la misma rama, en este caso la imagen ha sido invertida horizontalmente para concordancia de posición. Las leyendas significan: an, angular; bs, basioccipital; cd, cuadrado; co; coronoides; de, dentario; ect, ectopterigoides; ept, epipterigoide; es, escamoso; es, esplenial; fma, foramen milohioideo anterior; fr, frontal; mx, maxilar; na, nasal; pa, palatino; par, parietal; pmx, premaxilar; ppe, proceso paraesenoide; pre, prearticular; prf, prefrontal; ptf, postfrontal; pto, postorbital; ptr, pterigoide; sa, supratricular; sc, cartílago septal; soc, supraoccipital; vo, vómer; yu, yugal.

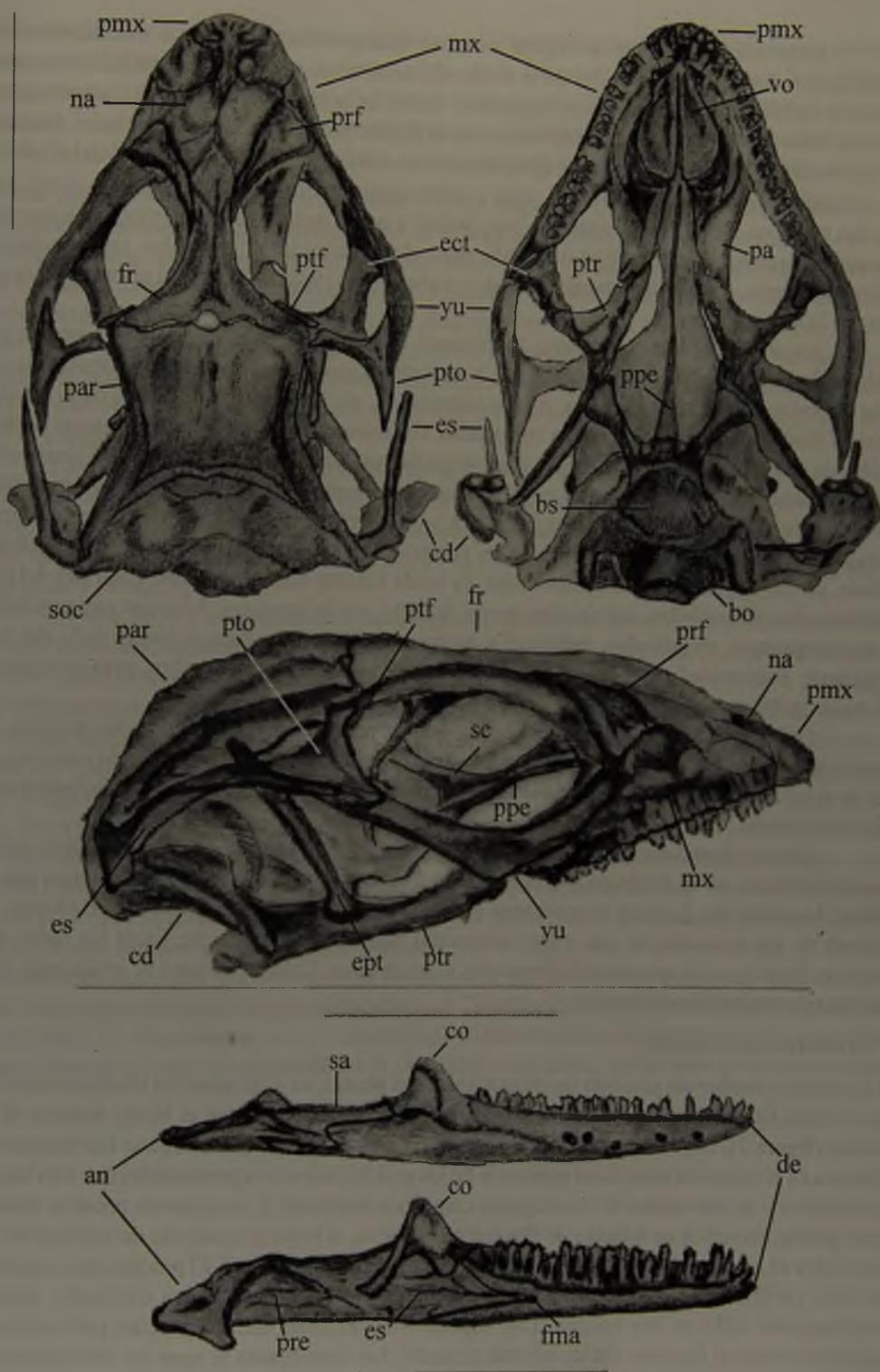


FIGURA 2.

Escamas dorsales de la región humeral triangulares, quilladas e imbricadas, sin heteronotos. Las escamas dorsales de la región del antebrazo, redondeadas, quilladas discretamente e imbricadas sin heteronotos. Superficie dorsal de la mano cubierta con escamas redondeadas, lisas e imbricadas. Superficie ventral de la región humeral, cubierta de escamas diminutas, granulares, lisas, yuxtapuestas y con heteronotos entre ellas. Superficie ventral del antebrazo cubierta de escamas redondeadas, lisas e imbricadas; conforme progresan hacia distal, las quillas se hacen más pronunciadas con tres quillas y borde dentado; sin heteronotos. Escamas palmares redondeadas, quilladas, borde dentado e imbricadas. Lamelas rectangulares transversalmente, triquilladas, borde dentado e imbricadas, 19 de ellas bajo el tercer dedo (medio) de la mano izquierda.

Escamas dorsales de la región femoral semitriangulares, quilladas, fuertemente imbricadas, extremo libre solevantado, sin heteronotos, iguales en la región tibiofibular. Escamas dorsales del pie, redondeadas, lisas e imbricadas, sin heteronotos. Escamas de la región ventral femoral, redondeadas, lisas e imbricadas, sin heteronotos. Sin parche de escamas agrandadas en el borde posterior del muslo. La corrida de grandes escamas que marcan el límite con las de la región posterior del muslo, es notablemente sobresaliente, con borde hialino, inmediatamente por debajo de estas escamas grandes y sobresalientes, hay escamas granulares, progresivamente se hacen pequeñas en la región posterior del muslo. Escamas de la región tibiofibula, semitriangulares, lisas e imbricadas, de borde hialino, sin heteronotos. Ventrals del pie redondeadas, triquilladas, imbricadas, borde dentado, sin heteronotos. Lamelas rectangulares transversalmente, triquilladas, imbricadas; se cuentan 24 lamelas bajo el cuarto dedo del pie izquierdo. Extremidad anterior, extendida hacia delante, sobrepasa el hombro, pero no alcanza el meato auditivo.

Cola casi el doble de la longitud del cuerpo, poros anales restringidos a los machos, se cuentan tres en el holotipo, dispuestos en una línea y de color blanquecino. Sección cuadrangular de la cola en el tercio anterior, cubierta con escamas semirredondeadas, quilladas fuertemente, e imbricadas.

Diseño dorsal compuesto de pequeñas manchas irregulares, dispuestas en dos líneas paravertebrales, en un fondo de color gris pardo. Flancos con colores grises más oscuros que el dorso. Las manchas dorsales se prolongan entrecortadamente hacia las cercanías del vientre, el que es de color marmóreo con motas dispuestas más concentradamente hacia los lados del vientre. Región gular con manchas pequeñas e irregulares. Cola con manchas irregulares dispuestas de manera desordenada.

### Caracteres osteológicos

*Liolaemus josephorum* presenta un cráneo típico del género, en él se aprecian las características que señala Etheridge (1995); las suturas de los nasales no sobrepasan el borde anterior de la órbita (figura 2), los ectopterigoides presentan un proceso yugal que es agudo hacia anterior, destaca en el cráneo la conspicua presencia de los postfrontales. Los prefrontales son más largos que anchos y no sobresalen de los márgenes craneanos maxilares. *L. josephorum* presenta dientes pterigoides pequeños en número de dos por cada hueso, el proceso cuadrado del pterigoides es una valva de gran amplitud. El cráneo de esta especie carece de lacrimal. El proceso parasfenoides es una varilla cartilaginosa. Interesantemente el cartilago septal esta osificado, siendo cartilaginoso sólo en los bordes. Los septum interorbitales no se aprecian perforados y, aparentemente, el foramen óptico no está presente. Las membranas se aprecian notoriamente.

**Etimología.** *Liolaemus josephorum* significa «cuello liso de los José», esta especie está dedicada a José Navarro, herpetólogo y citogenetista, de la Universidad de Chile, y a José Yáñez, mastozoólogo y cientista ambiental, del Museo Nacional de Historia Natural, ambos colegas y amigos. Sea éste un homenaje a sus contribuciones al conocimiento de la historia natural de Chile. Su nombre vernáculo en castellano es «Lagartija de los José» y en inglés «Jose's lizard».

**Otras consideraciones.** La lagartija de los José es una especie que hemos avistado sólo en la región de Atacama en la comuna de Diego de Almagro. Fue encontrada en los alrededores del pueblo de Diego de Almagro, en sectores conocidos como Sierra de Santo Domingo, La Finca de Chañaral, además su registro más alto es El Salvador a 3.500 m de altura aproximadamente; habita ambientes desérticos, arenosos y con piedras como bolones. En el medio en que vive se han producido escurrimientos de agua en los que se desarrollan arbustos bajos en los que viven preferencialmente estas lagartijas, entre estos escurrimientos separados por distancias de entre 5 a 20 metros existen franjas de terrenos con muy poca productividad y la lagartija de los José no se encuentra allí.

*Liolaemus josephorum* es simpátrico con los reptiles *Liolaemus* cf. *atacamensis* y *Phrynosaura* sp, *Callopiastes palluma atacamensis* más una especie de Gekónido: *Garthia gaudichaudii*; entre los presuntos depredadores se encuentran aves rapaces como *Falco sparverius*, y otra rapaz, probablemente *Accipiter chilensis*. Se ha documentado un mamífero del género *Pseudalopex*.

En relación a la asignación familiar del género *Liolaemus* persiste una controversia. Este género perteneció durante mucho tiempo a la familia Iguanidae, cuya distribución era inusual y que no había evidencias de monofilia en Iguanidae; en virtud de este hecho, Frost y Etheridge (1989) hicieron un estudio que les permitió segregar la familia Iguanidae en varias familias distintas, entre ellas a Tropicuridae que incluyó, en el análisis de esos autores, a los *Liolaemus* que, en conjunto con *Ctenoblepharys* y *Phymaturus*, conformó la subfamilia Liolaeminae. Etheridge (1995) reconoció que en la propuesta de formalización de Tropicuridae como familia, Frost y Etheridge (1989) habrían cometido errores en la consideración de ciertos caracteres y pone un acento de duda en estas formalizaciones, situación que consideraron Macey *et al.* (1997) para reproponer la vuelta de estas lagartijas a la familia Iguanidae. Muy recientemente Frost *et al.* (2001), realizando un análisis de lagartos policrotidos, propusieron que la ex familia Liolaeminae sea elevada a familia formalizando a Liolaemidae, y proponen que la familia monofilética Iguanidae sea denominada Pleurodonta. En este mismo trabajo se reconoce que hay evidencias contundentes para demostrar que Tropicuridae no es monofilética (véase Frost *et al.* 2001: 13). En consecuencia, en este trabajo no heremos una asignación familiar de nuestra nueva especie y, hasta que se establezca la situación sistemática, preferimos no pronunciamos.

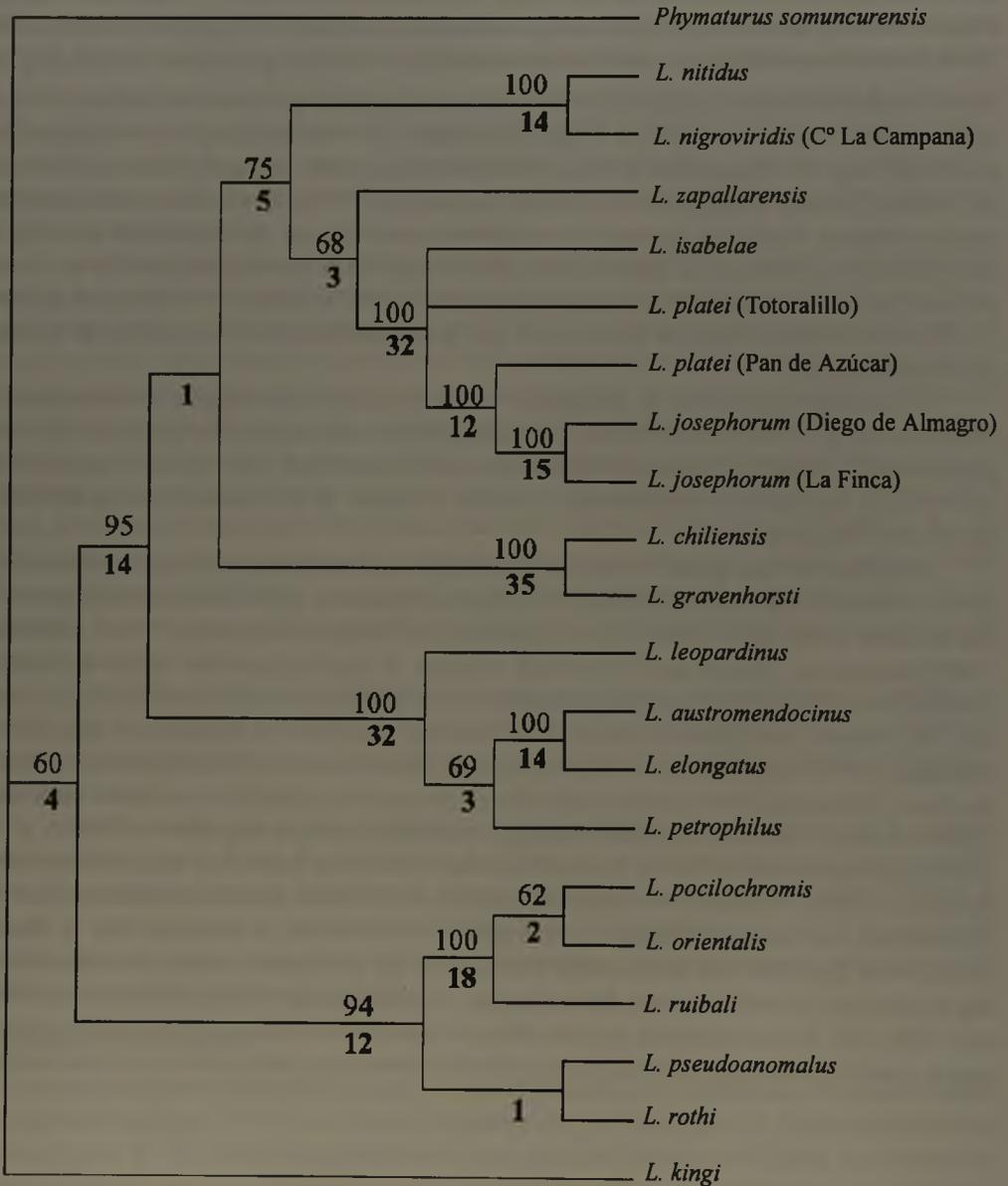


FIGURA 3. Un estricto consenso de dos árboles igualmente parsimoniosos (longitud = 2270 pasos, 541 caracteres de parsimonia informativa), indicando las relaciones filogenéticas entre *L. josephorum* y especies representativas de *Liolaemus*. Los valores de «bootstrap» se presentan sobre las ramas y los índices de decaimiento se muestran bajo ellas en letra negra.

CUADRO 3. Se muestra la matriz de similitud morfológica de las especies estudiadas morfológicamente. En base a esta hemimatriz se hizo el dendrograma de la figura 4.

C. ad.	87.0	83.1	83.9	84.5	84.0	83.0	83.4	83.8	83.9	83.7	83.1	83.3	84.1	83.1	83.6	84.5	84.6	83.9	84.2	84.2	85.0	84.5	84.4	83.8	84.4
P. fl.	84.6	85.2	85.3	85.6	85.7	84.7	84.5	85.0	85.8	85.3	85.5	84.1	85.8	84.7	85.9	86.1	85.5	85.8	85.2	85.3	85.0	85.0	85.1	84.8	85.0
L. bellii	92.3	92.5	92.3	92.1	90.6	91.0	91.8	91.2	90.2	90.4	90.1	90.5	90.9	91.2	91.9	92.4	92.1	91.9	92.4	92.1	92.3	91.8	91.5	91.1	91.9
L. leopoldinus	94.1	93.1	93.5	91.5	92.3	91.8	91.8	91.0	91.0	90.8	91.7	91.5	91.8	92.7	93.0	92.1	93.0	90.9	90.8	90.6	90.6	90.6	90.6	91.5	91.2
L. ramosensis	93.9	94.1	91.3	92.2	92.1	92.8	92.0	92.0	92.1	92.5	92.1	92.5	92.5	92.5	92.6	91.5	92.1	92.8	90.9	91.1	91.5	90.7	91.9	90.9	91.3
L. vollesensis	93.1	91.5	91.4	91.9	92.6	91.2	91.5	91.8	92.1	91.5	91.8	92.6	91.4	92.2	95.0	95.2	93.1	93.8	91.8	91.0	91.0	91.1	90.6	91.9	91.3
L. cf. atacamensis (1)	92.9	94.3	92.9	92.1	91.5	91.5	91.8	92.6	91.4	92.2	91.3	91.8	92.6	91.4	92.2	95.0	95.2	93.1	93.8	91.8	91.0	91.8	91.0	92.4	92.1
L. cf. atacamensis (2)	94.1	90.8	90.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2
L. holzschuhi	90.8	89.8	89.2	89.9	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3
L. eledori	94.2	93.4	92.2	93.7	93.8	94.0	92.1	91.4	90.4	91.2	89.2	89.4	89.8	89.8	89.8	89.8	89.8	89.8	89.8	89.8	89.8	89.8	89.8	89.8	89.8
L. patricularrae	93.5	91.7	94.3	93.1	93.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4
L. rosenmanni	91.5	94.7	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4
L. rubrali	92.1	91.5	91.9	91.8	91.0	90.8	91.1	88.6	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2
L. cf. vollesensis	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4
L. vollesensis	94.1	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4
L. favi	92.3	91.4	90.7	91.9	88.8	89.8	90.3	89.9	90.3	89.9	90.3	89.9	90.3	89.9	90.3	89.9	90.3	89.9	90.3	89.9	90.3	89.9	90.3	89.9	90.3
L. denisi	94.9	93.1	93.1	91.2	90.5	91.6	90.9	91.7	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0
L. helimichi	93.6	94.2	92.1	91.9	92.2	91.6	93.0	92.2	91.6	93.0	92.2	91.6	93.0	92.2	91.6	93.0	92.2	91.6	93.0	92.2	91.6	93.0	92.2	91.6	93.0
L. josephorum	94.1	91.7	91.1	91.3	91.0	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7
L. plateri	92.8	92.1	92.3	92.1	92.9	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7
L. cyanogaster	92.4	92.2	92.0	92.1	93.4	92.3	92.3	92.3	92.3	92.3	92.3	92.3	92.3	92.3	92.3	92.3	92.3	92.3	92.3	92.3	92.3	92.3	92.3	92.3	92.3
L. gravenhorsti	92.9	93.5	93.0	91.6	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2
L. schroederi	93.4	92.3	91.2	92.9	93.5	93.0	91.6	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2
L. chiltonae	93.4	90.9	92.3	91.2	92.9	93.5	93.0	91.6	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2
L. nitidus	93.4	90.9	92.3	91.2	92.9	93.5	93.0	91.6	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2
L. chiltonae	93.4	90.9	92.3	91.2	92.9	93.5	93.0	91.6	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2
L. nitidus	93.4	90.9	92.3	91.2	92.9	93.5	93.0	91.6	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2

(1) Llano Tránsito  
(2) Talita  
c. ad. = *Ctenoblepharys adspersa*  
P. fl. = *Phymatopus pallidus*

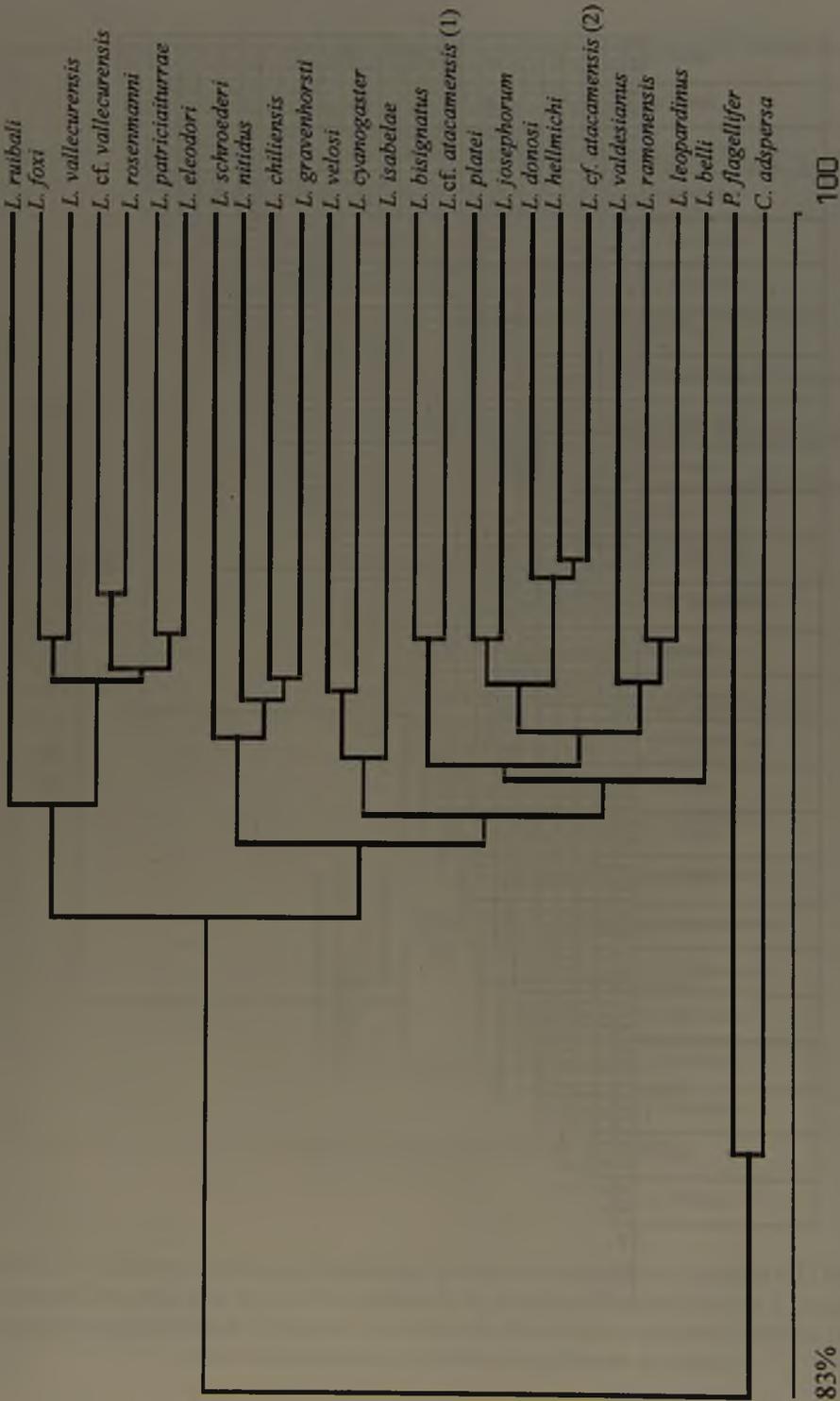


FIGURA 4. Se presenta un dendrograma fenético para las especies de *Liolaemus*, con *Ctenoblepharys* y *Phymaturus* como grupos de comparación, para una discusión véase el texto.

## DISCUSIÓN

El análisis filogenético reveló que la secuencia de apareo promedio entre poblaciones de *L. platei* y *L. isabellae* es de 5,8% (98 de diferencia de apareo). La divergencia en el apareo de secuencia entre las poblaciones de *L. platei* de Totoralillo, en las cercanías de la localidad tipo y las poblaciones de *L. josephorum* es de 5,8% (98,5 de diferencias de apareo). Sin embargo, las diferencias entre las poblaciones nortinas de *L. platei* de las II y III Regiones es sólo de un 1,8% (30,7 diferencias de apareo), véase Cuadro 2 a continuación. En la figura 3 se muestra el árbol filogenético para este análisis.

Las comparaciones morfológicas (Cuadro 3 y Figura 4) muestran que existen dos grupos diferenciados contituidos por los géneros *Phymaturus* y *Ctenoblepharys*, y que se segregan nítidamente del género *Liolaemus*. Dentro de este último aparecen dos ramas que se unen a 90,2% de similaridad (distancia Euclidiana), una de ellas constituida por las especies de que pertenecen al grupo «montanus» (en la figura 3, desde *L. ruibali* hasta *L. eleodori*) y otra con múltiples subgrupos morfológicamente similares pertenecientes al grupo «chileno». Entre éstos, *L. josephorum* aparece vinculado a una rama que incluye a representantes del grupo «nigromaculatus» y en particular a *L. platei*.

Esta especie es *Liolaemus* dado que reúne las características señaladas para este género (ver Cei 1986), pertenece al grupo "chileno" puesto que externamente presenta las supralabiales alargadas y la cuarta escama supralabial es curvada hacia arriba, desde el punto de vista osteológico presenta el hueso tibial recto de sección circular, sin proyecciones en el extremo distal de la tibia; pertenece al conjunto de los "nigromaculatus" puesto que presenta un número cromosómico de  $2n=40$  (José Navarro comunicación personal) y su diseño de manchas dispersas por el dorso lo diferencian de todos los demás *Liolaemus* que no pertenecen a este conjunto de animales. *Liolaemus josephorum* se diferencia de *L. zapallarensis* y sus subespecies (*sensu* Ortiz 1981), de *L. kuhlmanni*, de *L. bisignatus*, de *L. copiapoensis* por el tamaño y diseño, que son considerablemente más grandes y presentan una conspicua mancha negra antehumeral, *L. josephorum* es más pequeño y carece de la citada mancha; de todas las especies que habitan en las islas de la Tercera y Cuarta región por su distribución y tamaño; *L. josephorum* puede ser distinguido de *L. atacamensis* por que esta última presenta una mancha negra antehumeral; de *L. silvai* por el mismo carácter; de *L. hellmichi* por el patrón dorsal diferente y colorido de fondo; *L. josephorum* es una especie morfológicamente cercana a *L. platei* pero esta última es más grande, presenta un color de fondo más oscuro, y manchas dorsales definidas, además por la siguiente combinación de caracteres: *L. platei* tiene dos escudetes impares del hocico contactados, en tanto que *L. josephorum* tiene sólo uno. *L. josephorum* tiene escamas supratemporales de disposición imbricada, en tanto que en *L. platei* son yuxtapuestas, *L. josephorum* tiene menos escamas supraoculares (13) que *L. platei* (20); los órganos sensoriales en *L. josephorum* están restringidos a la punta de la cabeza, y en *L. platei* se extienden hasta la región supraocular; las escamas de la región temporal en *L. josephorum* son consistentemente redondeadas y quilladas y en *L. platei* son polimórficas y lisas; *L. josephorum* exhibe tres pares de escamas postsinfisiales y en *L. platei* son cuatro pares; las escamas dorsales en *L. josephorum* son más grandes que las ventrales, además de la presencia de heteronotos y en *L. platei* son de igual tamaño, sin heteronotos. Las escamas dorsales del antebrazo de *L. josephorum* redondeadas, y en *L. platei* son triangulares. Las escamas ventrales de la región femoral en *L. josephorum* son triangulares, y en *L. platei* son redondeadas. En términos del diseño, *L. josephorum* presenta una banda parietal, carece de línea supraocular y banda temporal, caracteres que ostenta *L. platei*.

Esta especie es similar en diseño a *L. velosi* (*nomen emendatum* de ahora en adelante *Liolaemus velosi* Ortiz, 1987; igualmente, en el análisis morfológico usamos a *Liolaemus donosi*, *nomen emendatum* de ahora en adelante *Liolaemus donosi* Ortiz, 1975) que, sin embargo es más grande que *L. josephorum*, y por la siguiente combinación de caracteres morfológicos: *L. josephorum* sólo tiene un escudete impar del hocico y *L. velosi* presenta dos contactados; la escama interparietal es consistentemente hexagonal en *L. josephorum* y en *L. velosi* es pentagonal; las escamas de la región supratemporal en *L. josephorum* son redondeadas e imbricadas y en *L. velosi* son polimórficas y yuxtapuestas. Los órganos sensoriales en *L. josephorum* se restringen a las loreales en tanto que en *L. velosi* se extienden as supralabiales y subocular. En los flancos *L. josephorum* presenta heteronotos pero *L. velosi* carece de ellos. Las escamas de la región dorsal del antebrazo son triangulares y quilladas en *L. josephorum* en tanto que en *L. velosi* son redondeadas y quilladas mucronadas. Las escamas dorsales de la región femoral son quilladas mucronadas en *L. velosi* y en *L. josephorum* son lisas a ligeramente quilladas. *L. velosi* presenta una banda occipital, una banda parietal, una línea supraocular discernible así como una banda temporal, caracteres del diseño de los que carece *L. josephorum*, por ultimo este presenta un diseño gular de mancha pequeñas lo que no es discernible en *L. velosi*.

Basado en las diferencias genéticas significativas presentadas aquí, las diferencias morfológicas identificadas previamente, así como las las distancias geográficas que separan estos linajes evolutivos, creemos proveer evidencias suficientes para considerar a *Liolaemus josephorum* una especie válida.

#### Material estudiado

MNHN acrónimo de Museo Nacional de Historia Natural; DBGUCH, acrónimo de Departamento de Biología Celular y Genética, Universidad de Chile.

*Ctenoblepahrys adpersa*, DBGUCH 1686, DBGUCH 1683, DBGUCH 1682, DBGUCH 1685, DBGUCH 1684.

*L. atacamensis*, MNHN 1492, 1493, Taltal, 7 de oct. 1983, M. Elgueta recol., MNHN 1523, 1524, Antofagasta (11 km al norte), 13 de nov. 1982, G. Arriagada recol.

*L. belli*, MNHN 039, 040, 041, 049, 053, 055, 058, 051, 056, 057, Valle del río San Francisco, 2200 msnm, 6 de mar. 1977, H. Núñez recol.

*L. bisignatus*, MNHN 1477 holotipo, Atacama, Caldera; MNHN 1490, Playa Negra, 4 de abr. de 1983, J. Moreno recol.; MNHN 2237, 2238, 20 km de Caldera entre Copiapó y Caldera, 30 de sep. 1991, H. Núñez recol.; MNHN 2249, 2250, Travesía, Copiapó, 28 de sep. 1991, H. Núñez, recol.; MNHN 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, Caldera, 28 de sep. 1991, H. Núñez, recol.

*L. cf. vallecurensis*, MNHN 2441, 2442, 2444, 2445, 2446, 2448, 2449, 2451, 2452, 2454, Camino a Sancarrón (III Región) 200 m al Sur Vega de la Suerte, 22-24 de ene. 1993, H. Núñez, recol.

*L. chiliensis*, MNHN 257, 258, 259, 260, 261, 262, Tulahuén, Carén, 9 de ago. 1977, E. Aspillaga y C. Paredes recols.; MNHN 508, 509, Escuela de Agronomía Univ. de Chile, 14 de nov. 1980, P. Maldonado recol.; MNHN 894, 895, "Chile Central", sin datos.

*L. cyanogaster*, DBGUCH 0448, 0449, 886, 0445; MNHN 2103, 2104, Volcán Villarrica, 31 de ago. 1990, G. Kleinknecht leg.

*L. eleodori*, MNHN 2152, 2153, 2156, 2157, Laguna del Negro Francisco, 4100 m, 3-7 de ene. 1991, J.C. Torres-Mura recol.

*L. foxi*, MNHN 2910, 2911, 2916, 2917, 2918, 2919, 2920, 2921, 2922, 2923, 2924, 2925, 2926, 2927, 2928, 2929, Cuesta Barros Arana (km 60 cruce a Río Grande), 16 de dic. 1998; MNHN 2912, 2913, 2914, 2915, Cuesta Barros Arana (km 60 cruce a Río Grande), 27 de feb. 1998, H. Núñez, O. Gálvez, J. Yáñez, recols.

*L. gravenhorsti*, 7, 9, 10, 11, 12, 6, 8 (Sin datos).

*L. isabellae*, DBGUCH 1916, 1918; MNHN 2359, 2360, 2361, 2362, El Cerrito, 12 km NO de La Ola, ex campamento "Foram", 25-26 de dic. 1992, H. Núñez y W. Briones recols.

*L. leopardinus*, DBGUCH 239, 240, 249, 211, 238, 079, 242, 245, 246, 247.

*L. nitidus*, MNHN 226, Lo Valdés, 1845 m, 7 de ene. 1978, H. Núñez y Ma. E. Morales recols.; MNHN 1923, 1924, 1925, 1926, 1927, 1928, Farellones, curva 20, 31 de mar. 1988, H. Núñez y A. Labra recols.; MNHN 2100, 2101, 2102, El Volcán, 18 de dic. de 1988, H. Torres, A. Labra, H. Núñez y J. Sufán recols.

*L. patriciaturrae*, DBGUCH 1915; MNHN 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2365, 2370, 2371, 2374, El Cerrito, 12 km NO de La Ola, ex campamento "Foram", 25 y 26 de dic. 1992, H. Núñez y W. Briones recols.,

*L. platei*, MNHN 263, MNHN 264, 265, 266, Carén (Ovalle), 3 de ago. De 1977, E. Aspillaga y C. Paredes recols.; MNHN 1591, Río Copiapó, Zona matorrales ( $\pm$ 450 m), 25 de mayo de 1983, J. Moreno recol.; MNHN 2993, Chañar Blanco, Vallenar, 29 de sep. De 1997, H. Núñez recol.

*L. ramonensis*, DBGUCH 1033, 1034, 1037, 1043, 1053, 0924, 1032, 1044, 1048, 1054.

*L. rosenmanni*, MNHN 1162, 1163, 1164, 1165, La Ola, Salar de Pedernales, Atacama, 16 de nov. 1974, W. Sielfeld recol., MNHN 2307, 2309, Pastos Largos, Chimberos, 19-20 de ene. 1995, F. Jaksic y J. Jiménez recols., MNHN 2410, 2413, 2414, La Ola, La Animita, III Región, 25 de dic. 1992, H. Núñez y W. Briones recols.

*L. ruibali*, DBGUCH 5, 6, 0294, 0978, 91, 89, 0295, 0799

*L. schroederi*, MNHN 067, 068, 069, 070, 071, Quebrada de Macul, 1250 m, 7 de ene. de 1977, H. Núñez recol; 1, 2, 3, 4, 5 sin datos.

*L. valdesianus*, DBGUCH 880, 887, 876, 929, 926, 883, 927, 881, 928, 886

*L. vallecurensis* (Baños del Toro, Chile), MNHN 2190, 2191, 2192, 2193, 2195, Baños del Toro, 3500 m, 21-22 de feb. 1991, H. Núñez recol.; MNHN 2339, 2340, 2341, 2421, 2422; Baños del Toro, 3500 m, 18-22 de dic. 1992, H. Núñez, J.C. Torres, B. Milstead recols.

*L. vallecurensis*, MNHN 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, Valle del Cura, 3500 m, San Juan, Argentina, 24 de marzo de 1989, E. y C. Pereyra recols.

*L. velosi*, DBGUCH 997, 998, 999, 1000, 1001, 1002, 1950, 1951, 1952, 1953, 1954, 1955, 1956, 1957, 1958, 1959, 1960, 1961.

*Phymaturus flagellifer*, MNHN 1633, 1638, 1639, 1640, El Planchón (Interior de Curicó) aprox. 2,500 m, 26 de feb. 1984, A. Labra y H. Núñez recols.

Material biológico usado para análisis de DNA

*Liolaemus nigroviridis campanae*, MNHN-3200, Chile, Cerro El Roble, 2222 m, ca. 60 km NW Santiago, Región Metropolitana, C. Garín recol.; *L. gravenhorsti*, animal vivo, Chile, Santiago, Región Metropolitana, C. Garín, G. Lobos, recols.; *L. isabellae*, MNHN 3313, Chile, 10 km W La Ola, III Región, H. Núñez, J. Schulte y C. Garín recols.; *L. platei*, MNHN 3319, Chile, Totoralillo, IV Region, H. Núñez, J. Schulte y C. Garín, recols.; *L. josephorum*, no recolectado, Chile, 1 km al S de Diego de Almagro, III Región; *L. josephorum*, no recolectado, Chile, La Finca, III Región; *L. platei*, [JPV150 - Colección John Pablo Valladares] Chile, Parque Nacional Pan de Azúcar, II Region, recolector J.P. Valladares.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CEI, J.M

1986 Reptiles del centro.oeste y sur de la Argentina. Museo Regionales di Science Naturali. Torino (Italia). Monografia IV: 527 pp.

CEI, J.M.

1993 Reptiles del Noroeste, Nordeste y Este de la Argentina. Museo Regionales di Science Naturali. Torino (Italia). Monografia XIV, 580 pp.

DE QUEIROZ, K.

1987 Phylogenetic Systematics of Iguanine Lizards. University of California Press. Zoology, Volumen 118, 203 p.

ETHERIDGE, R.

1995 Redescription of *Ctenoblepharys adspersa* Tshudi, 1845, and the taxonomy of Liolaeminae (Reptilia: Squamata: Tropicuridae). American Museum Novitates 3142: 125-244.

FROST, D. y ETHERIDGE, R.

1989 A phylogenetic analysis and taxonomy of Iguanian lizards. (Reptilia: Squamata). Miscelanean Publications University of Kansas Museum of Natural History. 81: 1-65.

MACEY, J.R., LARSON, A., ANANJEVA, A. y PAPPENFUSS, T.J.

1997 Evolutionary shifts in three major structural features of the mitochondrial genome among iguanian lizards. Journal of Molecular Evolution 44: 660-674

MAHONEY, R.

1973 Laboratory Techniques in Zoology. London Butterworths. 518 p.

NÚÑEZ, H., NAVARRO, J. y VELOSO, A.

2000 *Liolaemus foxi*, una nueva especie de lagarto para el norte de Chile (Squamata: Reptilia: Sauria). Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile) 49: 117-130

OELRICH, T.

1956 The Anatomy of the Head of *Ctenosaura pectinata* (Iguanidae). Miscellaneous Publications Museum of Zoology, University of Michigan, 94, 122 p. + 59 figs.

ORTIZ, J.C.

1981 Estudio multivariado de las especies del grupo *nigromaculatus* (Squamata-Iguanidae). Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso. 14: 247-265.

PETERS, J.A

1964 Dictionary of Herpetology. Hafner Publishing Company Inc. Nueva York, 392 pp + 30 figs.

SCHULTE, J.A.II, MACEY, R., ESPINOZA, R.E. y LARSON, A.

2000 Phylogenetic relationships in the iguanid genus *Liolaemus*: multiple origin of viviparous reproduction and evidence for recurring Andean vicariance and dispersal. Biological Journal of the Linnean Society 69: 75-102.

WEISROCK, D.W., MACEY, J.R., UGURTAS, I.H., LARSON, A. y PAPENFUSS, T.J.

2001 Molecular phylogenetics and historical biogeography among salamandrids of the "true" salamander clade: rapid branching of numerous highly divergent lineages in *Mertensiella luschani* associated with the rise of Anatolia. Molecular Phylogenetics and Evolution 18: 434-448.



## DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESPECIES DE LAGARTOS DE LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CHILE

HERMAN NÚÑEZ<sup>1</sup> y ALBERTO VELOSO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Museo Nacional de Historia Natural, Casilla 787, Correo Central, Santiago de Chile

Email: hnunez@mnhn.cl

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Casilla 653, Correo Ñuñoa, Santiago de Chile. Email: aveloso@abello.dic.uchile.cl

### RESUMEN

Las 33 especies de lagartos agrupados en seis géneros de la II Región de Chile (Antofagasta) son revisadas taxonómicamente y se establece su patrón de distribución geográfica regional. Se reconocen tres ensambles de lagartijas que corresponden al de la costa oeste, al desierto interior y la precordillera y cordillera de la Región de Antofagasta. El endemismo a nivel genérico estaría constituido por *Phrynosaura*. A nivel de especies, los endemismos son distintos según el ensamble. Se examinan algunas evidencias ecogeográficas para dar cuenta de estos patrones de distribución regional. El patrón temporal de esta distribución se examina a la luz de evidencia geológica y climática disponible para el área de estudios.

Palabras clave: Chile, Antofagasta, Lagartos, Biogeografía.

### ABSTRACT

**Geographical distribution of lizards occurring in Antofagasta region, Chile.** Thirty three lizard species, belonging to six genera from the Second Region of Chile Antofagasta, are reviewed, particularly their taxonomy and geographical distribution. Three sets of species are recognized, corresponding to the west coast, inland desert and pre Andes and Andes of Antofagasta. Generic endemism is *Phrynosaura*. At the species level, endemism is related to generic diversity. Some ecogeographical evidences are examined to explain the distributional pattern. The temporal pattern of distribution is examined in light of geological and climatic data available for the area.

Key words: Chile, Antofagasta, Lizards, Biogeography.

### INTRODUCCIÓN

Los reptiles terrestres (Sauria) de la Segunda Región de Antofagasta conocidos son treinta y tres especies pertenecientes a Tropicuridae (*sensu lato*, véase Núñez *et al.* 2001, este volumen), Gekkonidae y Teiidae. Un grupo de tropidúridos habita las zonas costeras áridas, principalmente

*Microlophus* y *Liolaemus*; las especies de *Liolaemus* están presentes en el altiplano y dispersas en las zonas desérticas interiores (Donoso-Barros 1966; Valencia y Veloso 1979; Frost 1992). Los gekkónidos y los teiidos están restringidos a las zonas costeras.

Los ambientes severos, o las alturas, son fuertes barreras que restringen el flujo génico y promueven una distribución en parches, tal como ocurre en otros ambientes desérticos. Este trabajo considera principalmente aquellas especies de lagartos cuya distribución es la región de Antofagasta. Sin embargo, su ámbito necesariamente debe ser mayor, incluyendo especies de las regiones aledañas, y a una escala ecológica mayor, tal como la provincia costera de desierto Chileno-Peruano y el altiplano.

El objetivo de este trabajo es explicar la composición taxonómica y patrones distribucionales en la Región de Antofagasta, si existe alguno, y tratar de elucidar los orígenes de estos grupos. La hipótesis es que los diferentes ensambles de lagartos tienen diferentes orígenes biogeográficos resultando en patrones reconocibles de distribución.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el desarrollo del Proyecto Sectorial FONDECYT N° 2960021, se realizaron cuatro expediciones a diferentes localidades. En estos viajes se recolectaron una variedad de reptiles y su localización geográfica se registró usando aparatos de Posicionamiento Geográfico Global. Estos datos de terreno fueron combinados con los de reptiles de la colección del Museo Nacional de Historia Natural, con los del Departamento de Biología Celular y Genética y la literatura relacionada. Con estos registros, se alimentó una base de datos y se usó el Software Biomax® para su análisis. Básicamente este programa es una aplicación gráfica, que permite el modelamiento de diferentes escenarios basados en la estructura física, ecológica, espacial y funcional encontrados en el área de estudio.

Las localidades fueron divididas arbitrariamente en tres zonas: aquellas al oeste de la cordillera de Domeyko (0 a ca 2500 msnm) fueron denominadas occidentales. Aquellas localizadas al este de la cordillera de Domeyko hasta las pendientes precordilleranas andinas (2500 a 3500 msnm) fueron llamadas medias (desierto interior) y aquellas por sobre los 3500 m fueron llamadas orientales.

## RESULTADOS

Las especies presentes en la Región de Antofagasta, a partir de resultados de terreno y la literatura consultada, se muestra en el Cuadro 1.

### **Patrones actuales de la distribución geográfica de los lagartos**

La Segunda Región de Antofagasta es la más grande división política de Chile, alrededor de 400 km desde la península de Mejillones hasta la frontera argentino-boliviana-chilena y desde el norte hasta el sur corre desde los 21°5' de latitud hasta los 26°. Topográficamente, en el oriente, la cordillera de los Andes alcanza elevaciones de alrededor de 6000 m; en la mitad, la cordillera de Domeyko cruza con orientación norte-sur, y en el occidente, paralelamente y flanqueando la costa antofagastina, la cordillera de la Costa, con una altitud media de 2000 m. Los paisajes son dominados por valles, salares, cimas montañosas, áreas arreicas y endorreicas y cuencas de ríos. La Segunda Región es parte de la "Diagonal xérica", un ecosistema mayor, que corre desde el sur del Perú hasta Atacama, y al lado occidental de los Andes hasta la Patagonia.

CUADRO 1. Distribución de lagartos en la diferentes zonas de la Segunda Región de Antofagasta. Aquellas especies marcadas con un asterisco son endémicas de la región.

Zona occidental	Zona media (desierto interior)	Zona oriental
TEIIDAE	TROPIDURIDAE	TROPIDURIDAE
<i>Callopistes palluma atacamensis</i> *	<i>Liolaemus alticolor walkeri</i> *	<i>Liolaemus a. walkeri</i> *
<i>Callopistes palluma manni</i> *	<i>Liolaemus constanzae</i> *	<i>Liolaemus constanzae</i> *
TROPIDURIDAE	<i>Liolaemus donosi</i> *	<i>Liolaemus dorbignyi</i> *
<i>Liolaemus atacamensis</i>	<i>Liolaemus fabiani</i> *	<i>Liolaemus erroneus</i> *
<i>Liolaemus bisignatus</i>	<i>Liolaemus foxi</i> *	<i>Liolaemus fabiani</i> *
<i>Liolaemus cf. atacamensis</i> *	<i>Phrynosaura audituvelata</i> *	<i>Liolaemus islugensis</i> *
<i>Liolaemus hellmichi</i> *		<i>Liolaemus multicolor</i> *
<i>Liolaemus nigromaculatus</i>		<i>Liolaemus nigriceps</i> *
<i>Liolaemus paulinae</i> *		<i>Liolaemus schmidti</i> *
<i>Liolaemus platei</i>		<i>Liolaemus signifer</i> *
<i>Microlophus atacamensis</i> *		<i>Liolaemus stolzmanni</i> *
<i>Microlophus tarapacensis</i> *		<i>Phrynosaura</i> sp *
<i>Phrynosaura reichei</i> *		
GEKKONIDAE		
<i>Garthia gaudichaudii</i> *		
<i>Phyllodactylus cf. inaequalis</i> *		
<i>Phyllodactylus gerrhopygus</i> *		

El único endemismo genérico para la Segunda Región lo constituyen las especies de *Phrynosaura*, aunque esta situación aún es controvertida (Etheridge 1995). A nivel específico existen varios ejemplos (Cuadro 1). El grado de endemismo difiere entre los seis géneros, en tanto *Liolaemus* y *Phyllodactylus* son géneros altamente diversificados, *Microlophus* es de modesto tamaño, igualmente *Phrynosaura*, *Garthia* y *Callopistes* son géneros pobremente diversificados. Entre los géneros altamente diversificados, *Liolaemus* reúne a más del 66% de la diversidad de saurios de la región. *Ctenoblepharys* es extralimital.

#### Zona occidental

Existen diez especies de lagartos tropidúridos en el sector occidental: *Liolaemus atacamensis*, *Liolaemus bisignatus* (Ortiz 1981, 1987; este trabajo), *L. cf. atacamensis* (Ortiz 1981; este trabajo), *L. hellmichi* (Donoso Barros 1974; este trabajo), *Liolaemus platei* (este trabajo), *Microlophus atacamensis*, *M. tarapacensis* (Ortiz 1980; este trabajo) y *Phrynosaura reichei* (Núñez 1997; este trabajo). Tres Gekkónidos: *Garthia gaudichaudii* (Donoso-Barros 1966; este trabajo), *Phyllodactylus cf. inaequalis* y *P. gerrhopygus* (Donoso-Barros 1966; este trabajo). Tres Teiidos: *Callopistes palluma atacamensis* (Donoso-Barros 1960, 1966; este trabajo) y *C. p. manni* (Donoso Barros 1960, 1966; este trabajo). Otras especies documentadas para esta área son: *Ctenoblepharys adspersa* de Perú (Etheridge 1995), y especies del grupo "nigromaculatus" (Ortiz 1973, 1981, 1987, 1989).

De este grupo de especies "occidentales", *Microlophus atacamensis* y *Phyllodactylus gerrhopygus* pueden alcanzar elevaciones más altas tales como la Quebrada de Yalquincha (Núñez 1992) y Ojo Opache, cerca de Calama. A este grupo de especies se puede agregar *L. paulinae*, restringido a Calama (Donoso-Barros 1966, este trabajo).

#### Zona media

En la zona media, al oriente de la cordillera de Domeyko y hasta las pendientes occidentales de la cordillera andina, se cuentan seis tropidúridos, *L. constanzae* (Donoso-Barros 1966; este trabajo), *L. donosi* (Ortiz 1975; Veloso *et al.* 1982; Núñez 1992; este trabajo), *L. fabiani* (Yáñez y Núñez 1983; este trabajo), *L. alticolor walkeri* (Donoso-Barros 1966; este trabajo), y *Phrynosaura audituvelata* (Núñez y Yáñez 1983; Núñez 1992; este trabajo); en la cima de la cordillera de Domeyko existe muy poca vegetación y los únicos lagartos documentados son *Liolaemus foxi*, *Liolaemus constanzae* y *Phrynosaura audituvelata* (Núñez *et al.* 2000).

#### Zona oriental

En las partes superior de la cordillera andina y por sobre los 2500 msnm se encuentran *L. constanzae* (Donoso-Barros 1966; Núñez 1992, este trabajo); *L. dorbignyi* (Núñez y Fox 1985; Núñez 1992; este trabajo), *L. erroneus* (Núñez y Yáñez 1983; este trabajo); *L. fabiani* (este trabajo); *L. multicolor* (este trabajo); *L. schmidtii* (Halloy *et al.* 1991; este trabajo); *Phrynosaura* sp. (este trabajo); *L. stolzmanni* (este trabajo); *L. islugensis* (Ortiz y Marquet 1987; este trabajo); *L. nigriceps* (Donoso-Barros 1966; este trabajo); *L. alticolor walkeri* (Donoso-Barros 1966; Núñez y Fox 1985; este trabajo), y *L. signifer* (Ceji 1993). Todos ellos pertenecientes a la familia Tropiduridae, no existiendo registros de otra familia de lagartos para esta zona.

## DISCUSIÓN

### Patrones ecogeográficos de distribución

#### La zona occidental

Las especies costeras son un grupo heterogéneo de géneros tropidúridos: *Liolaemus*, *Microlophus* y *Phrynosaura*, más los géneros gekkónidos, *Garthia* y *Phyllodactylus* y el teiido *Callopistes*. Las especies de *Microlophus* y *Phyllodactylus* tienen un origen septentrional (Peters y Donoso-Barros 1986; Valencia y Veloso 1979; Frost 1992). La taxonomía de los *Phyllodactylus* chilenos fue discutida por Núñez y Jaksic (1992) sosteniendo que *P. heterurus* es una sinonimia de *P. gerrohopygus* y que *P. inaequalis* debe ser documentado con especímenes inequívocamente determinados, puesto que esta especie ha sido señalada para el norte del Perú y Ecuador.

La ruta de invasión de los *Microlophus* y *Phyllodactylus* correspondería a las áreas costeras y los animales utilizarían una estrategia "talasófito" (véase Donoso-Barros 1966), *i.e.*, consumiendo algas, pequeños crustáceos (cirripedios, pequeñas jaivas), y moscas asociadas con las algas en descomposición (Donoso-Barros 1948, 1966). La presencia de las especies de estos géneros en la zona media se puede explicar por la presencia del río Loa. El uso del río Loa como ruta de dispersión de *Microlophus* y *Phyllodactylus*, puede ser respaldada por el mismo fenómeno que se observa en los valles de los ríos Lluta y Azapa cerca de Arica (Veloso *et al.* 1982; Dixon y Huey 1970). La dispersión utilizando los cursos de los ríos por especies de lagartos es analizada en Norteamérica por Rachuk (1987), encontrando que el flujo génico es mayor entre poblaciones de riberas de ríos que a lo largo de distancia comparables pero en zonas alejadas de los cauces.

*Callopiestes* tiene una distribución desde Taltal con *C. palluma manni* (Donoso-Barros 1960, 1966), hasta la Sexta Región con *C. palluma palluma* (Núñez 1992). La otra especie de *Callopiestes*, *C. flavipunctatus*, de acuerdo a Peters y Donoso-Barros (1986: 88) tiene una distribución en los valles interandinos del Perú y del sur del Ecuador. Es deseable un estudio de la distribución de este género. El gran hiato entre las formas de *Callopiestes* peruano-ecuatorianas y las chilenas, daría base para suponer que ellas no son formas congénéricas.

La distribución geográfica de *Callopiestes* y de los otros géneros representados en la zona occidental, se habría fragmentado por el desecamiento del sector costero producido por efecto de la acción de la corriente de Humboldt (Martínez-Pardo y Martínez Guzmán 1997). Es interesante señalar, que Chani (1977) documentó especímenes extintos de *Callopiestes* (*C. bicuspidatus*), cerca de Buenos Aires, sugiriendo que al menos, la distribución geográfica de este género habría sido mayor en el pasado. Por el momento, el origen de la familia Teiidae es parte de una controversia, dado que hay restos paleontológicos tanto en el hemisferio sur como en el norte (Albino 1996).

*Ctenoblepharys*, género monotípico con sólo *C. adspersa*, y *Phrynosaura*, son géneros muy relacionados y las especies de este último género habrían evolucionado a partir de un ancestro común de amplia distribución, posiblemente relacionado a *Ctenoblepharys* (Núñez y Yáñez 1983). Etheridge (1995) transfirió *Phrynosaura* a la sinonimia de *Liolaemus*. Las especies de *Phrynosaura* tienen distintas características diagnósticas (H. Núñez en preparación) y deberían ser consideradas en un género aparte distinto de *Liolaemus* (Etheridge 1995). Estas especies tendrían su origen en el desierto y están adaptadas a este medio. *P. reichei* aparece como el lagarto más desértico, habitando en áreas arenícolas de desierto absoluto, sin ninguna fuente de agua líquida, y subsistiendo gracias a la presencia de insectos (principalmente Thysanura). *P. audituvelata* de la localidad de San Pedro de Atacama, con el tímpano cubierto de escamas, aparece adaptado a vivir en ambientes medanosos (Núñez y Yáñez 1983) y ha sido documentado sólo de áreas cercanas a oasis como San Pedro de Atacama y Altos de Agua Colorada. Ambas localidades en medio del desierto, pero menos empobrecidas que las que habita *P. reichei*.

La conexión geográfica entre las especies de *Phrynosaura* puede ser explicada por la presencia del río Loa como un pasaje desde zonas costeras hasta el interior y viceversa; carecemos de suficientes evidencias para determinar si su origen fue la cordillera andina o las áreas costeras. Si aceptamos la conclusión de Etheridge (1995) que *Phrynosaura* es sinónimo de *Liolaemus*, luego debemos aceptar el origen andino de estas especies y "*Liolaemus*" *reichei* habría alcanzado la costa usando, presuntamente, el valle del río Loa. Sin embargo, no se han documentado especímenes de *P. reichei* y tampoco de *P. audituvelata* en la cuenca del Río Loa, a pesar de que sus condiciones métricas les permitirían desplazarse en ambas direcciones, tal como ocurre con los *Microlophus*. Los depredadores aéreos no incluyen lagartos en su dieta en Ojo Opache, cerca de Calama de acuerdo a Rau *et al.* (1997 a, b) y por lo tanto una explicación de la ausencia de *Phrynosaura*, basada en la predación diferencial de estas lagartijas es poco probable.

Varias especies de *Liolaemus* están presentes en la costa: *L. bisignatus*, *L. cf. atacamensis*, *L. hellmichi*, y *L. platei*; correspondientes al grupo "nigromaculatus" (Ortiz 1981). El conjunto mayoritario de especies de este grupo se encuentra en la Tercera y Cuarta Regiones, sugiriendo un centro de especiación en esas áreas, llamado "Norte Chico" en Chile. Poblaciones aisladas de este grupo se encuentran en la zona costera de Antofagasta. El grupo "nigromaculatus" ha sido objeto de estudios previos (Donoso-Barros 1966; Ortiz 1981). Las condiciones de aislamiento geográfico que propician la radiación de este grupo fueron señaladas por Hellmich (1934) y

luego revisadas por Fuentes y Jaksic (1979). De acuerdo con estos autores el avance de los glaciares hacia el norte es determinante en la fragmentación de poblaciones originales durante el Pleistoceno.

La Zona media, la cuesta Barros Arana y la cordillera de Domeyko

En esta región se encuentran especies de *Liolaemus* pertenecientes a dos linajes. El grupo "chileno" con poros prelocales generalmente presentes en número de cuatro o menos, y cartílago de Meckel con surco fusionado; y el grupo "montanus" con un evidente proceso en navaja en el hueso tibial en su parte posterior el que está asociado con una hipertrofia del músculo *tibialis* anterior (Etheridge 1995: 32).

*Liolaemus alticolor walkeri*, *L. constanzae* y *L. donosi* pertenecen al grupo "chileno", en tanto *L. fabiani* al grupo "montanus" ("*Liolaemus*" *audituvelata*, también pertenecería al grupo "montanus"). Todas estas especies se encuentran por sobre los 1000 msnm y *L. a. walkeri* alcanza elevaciones por sobre los 4100 m (Veloso *et al.* 1982; Núñez y Fox 1985).

En la cima de la cordillera de Domeyko habitan dos especies de *Liolaemus*: *L. constanzae* y *L. foxi*, esta última perteneciente al grupo "montanus" (Núñez *et al.* 2000). El grupo "montanus" tiene una distribución en la cordillera andina, el altiplano de Argentina y Bolivia. La presencia de *L. foxi* en la cordillera de Domeyko debe vincularse con una fragmentación del hábitat y sucesivo aislamiento de poblaciones de estas especies, debido a los cambios orogénicos o climáticos que afectaron el área (véase Núñez *et al.* 2000 para un comentario). En una exploración de la cuesta Barros-Arana de la Cordillera de Domeyko, se encontró a *L. constanzae* en su pendiente oriental y en la cima. Sin embargo, en la pendiente occidental, la distribución de lagartos se ve bruscamente interrumpida. Parece sorprendente que *Liolaemus foxi* no habite en este sector, no obstante que en él existen refugios, y un complicado sistema de drenaje con abundantes ítems alimentarios. El análisis de una situación análoga de distribución geográfica, representada por *Liolaemus* en Chile central (Pinto *et al.* 1965 para el cerro El Roble; Jerez y Ortiz 1975 para el cerro La Campana) podría aportar algunas ideas respecto a la distribución de *L. foxi*. Fuentes (1981) y Jaksic (1979) documentaron zonación altitudinal para diferentes especies de *Liolaemus* y señalaron que esta zonación puede deberse a disponibilidad de microhábitats situación que también se extiende para especies de *Liolaemus* que viven en la cordillera andina de Santiago (lat. 33°). Sin embargo, no puede descartarse que una alternativa para esta distribución altitudinal puede ser la agresividad interespecífica (Núñez y Navarro 1993). De hecho, *L. constanzae* es un animal muy activo y agresivo que cuando es atrapado retuerce el cuerpo y muerde a su captor. Pese a ello esta especie no se distribuye al oeste de la cuesta Barros-Arana y tampoco y tampoco se han documentado especies de reptiles a ese lado de estas pendientes, las que no son fuertes pero aparecen más xéricas y de sustratos más duros que las áreas de mayor elevación, condiciones subóptimas para la práctica de cavar de *L. constanzae*.

En la zona media, pero al este de la cuesta Barros-Arana se encuentran *L. a. walkeri*, *L. constanzae*, *L. fabiani* y *Phrynosaura audituvelata*. Todas ellas son endémicas con distribución local, a excepción *L. a. walkeri* que se distribuye hasta los 4100 msnm. Probablemente esta especie no habite en la cordillera de Domeyko debido a la carencia de hábitats para ella. *L. a. walkeri* aparece como una especie fuertemente vinculada a vegetación tal como "paja brava" (*Festuca* sp.), matorrales, y parches rocosos, los que no se aprecian en estas áreas.

Por lo tanto, la composición de especies de la zona media está conformada por dos linajes de lagartijas. El conjunto de especies que aún permanece, es el remanente de un conjunto

previo, una rama (el grupo "montanus") adaptado a condiciones altiplánicas, y un grupo de dispersión secundaria desde el sur. Sin embargo, estas ideas son altamente especulativas. No se puede invocar otra explicación considerando las evidencias de que se dispone.

Para especies de distribución restringida y aislada, tal como *L. donosi* (Ortiz 1975) de Agua Verde, especie muy relacionada a *L. constanzae* (Veloso *et al.* 1982; Núñez y Jaksic 1992), la actual distribución puede ser explicada por un paulatino proceso de desertificación en la región norte. Agua Verde es el único parche de vegetación remanente en el área y refugio exclusivo de *L. donosi*. La actual distribución de otras especies restringidas como *L. paulinae* (Donoso-Barros 1966) del grupo "chileno" en la localidad de Calama, puede ser explicada también de la misma manera. No tenemos una explicación plausible para dar cuenta de por qué *L. paulinae* no tiene una distribución más amplia siguiendo el curso del río Loa.

Lo que hemos propuesto para *L. donosi* y *L. paulinae* puede ser reforzado si se considera la actual distribución de otras especies de vertebrados como el roedor *Ctenomys robustus* de la pampa del Tamarugal y el passeriforme embercico *Zonotrichia capensis koepkeorum* del Perú. También estas especies tienen distribución restringida. Muchos ejemplos de la vegetación se pueden encontrar en la literatura, al menos 50 especies de plantas tiene distribución aislada en el norte del país (Méllica Muñoz com. pers.).

#### La zona oriental

Las siguientes especies pertenecen exclusivamente a esta área: *L. dorbignyi* (Núñez y Fox 1985; Núñez 1992), *L. erroneus* (Núñez y Yáñez 1983), *L. fabiani* (este trabajo), *L. multicolor* (este trabajo), *L. andinus* (Halloy *et al.* 1991), *L. islugensis* (este trabajo), *L. nigriceps* (este trabajo), *L. signifer* (Núñez 1992), *Phrynosaura* sp (este trabajo), *L. stolzmanni* (este trabajo) (= *P. stolzmanni*); todos ellos pertenecientes al grupo "montanus". *L. constanzae* y *L. a. walkeri* pertenecen al grupo "chileno" y son encontrados en la zona media también. Así, dos grupos de lagartos se encuentran en esta zona oriental. Como se mencionó previamente, las especies del grupo "montanus" habrían especiado en las montañas andinas, y las adscritas al grupo "chileno" probablemente se han dispersado desde el sur.

### PATRONES BIOGEOGRÁFICOS Y EVENTOS HISTÓRICOS

Aunque no existen evidencias paleontológicas de la presencia de los actuales lagartos en las regiones desérticas del norte de Chile, Perú o el altiplano, las historias tempranas de los Gekkónidos, Teiidos y Tropicóridos pueden ser trazadas hasta el Cretácico tardío. De acuerdo al registro fósil, Albino (1996) señala que la distribución de Squamata era más amplia que hoy durante el Cretáceo y durante casi todo el Terciario, debido a condiciones ambientales más homogéneas.

En nuestra opinión, el evento orogénico más importante es la apertura del paso de Drake en el Oligoceno y Mioceno temprano, originando la corriente de Humboldt que era cálida (Martínez Pardo y Martínez-Guzmán 1997). Durante el Plioceno la corriente de Humboldt se hizo más fría con severos cambios en la fauna de moluscos marinos, desde una comunidad tropical a una austral (Zinzmeister 1978). Este proceso determina un activo proceso de desecación (Muizon y Devries 1985) con retracción de flora tropical y avance hacia el norte de flora austral. Al mismo tiempo, una intensa actividad volcánica produjo un gran incremento de la ascensión de la cordillera andina que alcanza su altura actual. Las condiciones más frías desarrolladas

durante el Terciario superior culminan en la glaciaciones cuaternarias que se caracterizan por alternancia de condiciones áridas y húmedas (Arroyo *et al.* 1988) con consecuencias en la distribución de elementos de la flora y la fauna.

Se puede adelantar una explicación sintética para dar cuenta del origen de los lagartos que actualmente habitan en la Segunda Región considerando los cambios orogénicos y climáticos señalados para el área. El principal factor orogénico es el levantamiento de la cordillera andina, y el posterior un enfriamiento producido por la corriente de Humboldt. El proceso orogénico determina la formación de nuevos ambientes andinos y la fría corriente de Humboldt determina a su vez la desecación de un extenso territorio en el Norte de Chile y el Sur del Perú. El levantamiento y la progresiva desecación alcanzan su máximo durante el Cuaternario con la formación del Desierto de Atacama que conocemos en la actualidad. Esto propiciaría la dispersión de los lagartos hacia ambientes másicos de la cordillera y precordillera andinas, a lo largo de la cuenca del río Loa y de los diferentes oasis y valles con agua permanente que se encuentran en la actualidad.

Los hábitats de la costa, también sufrieron fragmentación determinada por condiciones xéricas, promoviendo el aislamiento y la subsiguiente especiación de *Microlophus*, *Garthia* y *Callopistes*.

Tanto el levantamiento de las tierras así como los procesos de desecación produjeron una matriz inicial de relaciones ecológicas entre las poblaciones ancestrales, permitiendo además, la ampliación de la distribución (dispersión) de taxa, en nuevos ambientes y promoviendo la especiación a mayores altitudes (por sobre 2500 msnm).

Adiciones y sustracciones de especies de una región pueden ser afectadas por diversos procesos: especiación, extinción, dispersión biótica y dispersión a distancia (Cracraft 1994). La especiación y la dispersión biótica se traducen en conjuntos de especies estructuradas jerárquicamente en un sentido Linneano, en tanto que la dispersión a distancia resulta en conjuntos desestructurados de especies. La especiación en los nuevos ambientes colonizados, y la dispersión biótica parecen ser el principal proceso operante en la fauna de lagartos de Antofagasta.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el proyecto sectorial FONDECYT 5960021. HN agradece a la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos el financiamiento de expediciones adicionales. Daniel Frassinetti proveyó de valiosa bibliografía fuera de nuestro alcance. Nuestra gratitud a Stanley Fox de la Universidad de Oklahoma por sus valiosas sugerencias que mejoraron el manuscrito.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINO, A.  
1996 The South American Fossil Squamata (Reptilia: Lepidosauria). *Munchner Geowiss. Abh. (A)* 30: 185-202.
- ARROYO, M.T., SQUEO, F., ARMESTO, J. y VILLAGRÁN, C.  
1988 Effects of aridity on plant diversity in the Northern Chilean Andes: result of a natural experiment. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 75: 55-78.

- CAPETILLO, J., NORTHLAND, I. e ITURRA, P.  
1992 Caracterización morfológica y cromosómica de *Phyllodactylus inaequalis* Cope y *Phyllodactylus gerrhopygus* (Wiegmann) (Gekkonidae) Nueva distribución geográfica en el Norte de Chile. *Acta Zoológica Lilloana* (Argentina) 41: 219-224.
- CEI, J.M.  
1986 Reptiles del centro, centro-oeste y sur de la Argentina - Herpetofauna de las zonas áridas y semiáridas. *Mus. Reg. Sci. Nat. Torino* (Italy) Monogr. 4, 527 p.
- CEI, J.M.  
1993 Reptiles del noroeste, noreste y este de la Argentina - Herpetofauna de las selvas subtropicales, Puna y Pampas. *Mus. Reg. Sci. Nat. Torino* (Italy) Monogr. 14, 949 p.
- CHANI, J.  
1977 Relaciones de un nuevo Teiidae (Lacertilia) fósil del Plioceno superior, *Callopietes bicuspidatus* n.sp. Instituto Miguel Lillo. Univ. Nacional de Tucumán. Publ. Especial: 133-153. Tucumán, Argentina.
- CRACRAFT, J.  
1994 Species diversity, biogeography and the evolution of Biotas. *Amer. Zool.* 34 : 33-47
- DIXON, J.R. y HUEY, R.B.  
1970 Systematic of the lizards of the Gekkonid genus *Phyllodactylus* of mainland South America. *Los Angeles Co. Mus. Cont. Sci.* 192: 1-78.
- DONOSO-BARROS, R.  
1948 Alimentación del *Tropidurus peruviansis* (sic). *Bol. Mus. Nac. Hist. Nat.* 24: 213-216.
- DONOSO-BARROS, R.  
1958 *Phrynosaura reichei* Werner, 1907 ¿una especie en extinción?. *Inv. Zool. Chilenas.* 4: 253-257.
- DONOSO-BARROS, R.  
1960a La familia Teiidae en Chile. *Rev. Chilena Hist. Nat.* 55: 41-54.
- DONOSO-BARROS, R.  
1960b Ecología de los reptiles chilenos. *Invest. Zool. Chilenas.* 6: 65-72.
- DONOSO-BARROS, R.  
1966 Reptiles de Chile. Edit. Universitaria. München. F. Bruckman.
- ETHERIDGE, R.  
1995 Redescription of *Ctenoblepharys adspersa* Tschudi, 1845, and the Taxonomy of Liolaeminae (Reptilia: Squamata: Tropiduridae). *Am. Mus. Novitates.* 3142, 34 p.
- FROST, D.  
1992 Phylogenetic analysis and taxonomy of the *Tropidurus* group of lizards (Iguania: Tropiduridae). *Am. Mus. Novitates.* 3033, 68 p.
- FUENTES, E.R.  
1981 Evolution of lizard niches in Mediterranean habitats. IN: F. di Castri (ed.) *Maquis and Chaparral.* Elsevier Publ. Netherland Chapter 23: 417-444.
- FUENTES, E.R. y JAKSIC, F.M.  
1979 Lizards and Rodents, an explanation for their relative diversity species in Chile. *Arch. Biol. Med. Exper.* 12: 179-190.

HALLOY, M., GROSSE, C. y LAURENT, R.

1991 *Liolaemus andinus* (Iguanidae) des deux côte des Andes. Revue. Fr. Aquiriol. 18: 61-64.

HELLMICH, W.

1934 Die Eidechsen Chiles, Insbesondere die Gattung *Liolaemus*. Abh. Bay. Ak. Wiss. 24: 1-140.

JEREZ, V. y ORTIZ, J.C.

1975 Distribución altitudinal del género *Liolaemus* (Squamata-Iguanidae) en el Cerro La Campana. An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso (Chile) 8: 58-61.

LYNCH, J.D.

1986 Origins of the high andean herpetological fauna. IN: F. Vuillemier & M. Monasterio (Eds) . High altitude tropical biogeography. Oxford University Press 649 p.

MARTÍNEZ-PARDO, R. y MARTÍNEZ-GUZMÁN, R.

1997 Neogene Southeast Paleogeography, the opening of the Drake Passage and the Humboldt Current history: The Chilean micropaleontological Perspective. Actas VIII Congreso Geológico Chileno, Vol. 1: 525-529. Univ. Católica del Norte. Depto. Ciencias Geolgicas.

MUIZON, C. y DE DEVRIES, T.

1985 Geology and paleontology of late Cenozoic marine deposits in the Sacaco Area (Peru). Geol. Rundschau 74: 547-563.

NÚÑEZ, H.

1992 Geographical data of Chilean lizards and snakes in the Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Chile. Smithsonian Herpetological Information Service. 91, 29 p.

NÚÑEZ, H. y FOX, S.F.

1985 *Liolamys puritamensi*, a new species of iguanid lizard previously confused with *Liolaemus multiformis* (Squamata: Iguanidae). Copeia 1985(2): 456-460.

NÚÑEZ, H y NAVARRO, J.

1993 *Liolaemus patriciaturrae* y *Liolaemus isabelae*, dos nuevas especies de lagartijas para el norte de Chile. Aspectos biogeográficos y citotaxonmicos (Squamata, Tropicuridae). Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile 44: 99-113.

NÚÑEZ, H. y TORRES-MURA, J.C.

1992 Adiciones a la herpetofauna de Chile. Not. Mens. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile. 321: 10-14.

NÚÑEZ, H. y JAKSIC, F.

1992 Lista comentada de los reptiles terrestres de Chile continental. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile 43: 63-91.

NÚÑEZ, H. y YÁNEZ, J.L.

1983a *Ctenoblepharis audituvelatus*, new species, a lizard from Northern Chile. Copeia 1983(2): 454-457.

NÚÑEZ, H. y YÁNEZ, J.L.

1984 *Liolaemus erroneus* nov. sp de Iguanidae para la zona norte de Chile. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile 40: 91-95.

ORTIZ, J.C.

1973 Nota distribucional sobre *Liolaemus platei platei* Werner. An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso 6: 75-77.

ORTIZ, J.C.

1975 Una nueva especie de lagartija chilena, *Liolaemus donosoi* n. sp. (Squamata - Iguanidae). An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso (Chile) 8: 62-65.

ORTIZ, J.C.

1980 Revisión taxonómica del género *Tropidurus* en Chile. (1). I Reunión Iberoamericana Zoología de Vertebrados, La Rábida (España).

ORTIZ, J.C.

1981 Estudio multivariado de las especies de *Liolaemus* del grupo *nigromaculatus*. (Squamata-Iguanidae). An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso 14: 247-265.

ORTIZ, J.C.

1987 Une nouvelle espèce de *Liolaemus* (Sauria, Iguanidae) du Chili. Bull. Mus. Natn. Hist. Nat. Paris 4 ser., 9, Section A(1): 265-270.

ORTIZ, J.C.

1989 Description de *Liolaemus silvai* sp. nov. (Sauria, Iguanidae) du "Nord Chico" du Chili. Bull. Mus. Natn. Hist. Nat. Paris 4 ser., Section A(1): 247-252.

ORTIZ, J.C.

1994 Una nueva especie de lagarto altoandino del género *Liolaemus* (Sauria, Tropiduridae) Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile 65: 191-195.

ORTIZ, J.C. y MARQUET, P.

1987 Una nueva especie de lagarto altoandino: *Liolaemus islugensis* (Reptilia-Iguanidae). Gayana (Zoología) (Chile) 51(1-4): 59-63.

PETERS, J.A. y DONOSO-BARROS, R.

1986 Catalogue of the neotropical Squamata with new material by P.E. Vanzolini. Reviewed ed. Bol. 297. Smithsonian Institution.

PINTO, A., HERMOSILLA, W., DI CASTRI, F. y ASTUDILLO, V.

1965 Distribución altitudinal de lagartos y diversidad trófica de la herpetofauna del Cerro El Roble, Chile. Inv. Zool. Chil. 14: 32-40.

RACHUK, N.A.

1987 Genetic variation in *Sceloporus undulatus* : Effect of gene flow, isolation, and selection. Unpublished M.S. Thesis. Oklahoma State University , Stillwater Oklahoma, USA.

RAU, J., SORAYA, S., GANTZ, A. y COUVE E.

1997a Ecología trófica del halcón perdiguero (*Falco femoralis*) en el norte grande de Chile. III Congreso Chileno de Ornitología. V Encuentro Nacional de Ornitólogos. Actas 4.

RAU, J., LÓPEZ, P., GANTZ, A. y COUVE, E.

1997b Dieta del aguilucho (*Buteo polyosoma*) en el norte grande de Chile. III Congreso Chileno de Ornitología. V Encuentro Nacional de Ornitólogos. Actas 5.

VALENCIA, J y VELOSO, A.

1979 Zoogeografía de los saurios chilenos, proposiciones para un esquema ecológico de distribución. Medio Ambiente (Valdivia, Chile). 5(1-2): 5-14.

VELOSO, A., SALLABERRY, M., NAVARRO, J., ITURRA, P., VALENCIA, J., PENNA, M. y DÍAZ, N.

1982 Contribución sistemática al conocimiento de la herpetofauna del extremo norte de Chile. EN: A. Veloso y E. Bustos (eds.) El Ambiente Natural y las Poblaciones Humanas de Los Andes del Norte Grande de Chile. (Arica, lat. 10°28'S) I. 135-268. Montevideo. UNESCO - ROSTLAC.

YÁÑEZ, J.L. y NÚÑEZ, H.

1983 *Liolaemus fabiani*, a new species of lizard from Northern Chile (Reptilia: Iguanidae). Copeia 1983 (3): 788-790.

YOUNG-DOWNEY, A. y MORENO, J.

1990 A new species of Tropidurine lizard (Squamata: Tropiduridae) from Los Andes of Northern Chile. *Gayana (Zoología) (Chile)*, 55(4): 391-396.

ZINZMEISTER, W.

1978 Effect of formation of the west Antarctic ice sheet on shallow-water marine faunas of Chile. *Antarctic J. US* 13: 25-26.

Contribución recibida: 31.07.01; aceptada: 03.10.01

## EPHEMEROPTERA (INSECTA) DE CHILE. SU CONOCIMIENTO ACTUAL

ARIEL CAMOUSSEIGHT

Museo Nacional de Historia Natural. Sección Entomología.  
Casilla 787. Santiago – Chile. [acamousseight@mnhn.cl](mailto:acamousseight@mnhn.cl)

### RESUMEN

Se reúne la información disponible acerca de 56 especies citadas en la literatura como de Chile, distribuidas en 7 Familias. Se discute el conocimiento fragmentario que se tiene de la mayor parte de las especies de las Superfamilias Siphonuroidea, Oligoneurioidea y Caenoidea y se establece la inexacta presencia en el país de las especies *Hermanella thelma* y *Metamonius fuegiensis*.

Palabras clave: Insecta, Ephemeroptera, Catálogo, Chile.

### ABSTRACT

**Ephemeroptera (Insecta) from Chile. The present knowledge.** The available information about 56 Ephemeroptera species known from the literature as being from Chile is compiled. The fragmentary knowledge about the most part of the species belonging to the Superfamilies Siphonuroidea, Oligoneurioidea and Caenoidea is discussed and the absence in Chile of *Hermanella thelma* and *Metamonius fuegiensis* is established.

Key words: Insecta, Ephemeroptera, Catalog, Chile.

### INTRODUCCIÓN

En este Catálogo se reúne la información relevante acerca de las especies actualmente consideradas como presentes en el país, de acuerdo a la clasificación planteada por Hubbard (1990), pero considerando además las modificaciones hechas por Kluge *et al.* (1995).

Las primeras especies descritas de esta parte del mundo corresponden a *Baetis guttatus* Pictet, 1843 y a *Ephemera vitripennis* Blanchard, 1851. Ambas con una incierta existencia dada su ambigua definición; la primera ha sido cambiada cuatro veces de género, teniendo como base para dichos cambios, la descripción y el dibujo original. Lo anterior ha determinado también, su ubicación en dos familias distintas, primero en Baetidae y actualmente en Oniscigastridae. La segunda especie ha tenido sólo un par de cambios respecto del género en que fuera descrita; a pesar que de ella sólo se conoce el ejemplar tipo.

El conocimiento eminentemente abstracto y la discusión fundamentalmente nomenclatural que de las dos primeras especies conocidas de Chile se ha hecho, no son casos aislados, como queda de manifiesto al analizar la bibliografía pertinente.

Eaton (1885) describe una ninfa de Chile, pero no la nombra. Lestage (1931) en base a la descripción anterior crea un género y una especie: *Chiloporter eatoni*. Demoulin (1952) sólo con argumentos teóricos, traslada la especie al género *Ameletopsis*, para luego en una posterior publicación (Demoulin, 1955d) regresarla al género *Chiloporter*, donde ha continuado sin variación a ser citada en posteriores trabajos. No hay certeza de que exista el ejemplar sobre el cual Eaton basó su descripción, ni tampoco se conocen otros ejemplares.

Ulmer (1904) describe una ninfa como del tipo-*Baetis*, colectada en Ushuaia (Argentina), pero no la nombra. Lestage (1935a) la llama *Ameletus fuegiensis*, luego la traslada (Lestage, 1935b) a *Ameletoides*. Ulmer en 1938 acepta lo establecido. Todo en base a una sola ninfa conocida. Pero aún hay más, Demoulin (1955d) al tratar los "efemerópteros nuevos o raros de Chile" y a pesar de declarar que conoce la especie sólo por la figura original, la coloca en el trabajo, con lo que tácitamente amplía su distribución. No hay certeza de la presencia de esta especie en Chile, ya que no hay registro de ejemplares recolectados en el país.

Algo semejante ocurre con la ninfa tipo-*Leptophlebia* descrita pero no nominada por Ulmer (1904), y que Lestage (1931) comenta al tratar el género *Atalophlebia*. Pero en este caso es al menos el propio descriptor (Ulmer, 1938) quien nominará al único ejemplar como *Atalophlebioides lestagei*.

Otro caso es el de la especie *Euthyplocia bullocki* Navás, 1929, descrita en base a un ejemplar hembra, actualmente desaparecido. Sin mediar explicación Hubbard (1982) en su Catálogo, la traslada al género *Chaquihua*.

El conocimiento fragmentario que de la mayor parte de las especies se ha tenido y tal vez el excesivo análisis teórico de escasos antecedentes, han aportado un confuso y ambiguo panorama de la verdadera representación de los efemerópteros del país. Un ejemplo emblemático de dicha confusión es el de la especie *Murphyella needhami*, basada en la descripción de una ninfa, a la que con posterioridad se le han ido adicionando, sólo por inferencia, posibles imágos. Todos los antecedentes a este respecto han sido publicados por Hubbard (1985).

En un listado reciente de Domínguez, Hubbard & Pescador (2001), se efectúan cambios nomenclaturales de especies presentes en Chile. Es así como *Caenis axillata* Navás, 1930 y *Caenis nigella* Navás, 1932 son colocadas en *nomina dubia*, a pesar de la existencia del tipo de a lo menos una de las especies y de la posibilidad de recolectar ejemplares de la misma Familia, en las localidades en las cuales se recolectaron los especímenes que sirvieron de base a las descripciones originales. En este mismo listado, 7 especies de *Atalophlebia* descritas por Navás (1928, 1930, 1934, 1936) aparecen trasladadas al género *Penaphlebia*, obviando el que los autores de dicho género (Peters & Edmunds, 1972) indicaron en su oportunidad, que debían permanecer en el género original en tanto que no sean estudiadas las series tipos de Navás.

Finalmente hay que señalar que la especie *Hermanella thelma* Needham & Murphy, 1924 ha sido citada erróneamente como presente en Chile por Lestage (1931) y posteriormente por Hubbard (1982). Los autores del género indicaron que su estudio se basaba en dos ninfas recolectadas en Chile, pero a continuación al describir la especie, señalan que las mismas dos ninfas procederían de Iguazú, Argentina. Domínguez & Flowers (1989) al estudiar el género *Hermanella* Needham & Murphy, ratifican la presencia de la especie *H. thelma* en Iguazú, Argentina y no en Chile.

## CATÁLOGO SISTEMÁTICO

## BAETOIDEA

## BAETIDAE

*Americabaetis* Kluge, 1992; Lugo-Ortiz & McCafferty, 1996: 157, 163 (n.status).  
Especie tipo. *Baetis naranjoi* Klunge, 1992

1. *Americabaetis albinervis* (Navás, 1921)  
*Pseudocloeon albinerve* Navás, 1921: 443-444; Lestage, 1931: 58; Hubbard, 1982: 261 (Catálogo); Lugo-Ortiz & McCafferty, 1999a: 260 (*Americabaetis*); McCafferty, 2000: 378.  
Tipos: Museo de Zoología del Ayuntamiento, Barcelona, España.  
Distribución: Chile: V Región.
2. *Americabaetis alphas* Lugo-Ortiz & McCafferty, 1996: 163-164 figs. 1-15 (imago ♂♀, ninfa).  
Tipos: Purdue University, Entomological Research Collection, West Lafayette, Indiana, USA.  
Distribución: Chile: IV Región. Argentina. Bolivia. Brasil. Paraguay.  
*Andesiops* Lugo-Ortiz & McCafferty, 1999b: 89, 91.  
Especie tipo. *Baetis peruvianus* Ulmer, 1920.
3. *Andesiops peruvianus* (Ulmer, 1920); Lugo-Ortiz & McCafferty, 1999b: 91-93 figs. 1-16 (imago ♂♀, ninfa)  
= *Baetis peruvianus* Ulmer, 1920a: 53-54 fig. 36-37 (imago ♂, subimago ♂♀); Needham & Murphy, 1924: 54 Pl. 13 figs. 167, 173-174, 179-180, 182 (ninfa); Lestage, 1931: 58; Demoulin, 1955b: 8; Hubbard, 1982: 259 (Catálogo); Hubbard, Dominguez & Pescador, 1992: 203 (Catálogo); Lugo-Ortiz & McCafferty, 1999b: 91-91 figs. 1-16 (imago ♂♀, ninfa) (*Deceptiviosa*); McCafferty, 2000: 378.  
= *Baetis weiseri* Navás, 1922: 385 fig. 3 (subimago); Lugo-Ortiz & McCafferty, 1999b: 91-93 (n. sinonimia).  
Distribución: Chile: II, IV-V, Región Metropolitana, VIII-X, XII Región. Colombia. Venezuela. Ecuador. Perú. Argentina. Bolivia.  
*Callibaetis* Eaton, 1881:196; Eaton, 1885: 191-192; Gillies, 1990: 18-20 (Clave especies).  
= *Neobaetis* Navás  
Especie tipo. *Baetis pictus* Eaton, 1881.
4. *Callibaetis fasciatus* (Pictet, 1843)  
*Cloe fasciata* Pictet, 1843: 262-263 Pl. 41 fig. 4 (imago ♀); Eaton, 1885: 197-198 (imago ♂, subimago ♂) (*Callibaetis*); Hubbard, 1982: 259; Gillies, 1990: 23-24 (sinonimia); Hubbard, Dominguez & Pescador, 1992: 205 (Catálogo).  
= *Callibaetis trifasciatus* Esben-Petersen, 1912; Hubbard, 1982:260; Gillies, 1990: 23, 29.  
= *Baetis gloriosus* Navás, 1923: 2-3 fig. 30 (imago); Navás, 1930: 360 (*Callibaetis*); Lestage, 1931: 58 (*Baetis*); Hubbard, 1982: 258 (Catálogo); Gillies, 1990: 23.  
Tipo: no presente en Colección Pictet, Suiza, según Eaton, 1871.

Distribución: Chile: V Región. Argentina. Brasil.

5. *Callibaetis jocosus* Navas, 1912: 195-196 fig. 4a (imago ♂♀) (*C. jocosus*); Ulmer, 1920b: 126 (*C. jocosus*); Needham & Murphy, 1924: 51; Hubbard, 1982: 259; Gillies, 1990: 26 (Sinonimia); Hubbard, Dominguez & Pescador, 1992: 206 (Catálogo).  
 = *Callibaetis stictogaster* Navás, 1915: 121 (imago ♂♀); Hubbard, 1982: 260 (Catálogo); Gillies, 1990: 26, 28-29.  
 = *Callibaetis jaffueli* Navás, 1918: 214-215 fig. 2 (imago ♂); Lestage, 1931: 58; Hubbard, 1982: 259 (Catálogo); Gillies, 1990: 25-26.  
 = *Callibaetis spegazzinus* Navás, 1920: 36; Hubbard, 1982: 260 (Catálogo); Gillies, 1990: 26, 28.  
 = *Callibaetis rimatus* Navás, 1932: 113; Hubbard, 1982: 260 (Catálogo); Gillies, 1990: 26-27.

Holotipo: Museo de Zoología del Ayuntamiento, Barcelona, España.

Distribución: Chile: V Región. Argentina. Brasil. Paraguay.

6. *Callibaetis sellacki* (Weyenbergh, 1883)  
*Cloe sellacki* Weyenbergh, 1883: 164-167 Pl.10 fig. 3; Eaton, 1885: 198-199 (imago ♂♀) (*Callibaetis*); Hubbard, 1982: 260 (Catálogo); Gillies, 1990: 27-28 (sinonimia); Hubbard, Dominguez & Pescador, 1992: 207 (Catálogo).  
 = *Callibaetis trifasciatus*, Navás, 1915: 120 (*non* Esben-Petersen, 1912) Gillies, 1990: 27-28.  
 = *Callibaetis fasciatus*, Ulmer, 1921: 246-247 (*non* Pictet, 1843) Gillies, 1990: 27-28.  
 = *Callibaetis lineatus* Navás, 1932: 82-83 fig. 12 (imago ♀); Hubbard, 1982: 259 (Catálogo); Gillies, 1990: 26, 27-28.  
 = *Cloe lorentzii* Weyenbergh, 1883: 167-170 Pl.10 fig.4; Ulmer, 1920b: 126.  
 Distribución: Chile: V Región. Argentina. Uruguay.

*Deceptiviosa* Lugo-Ortiz & McCafferty, 1999b: 93, 95.

Especie tipo. *Deceptiviosa torrens* Lugo-Ortiz & McCafferty, 1999b.

7. *Deceptiviosa angolina* (Navás, 1933)  
*Baetis angolinus* Navás, 1933: 233-234 fig. 50 (subimago ♀); Hubbard, 1982: 258 (Catálogo); McCafferty, 2000: 377 (*Deceptiviosa*).  
 Holotipo: Museo de Zoología del Ayuntamiento, Barcelona, España.  
 Distribución: Chile: IX Región.
8. *Deceptiviosa ardua* Lugo-Ortiz & McCafferty, 1999b: 95, 97-98 figs. 17-25 (ninfa).  
 Tipos: Purdue University, Entomological Research Collection, West Lafayette, Indiana, USA. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington D.C.  
 Distribución: Chile: IV, X Región.
9. *Deceptiviosa torrens* Lugo-Ortiz & McCafferty, 1999b: 99-100 figs. 26-45 (imago ♂♀, ninfa).  
 Tipos: Purdue University, Entomological Research Collection, West Lafayette, Indiana, USA. Instituto-Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington, D.C.  
 Distribución: Chile: IV, V, Región Metropolitana, IX, X, XII Región.

## SIPHONUROIDEA

## ONISCIGASTRIDAE

*Siphonella* Needham & Murphy, 1924: 30-31

Especie tipo. *Siphonella ventilans* Needham & Murphy, 1924.

10. *Siphonella guttata* (Pictet, 1843)

*Baetis guttatus* Pictet, 1843: 187-188 Pl. 24 fig. 3 (imago ♀); Blanchard, 1851: 06-107 Lám. 2 fig. 2 (imago) (*Ephemer*); Eaton, 1871: 156 (*Heptagenia*); Eaton, 1887: 301-302 (*Ecdyurus*); Demoulin, 1955a:3 (*Ecdyonurus*); Hubbard, 1982: 263 (Catálogo); Flowers & Peters, 1981: 153 (*Siphonella*).

Tipo: no presente en Colección Pictet, Suiza, según Eaton, 1871.

Distribución: Chile: X Región.

11. *Siphonella ventilans* Needham & Murphy, 1924: 31 Pl. 9 figs. 103, 104, 109, 110, 116 y 117 (ninfa); Lestage, 1931: 49-50; Lestage, 1935a: 97, 128; Ulmer, 1938: 97-102 figs. 10-13 (imago ♂, subimago ♂); Hubbard, 1982: 273 (Catálogo).

= *Siphonurus fazi* Navás, 1930: 360-361 (imago ♂); Lestage, 1935a: 96; Ulmer, 1938: 97-102 (Sinónimo).

Holotipo: Cornell University U.S.A..

Distribución: Chile: X Región.

## NESAMELETIDAE

*Metamonius* Eaton, 1885: 208-209 ; Demoulin, 1955c: 1-3. Demoulin, 1955d: 2.

Especie tipo. *Siphurus anceps* Eaton, 1888

12. *Metamonius anceps* Eaton, 1883

*Siphurus? anceps* Eaton: 1883 en Pl. 20 fig. 34b; Eaton, 1885: 209 (imago ♂, subimago ♂) (*Metamonius*); Lestage, 1931: 49; Navás, 1936: 140; Demoulin, 1955b: 2-5 fig. 1 (imago ♀); Demoulin, 1955d: 2-5 fig. 1 (subimago ♀, ninfa); Kimmins, 1960: 270 fig. 1 (imago ♂); Hubbard, 1982: 273 (Catálogo).

Tipo: Natural History Museum de Londres

Distribución: Chile: Región Metropolitana, VIII, X Región.

13. *Metamonius hollermayeri* Navás, 1936: 139-140 fig. 20 (imagos ♂♀); Hubbard, 1982: 273 (Catálogo).

Tipo: Desaparecido.

Distribución: Chile: X Región.

## AMELETOPSIDAE

*Chiloporter* Lestage, 1931: 50-51; Demoulin, 1955d: 5-6.

Especie tipo. *Chiloporter eatoni* Lestage, 1931.

14. *Chiloporter eatoni* Lestage, 1931

Ninfa, género y especie indeterminados Eaton, 1885: 229-230 pl. 53 (ninfa); Lestage, 1931: 50-51 (*Chiloporter eatoni*); Lestage, 1935a: 97, 127-128; Demoulin, 1952: 171 (*Ameletopsis*); Demoulin, 1955b:1; Demoulin, 1955d: 6 (*Chiloporter*) (Chile); Hubbard, 1982: 272 (Catálogo); Hubbard, Dominguez & Pescador, 1992: 209 (Catálogo).

Holotipo: Colección McLachland Museum Cambridge Massachusetts

Distribución: Chile. Argentina: Ushuaia.

15. *Chiloporter penai* Demoulin, 1955d: 6-9 fig. 2 (imago ♂, ninfa); Hubbard, 1982: 272 (Catálogo).  
Tipos: Institut royal des Sciences Naturelles, Bélgica.  
Distribución: Chile: VIII Región.
- Chaquihua* Demoulin, 1955d: 11  
Especie tipo. *Chaquihua penai* Demoulin, 1955d.
16. *Chaquihua bullocki* (Navás, 1929).  
*Euthyplocia bullocki* Navás, 1929: 329-330 fig. 75 (♀); Lestage, 1931: 59; Hubbard, 1982: 272 (*Chaquihua*) (Catálogo).  
Tipo: Desaparecido.  
Distribución: Chile: IX Región.
17. *Chaquihua penai* Demoulin, 1955d: 11-14 fig. 3 (imago ♀, subimago ♂); Hubbard, 1982: 272 (Catálogo).  
Tipos: Institut royal des Sciences Naturelles, Belgica.  
Distribución: Chile: X Región.

## OLIGONEURIOIDEA

## OLIGONEURIIDAE

## COLOBURISCINAE

*Murphyella* Lestage, 1929: 436-439; Lestage, 1935a: 129-130.

=*Metamonius* (*partim*), Needham & Murphy, 1924, Navás, 1936: 140;  
*Heptagenia* (*partim*), Navás, 1929: 331; Dictyosiphon Lestage, 1931.

Especie tipo. *Murphyella needhami* Lestage, 1929.

18. *Murphyella needhami* Lestage, 1929: 436-439; Lestage, 1931: 49; Navás, 1936: 140 (*Metamonius* n. nov.); Demoulin, 1955b: 5-8 fig. 2 (imago ♂) (*Murphyella*); Demoulin, 1955c: 2-3; Demoulin, 1955d: 9-10 (subimago ♂); Hubbard, 1985: 11-13 (Sinonimia).  
Tipo: Desaparecido (Hubbard, 1985).  
=*Heptagenia?* *molinae* Navas, 1929: 331-332 fig. 76 (imago ♀); Lestage, 1931: 47, 50 fig. 5 (*Dictyosiphon*); Lestage, 1935a: 97, 131-132; Ulmer, 1938: 90-97 fig. 6-8; Demoulin, 1955a: 3; Hubbard, 1982: 272 (*Murphyella*) (Catálogo).  
Tipo: (?) Un ejemplar ♀ coll. Navás Museo de Zoología del Ayuntamiento, Barcelona (Alba-Tercedor & Peters, 1985)  
Distribución: Chile: VIII, X Región.

## CAENOIDEA

## CAENIDAE

*Caenis* Stephens, 1835

=*Ordella* Champion; *Oxycypha* Burmeister.

Especie tipo. *Caenis macrura* Stephens, 1835.

19. *Caenis axillata* Navás, 1930: 359-360; Hubbard, 1982: 261 (Catálogo).  
Holotipo: Museo de Zoología del Ayuntamiento, Barcelona, España.  
Distribución: Chile: V Región.

20. *Caenis nigella* Navás, 1932: 82 (macho); Hubbard, 1982: 261 (Catálogo).  
 Tipo: Desaparecido.  
 Distribución: Chile: V Región.

## LEPTOPHLEBIOIDEA

## LEPTOPHLEBIIDAE

## ATALOPHLEBIINAE

*Archethraulodes* Pescador & Peters, 1982: 1-2.

Especie tipo. *Archethraulodes spatulus* Pescador & Peters, 1982.

21. *Archethraulodes spatulus* Pescador & Peters, 1982: 2-4 figs. 1-6 (imago ♂); Hubbard, Dominguez & Pescador, 1992: 210 (Catálogo).  
 Tipo: University of Utah. Florida A. & M. University, U.S.A.  
 Distribución: Chile: VII, XI Región. Argentina.

*Atalophlebia* Eaton, 1881: 193-194.

Especie tipo. *Ephemera australis* Walker.

22. *Atalophlebia anastasii* Navás, 1930: 357-358 fig. 70 (♂); Hubbard, 1982: 263 (Catálogo).  
 Sintipos: Museo de Zoología del Ayuntamiento, Barcelona, España (Alba-Tercedor & Peters, 1985); Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Chile (Camousseight, 1980).  
 Distribución: Chile: V Región.
23. *Atalophlebia athanasii* Navás, 1930: 356-357 fig. 69 (♂); Hubbard, 1982: 263 (Catálogo).  
 Holotipo: Museo de Zoología del Ayuntamiento, Barcelona, España.  
 Distribución: Chile: X Región.
24. *Atalophlebia discolor* Navás, 1928: 125-126 (imago ♂♀, subimago); Navás, 1930: 356; Lestage, 1931: 52; Navás, 1933: 233 (imago ♂); Hubbard, 1982: 263 (Catálogo).  
 Holotipo: Museo de Zoología del Ayuntamiento, Barcelona, España.  
 Distribución: Chile: V, IX Región.
25. *Atalophlebia fenestrata* Navás, 1930: 358 (imago ♂); Hubbard, 1982: 263 (Catálogo).  
 Holotipo: Museo de Zoología del Ayuntamiento, Barcelona, España.  
 Distribución: Chile: V, IX Región.
26. *Atalophlebia hyalina* Navás, 1930: 358-359 (imago ♂♀); Hubbard, 1982: 263 (Catálogo).  
 Holotipo: Museo de Zoología del Ayuntamiento, Barcelona España.  
 Distribución: Chile: IX Región.
27. *Atalophlebia rofucensis* Navás, 1934: 25-26 fig. 37 (imago ♂♀); Hubbard, 1982: 263 (Catálogo).  
 Tipo: Desaparecido  
 Distribución: Chile: X Región.
28. *Atalophlebia valdiviae* Navás, 1936: 138-139 fig. 19 (imago ♂); Hubbard, 1982: 263 (Catálogo).  
 Tipo: Desaparecido.  
 Distribución: Chile: X Región.

- Atalophlebioides* Phillips, 1930: 336.  
Especie tipo. *Deleatidum crowwelli* Phillips, 1930.
29. *Atalophlebioides lestagei* Ulmer, 1904  
Nymphen des *Leptophlebia*-Typus Ulmer, 1904:4-6 figs. 2-6 (ninfas); Lestage, 1931:52 (*Atalophlebia fulvipes* in part) Ulmer, 1938: 102-, 104-105 (*Atalophlebioides lestagei*); Hubbard, 1982: 264 (Catálogo).  
Holotipo: Deutschen Entomologischen Institut, Berlin-Dahlem.  
Distribución: Chile: XII Región.
- Dactylophlebia* Pescador & Peters, 1980: 332-333.  
Especie tipo. *Dactylophlebia carnulenta* Pescador & Peters, 1980.
30. *Dactylophlebia carnulenta* Pescador & Peters, 1980: 333-335 figs. 1, 3-8, 15, 19-22, 28, 30 (ninfa); Hubbard, Dominguez & Pescador, 1992: 211 (Catálogo).  
Tipos: Florida A. & M. University. University Utah. National Museum of Natural History, U.S.A.  
Distribución: Chile: IX-X Región. Argentina.
- Demoulinellus* Pescador & Peters, 1982: 10-12.  
Especie tipo. *Demoulinellus coloratus* Pescador & Peters, 1982.
31. *Demoulinellus coloratus* Pescador & Peters, 1982: 12-17 figs. 24-46, 52-57 (imagos, ♂♀, subimago ♂, ninfa)  
Tipos: University of Utah. Florida A. & M. University. California Academy of Sciences. U.S.A.  
Distribución: Chile: IV, Región Metropolitana, VII-X Región.
- Gonserellus* Pescador, 1997: 237-241  
Especie tipo. *Gonserellus atopus* Pescador, 1997.
32. *Gonserellus atopus* Pescador, 1997: 241 figs. 1-20 (ninfa)  
Tipos: Florida A. & M. University, U.S.A. EAWAG, Limnological Center, Kastanienbaum, Suiza.  
Distribución: Chile: X Región
- Hapsiphlebia* Peters & Edmunds, 1972: 1401-1404.  
Especie tipo. *Atalophlebia anastomosis* Demoulin, 1955b
33. *Hapsiphlebia anastomosis* (Demoulin, 1955)  
*Atalophlebia anastomosis* Demoulin, 1955b: 10-13 fig. 4 (imagos ♂♀); Demoulin, 1955e: 6-7 fig. 5b; Peters & Edmunds, 1972: 1401-1404 figs. 1, 4, 5, 15, 22, 23, 32, 34, 41, 42, 52, 58, 64, 70, 76, 77, 83, 89. (*Hapsiphlebia*) (imagos ♂♀, ninfa); Hubbard, 1982: 264 (Catálogo).  
Tipos: Institut royal des Sciences Naturelle, Belgica  
Distribución: Chile: VII-VIII, X Región.
- Magallanella* Pescador & Peters, 1980: 336-337.  
Especie tipo. *Magallanella flinti* Pescador & Peters, 1980.
34. *Magallanella flinti* Pescador & Peters, 1980: 337 figs. 2, 7-14, 16-18, 23-27, 29, 31 (ninfa).  
Tipos: National Museum of Natural History. Florida A. & M. University, U.S.A.  
Distribución: Chile: XII Región.

- Massartellopsis* Demoulin, 1955e: 9; Peters & Edmunds, 1972: 1409-1411; Pescador & Peters, 1987: 181-182.  
Especie tipo. *Massartellopsis irarrazavali* Demoulin, 1955e.
35. *Massartellopsis irarrazavali* Demoulin, 1955e: 9-13 figs. 4, 5d (subimagos ♂♀); Peters & Edmunds, 1972: 1409-1411 figs. 10, 11, 18, 27, 28, 37, 47, 48, 55, 61, 67, 73, 80, 86, 92 (imagos ♂♀, ninfa); Hubbard, 1982: 265 (Catálogo); Pescador & Peters, 1987: 183-188 figs. 68-69, 79, 80-102 (imagos ♂♀, subimagos ♂♀, ninfa); Hubbard, Dominguez & Pescador, 1992: 214 (Catálogo).  
Tipos: Institut royal des Sciences Naturelles, Belgica.  
Distribución: Chile: IV, Metropolitana, VI a XII Región. Argentina. Bolivia.
- Meridialaris* Peters & Edmunds, 1972: 1405-1409; Pescador & Peters, 1987: 148-151 (Claves imagos y ninfas)  
Especie tipo. *Deleatidium laminatum* Ulmer, 1920a.
36. *Meridialaris biobionica* (Ulmer, 1938)  
*Deleatidium biobionicum* Ulmer, 1938: 85-90 figs. 1-5 (imagos ♂♀); Traver, 1946: 423; Peters & Edmunds, 1972: 1405 (*Meridialaris*); Hubbard, 1982: 265 (Catálogo); Pescador & Peters, 1987: 151-152, 154 figs. 15-17, 41-42, 77 (imagos ♂♀).  
Holotipo: Deutschen Entomologischen Institut, Berlin-Dahlem.  
Distribución: Chile: VIII Región.
37. *Meridialaris chiloeensis* (Demoulin, 1955)  
*Deleatidium chiloeense* Demoulin, 1955b: 13-15 fig. 5 (imago ♂); Demoulin, 1955e: 23 fig. 14a (imago ♂). Peters & Edmunds, 1972: 1405 (*Meridialaris*); Hubbard, 1982: 265 (*M. chiloeensis*) (Catálogo); Pescador & Peters, 1987: 154-159 figs. 2, 20-22, 35-37, 45, 60-61, 64, 70, 77 imagos, ♂♀ subimagos ♂♀, ninfa (*M. chiloeense*) (Sinonimia); Hubbard, Dominguez & Pescador, 1992: 214-215 (*M. chiloeensis*) (Catálogo).  
= *Deleatidium penai* Demoulin, 1955e: 27-29 figs. 13, 14e (imago ♀, subimago ♀); Peters & Edmunds, 1972: 1405 (*Meridialaris*); Hubbard, 1982: 266 (Catálogo).  
Tipos: Institut royal des Sciences Naturelles, Belgica  
Distribución: Chile: IV, Metropolitana, VII a XII Región. Argentina.
38. *Meridialaris diguillina* (Demoulin, 1955)  
*Deleatidium diguillinum* Demoulin, 1955e: 23-26 figs. 11, 14b (imagos ♂♀, subimagos ♂♀) Peters & Edmunds, 1972: 1405 (*Meridialaris*); Hubbard, 1982: 265 (Catálogo); Pescador & Peters, 1987: 159-160, 162-165 figs. 12-14, 27-32, 58, 65, 78 (imagos ♂♀, subimagos ♂♀, ninfa). Hubbard, Dominguez & Pescador, 1992: 215 (Catálogo).  
Tipos: Institut royal des Sciences Naturelles, Belgica.  
Distribución: Chile: IV, Metropolitana, VII a XII Región. Argentina
39. *Meridialaris inflata* Pescador & Peters, 1987: 165-166 figs. 9-11, 33-34, 78 (imago ♂).  
Tipos: University of Utah. Florida A. & M. University. U.S.A.  
Distribución: Chile: VIII Región.

40. *Meridialaris laminata* (Ulmer, 1920)  
*Deleatidium laminatum* Ulmer, 1920a: 23-25 fig. 15-16 (imago ♂♀, subimago ♂♀); Lestage, 1931: 56; Peters & Edmunds, 1972: 1405 (*Meridialaris*); Hubbard, 1982: 265 (Catálogo); Pescador & Peters, 1987: 168-171 figs. 1, 3-8, 23-26, 43, 46, 48-57, 63, 66-67, 71-75, 78 (imago ♂♀, subimago ♂♀, ninfa) (Sinonimia); Hubbard, Dominguez & Pescador, 1992: 215 (Catálogo).  
 = *Deleatidium illapeli* Demoulin, 1955e: 26-27 figs. 12, 14d (imago ♀); Peters & Edmunds, 1972: 1405 (*Meridialaris*); Hubbard, 1982: 265 (Catálogo).  
 Distribución: Chile: IV, Metropolitana, VII a X Región. Argentina
41. *Meridialaris patagonica* (Lestage, 1931)  
*Atalophlebia patagonica* Lestage, 1931: 51-52; Ulmer, 1904: 7-8 figs. 12-13 (imago ♀) (*A. chilensis*, Ulmer, non Eaton, 1881); Ulmer, 1938: 105-107 (*Deleatidium*); Traver, 1946: 423; Peters & Edmunds, 1972: 1405 (*Meridialaris*); Hubbard, 1982: 265 (Catálogo).  
 Distribución: Chile: XII Región.
42. *Meridialaris spina* Pescador & Peters, 1987: 174-176 figs. 59, 62, 79 (ninfa); Hubbard, Dominguez & Pescador, 1992: 215 (Catálogo).  
 Tipos: Florida A. & M. University. University of Utah. U.S. National Museum of Natural History. U.S.A.  
 Distribución: Chile: Metropolitana, VII a X Región. Argentina.
- Nousia* Navás, 1918: 213; Pescador & Peters, 1985:91-95 (Clave especies).  
 = *Atalonella* Needham & Murphy  
 Especie tipo. *Nousia delicata* Navás, 1918.
43. *Nousia bella* Pescador & Peters, 1985: 117-121 figs. 12, 34-37, 66 (imago ♂♀, subimago ♂♀, ninfas); Hubbard, Dominguez & Pescador, 1992: 217 (Catálogo).  
 Tipos: Florida A. & M. University. University of Utah. U.S. National Museum of Natural History. California Academy of Sciences. U.S.A.  
 Distribución: Chile: IV, Región Metropolitana, VII a X Región. Argentina.
44. *Nousia crena* Pescador & Peters, 1985: 105-109 figs. 13, 30-33, 50-51, 66 (imago ♂♀, ninfa); Hubbard, Dominguez & Pescador, 1992: 217 (Catálogo).  
 Tipos: Florida A. & M. University. University of Utah. Universidad de Chile. U.S. National Museum of Natural History. California Academy of Sciences. U.S.A.  
 Distribución: Chile: VII a X Región. Argentina
45. *Nousia delicata* Navás, 1918: 213-214 fig.1 (subimago ♂); Navás, 1925:308-310 fig. 37 (imago ♂) (= *Atalonella*); Navás, 1930: 359; Lestage, 1931: 54-56 (?*Nousia*); Navás, 1933: 233; Traver, 1946: 422; Hubbard, 1982: 266 (Catálogo); Pescador & Peters, 1985: 96-101 figs. 1-3, 5-8, 22-29, 38-48, 52, 55-63 y 67 (imago ♂♀, subimago ♀, ninfa) (Sinonimia); Hubbard, Dominguez & Pescador; 1992: 217 (Catálogo).  
 = *Atalonella ophis* Needham & Murphy, 1924: 36-37 Pl.8 figs. 97, 97a,101, Pl.9 fig. 113 (imago ♂); Navás, 1925: 310 (*Nousia*); Lestage, 1931: 52-54 (*Atalonella*); Traver, 1946: 420-421 fig. 2 (genitalia ♂); Demoulin, 1955e: 13-15 fig. 6, 10a (imago ♂♀, subimago ♂♀). Peters & Edmonds, 1972: 1411-1412; Hubbard, 1982: 263 (*Atolonella*) (Catálogo).

Holotipo: Museo de Zoología del Ayuntamiento, Barcelona, España.

Distribución: Chile: IV a XII Región. Argentina.

46. *Nousia grandis* (Demoulin, 1955)

*Aalonella grandis* Demoulin, 1955e: 21-23 figs. 9, 10d (imago ♀); Peters & Edmonds, 1972: 1411; Hubbard, 1982: 263 (Catálogo); Pescador & Peters, 1985: 109-112, 114 figs. 4, 10, 18-25, 65 (imago ♂♀, subimago ♂♀, ninfa) (*Nousia*); Hubbard, Dominguez & Pescador, 1992: 217 (Catálogo).

Holotipo: Institut royal des Sciences Naturelles, Belgica.

Distribución: Chile: VI a X y XII Región. Argentina.

47. *Nousia maculata* (Demoulin, 1955)

*Atalonella maculata* Demoulin, 1955e: 18-21 figs. 8, 10c (imago ♂♀, subimago ♂♀); Peters & Edmonds, 1972: 1411; Hubbard, 1982: 263 (Catálogo); Pescador & Peters, 1985: 101, 103-105 figs. 11, 26-33, 49, 53, 67 (imago ♂♀, ninfa) (*Nousia*); Hubbard, Dominguez & Pescador, 1992: 218 (Catálogo).

Tipos: Institut royal des Sciences Naturelles, Belgica

Distribución: Chile: IV Región, Región Metropolitana, VII a XII Región. Argentina.

48. *Nousia minor* (Demoulin, 1955)

*Atalonella minor* Demoulin, 1955e: 16-18 figs. 7, 10b (imago ♂♀, subimago ♂♀); Peters & Edmonds, 1972: 1411; Hubbard, 1982: 263 (Catálogo); Pescador & Peters, 1985: 114-117 figs. 9, 14-21, 54, 65 (imago ♂♀, subimago ♂♀, ninfas). (*Nousia*); Hubbard, Dominguez & Pescador, 1992: 218 (Catálogo).

Tipos: Institut royal des Sciences Naturelles, Belgica.

Distribución: Chile: VII a X Región. Argentina

***Penaphlebia*** Peters & Edmonds, 1972: 1399-1401; Pescador & Peters, 1991: 2-6 (Clave Especies).

Especie tipo. *Atalophlebia chilensis* Eaton, 1884.

49. *Penaphlebia* (*Penaphlebia*) *barriai* Pescador & Peters, 1991: 6-7, 10 figs. 1, 5, 7-8, 11, 18-19, 29-30, 32-35-36, 39, 45, 46, 52, 54, 57, 70 (imago ♂♀, subimago ♂♀, ninfa).

Tipos: Florida A. & M. University. California Academy of Sciences. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution. U.S.A.

Distribución: Chile: IV, V y Región Metropolitana.

50. *Penaphlebia* (*Penaphlebia*) *chilensis* (Eaton, 1884)

*Atalophlebia chilensis* Eaton, 1884: 91 pl. X 16g (imago ♂); nec Ulmer, 1904: 7 pl.I, figs. 12-13 (imago ♀); Lestage, 1931: 51-52; Traver, 1946: 419; Demoulin, 1955e: 2-6 figs. 1a, 2, 5a (imago ♂♀, subimago ♂♀); Kimmins, 1960: 294; Peters & Edmonds, 1972: 1399-1401 (*Penaphlebia*); Hubbard, 1982: 266 (Catálogo); Pescador & Peters, 1991: 11, 14-16 figs. 3, 9, 20-22, 37, 42, 47-48, 60, 61, 63, 65-67, 69 (imago ♂♀, subimago ♂♀, ninfa) (n subgen.); Hubbard, Dominguez & Pescador, 1992: 218-219 (Catálogo) (= *Atalophlebia sepia* Thew, 1960).

Tipo: Colección R. McLachlan, Museum Cambridge, Massachusetts.

Distribución: Chile: IV, Metropolitana, VII-X, XII Región. Argentina.

51. *Penaphlebia* (*Penaphlebia*) *flavidula* Pescador & Peters, 1991: 20-23, 26 figs. 4, 10, 15-16, 38, 44, 49, 53, 59, 70 (imago ♂♀, subimago ♂♀, ninfa).  
Tipos: Florida A. & M. University. California Academy of Sciences. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution. U.S.A.  
Distribución: Chile: VII-XI. Argentina.
52. *Penaphlebia* (*Penaphlebia*) *fulvipes* (Needham & Murphy, 1924)  
*Atalophlebia fulvipes* Needham & Murphy, 1924: 34-35 pl. 8 figs. 96, 98 (imago ♂); Lestage, 1931:52; Traver, 1946: 420; Demoulin, 1955b: 9-10 fig. 3; Demoulin, 1955e: 6 fig. 1b (imago ♂); Peters & Edmunds, 1972: 1399 (*Penaphlebia*); Hubbard, 1982: 266 (Catálogo); Pescador & Peters, 1991: 26-28 figs. 13, 23-26, 50, 55, 58, 72 (imago ♂♀, subimago ♂♀, ninfa) (n.syn). = *Atalophlebia sepi* Thew, 1960: 130-132 fig. 7 (imago ♂); Peters & Edmunds, 1972: 1399 (*Penaphlebia*); Hubbard, 1982: 266 (Catálogo).  
Holotipo: Cornell University, U.S.A.  
Distribución: Chile: X-XII Región. Argentina.
53. *Penaphlebia* (*Megalophlebia*) *vinosa* (Demoulin, 1955)  
*Atalophlebia vinosa* Demoulin, 1955e: 7-9 figs. 3, 5c (imago ♂, subimago ♂); Peters & Edmunds, 1972: 1399 (*Penaphlebia*); Hubbard, 1982: 266 (Catálogo); Pescador & Peters, 1991: 29-31 figs. 6, 14, 27-28, 31, 40, 43, 51, 56, 66, 64, 71 (imago ♂♀, subimago ♂♀, ninfa). (n.subg.); Hubbard, Dominguez & Pescador, 1992: 219 (Catálogo).  
Tipos: Institut royal des Sciences Naturelles, Belgica.  
Distribución: Chile: Región Metropolitana, VII-X, XII Región. Argentina.
- Rhigotopus*** Pescador & Peters, 1982: 4-5.  
Especie tipo. *Rhigotopus andinensis* Pescador & Peters, 1982.
54. *Rhigotopus andinensis* Pescador & Peters, 1982: 5-7 figs. 7-14, 48-49 (imago ♂♀); Hubbard, Dominguez & Pescador, 1992: 219 (Catálogo).  
Tipos: University of Utah. Florida A. & M. University. U.S.A.  
Distribución: Chile: IX-X Región. Argentina.
- Secochela*** Pescador & Peters, 1982: 7-8  
Especie tipo. *Secochela illiesi* Pescador & Peters, 1982.
55. *Secochela illiesi* Pescador & Peters, 1982: 8-10 figs. 15-23, 50-51 (imago ♂♀, subimago ♂)  
Tipos: University of Utah. Florida A. & M. University. California Academy of Sciences. U.S.A.  
Distribución: Chile: VII-X Región.
- Thraulodes*** Ulmer, 1920a: 33-34.  
Especie tipo. *Thraulodes laetus* Eaton, 1884
56. *Thraulodes vitripennis* (Blanchard, 1851).  
*Ephemera vitripennis* Blanchard, 1851: 107 lám. 2 fig. 3 (imago); Eaton, 1871: 107 (*Cloeon*); Eaton, 1887: 297 (*Thraulodes* ?); Ulmer, 1921: 262-264 fig. 19 (imago ♂) (*Thraulodes*); Lestage, 1931: 58; Hubbard, 1982: 267 (Catálogo).  
Tipo: Muséum National D'Histoire Naturelle de Paris  
Distribución: Chile.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los Drs. Elizabeth Arias (University of California, Berkeley), Luis Parra (Universidad de Concepción, Chile) y Ernesto Prado (INIA La Platina) por sus colaboraciones en la obtención de bibliografía, y a mis colegas M.Sc. Mario Elgueta por la lectura crítica del manuscrito y a la Dra. Fresia Rojas por su permanente interés en la realización del trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBA-TERCEDOR, J. y PETERS, W.L.

1985 Types and Additional Specimens of Ephemeroptera Studied by Longinos Navás in Museo de Zoología del Ayuntamiento, Barcelona, Spain. *Aquatic Insects*, 7: 215-227.

BLANCHARD, E.

1851.IV. Efimerianos. En: C.Gay, *Historia Física y Política de Chile*, 6:103-107. *Atlas de Zoología*. Nevrop., lam. 2, figs. 2-3.

CAMOUSSEIGHT, A.

1980 Catálogo de los Tipos de Insecta depositados en la colección del Museo Nacional de Historia Natural (Santiago, Chile). *Publicación Ocasional Museo Nacional de Historia Natural Chile*, 32: 1-45.

DEMOULIN, G.

1952 A propos des *Ameletopsis* Phillips, Éphéméroptères paléantarctiques. *Bulletin et Annales de la Société Entomologique de Belgique*, 88: 170-172.

DEMOULIN, G.

1955a Une mission biologique belge au Brésil. Éphéméroptères. *Bulletin Institut royal des Sciences naturelles de Belgique*, 31(20):1-32.

DEMOULIN, G.

1955b Éphéméroptères nouveaux au rares du Chili. *Bulletin Institut royal des Sciences naturelles de Belgique*, 31(22): 1-15.

DEMOULIN, G.

1955c Brèves remarques sur le genre *Metamonius* Eaton. (Éphéméroptères Siphonuridae). *Bulletin Institut royal des Sciences naturelles de Belgique*, 31(24): 1-3.

DEMOULIN, G.

1955d Éphéméroptères nouveaux ou rares du Chili. II. *Bulletin Institut royal des Sciences naturelles de Belgique*, 31(58): 1-16.

DEMOULIN, G.

1955e Éphéméroptères nouveaux ou rares du Chili. III. *Bulletin Institut royal des Sciences naturelles de Belgique*, 31(73): 1-30.

DOMINGUEZ, E. y FLOWERS, R.W.

1989 A Revision of *Hermanella* and Related Genera (Ephemeroptera: Leptophlebiidae; Atalophlebiinae) from Subtropical South America. *Annals of the Entomological Society of America*, 82(5):555-573.

DOMINGUEZ, E., HUBBARD M.D. y PESCADOR, M.L.

2001 Checklist of the Ephemeroptera of South America. Ephemeroptera Galactica. <http://www.famu.org/mayfly/sacat.html>

EATON, A.E.

1871 A monograph on the Ephemeride. Transaction of the Entomological society of London, 1871: 1-164. 6 Pl.

EATON, A.E.

1881 An announcement of new genera of the Ephemeridae. Entomologist's Monthly Magazine, 17: 191-197.

EATON, A.E.

1883-1888 A revisional monograph of recent Ephemeridae or mayflies. Transactions of the Linnean Society of London, 2<sup>nd</sup>. Ser. Zool. 3: 1-352, 65 Pl.

FLOWERS, R.W. y PETERS, W.L.

1981 *Stenonema mexicana* (Heptageniidae: Ephemeroptera) in Southern Central America. Entomological News, 92: 152-154.

GILLIES, M.T.

1990(89) A revision of the Argentine species of *Callibaetis* Eaton (Baetidae; Ephemeroptera). Revista de la Sociedad Entomológica Argentina, 48: 15-39.

HUBBARD, M.D.

1982 Catálogo abreviado de Ephemeroptera da América do Sul. Papéis Avulsos de Zoologia, Sao Paulo, 34(24): 257-282.

HUBBARD, M.D.

1985 The nomenclature of *Murphyella* and *Dictyosiphon* (Ephemeroptera: Siphonuridae: Coloburiscinae). Revista Chilena de Entomología, 12: 11-13.

HUBBARD, M. D.

1990 Mayflies of the World. A Catalog of the Family and Genus Group Taxa (Insecta: Ephemeroptera). Flora & Fauna Handbook, 8: vii-viii, 1-119.

HUBBARD, M.D., DOMINGUEZ, E. y PESCADOR, M.L.

1992 Los Ephemeroptera de la República Argentina: un catálogo. Revista de la sociedad Entomológica Argentina, 50(1-4): 201-240.

KIMMINS, D.E.

1960 The Ephemeroptera types of species described by A.E. Eaton, R. McLachlan and F. Walker, with particular reference to those in the British Museum (Natural History). Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology, 9(4):269-318.

KLUGE, N.J., STUDEMANN, D., LANDOLT P. y GONSER, T.

1995. A reclassification of Siphonuroidea (Ephemeroptera). Bulletin de la Société Entomologique Suisse, 68: 103-132.

LESTAGE, J.A.

1929 Contribution à l'étude des larves des Éphéméroptères V. Les larves à trachéo-branchies ventrales. Annales et Bulletin de la Société Entomologique de Belgique, 69: 433-440

## LESTAGE, J.A.

- 1931 Contribution à l'étude des Ephéméroptères. VIII. Les éphéméroptères du Chili. Annales et Bulletin de la Société Entomologique de Belgique, 71:41-60.

## LESTAGE, J.A.

- 1935a Contribution à l'étude des Ephéméroptères. IX. Le Group Siphonuridien. Annales et Bulletin de la Société Entomologique de Belgique, 75:77-139

## LESTAGE, J.A.

- 1935b Contribution à l'étude des Ephéméroptères. XII. Les composantes australiennes et néo-zélandaises du Groupe Siphonuridien. Annales et Bulletin de la Société Entomologique de Belgique, 75: 346-358.

## LUGO-ORTIZ, C.R. y McCAFFERTY, W.P.

- 1996 Taxonomy of the neotropical genus *Americabaetis*, new status (Insecta: Ephemeroptera: Baetidae). Studies on Neotropical Fauna and Environment, 31(3-4): 156-169.

## LUGO-ORTIZ, C.R. y McCAFFERTY, W.P.

- 1999a Revision of South American species of Baetidae (Ephemeroptera) previously placed in *Baetis* Leach and *Pseudocloeon* Klapálek. Ann. Limnol., 35: 257-262.

## LUGO-ORTIZ, C.R. y McCAFFERTY, W.P.

- 1999b Three New Genera of Small Minnow Mayflies (Insecta: Ephemeroptera: Baetidae) from the Andes and Patagonia. Studies on Neotropical Fauna and Environment, 34: 88-104.

## McCAFFERTY, W.P.

- 2000 Notations on South American Baetidae (Ephemeroptera). Entomological News, 111(5): 375-379

## NAVÁS, L.

- 1912 Neurópteros nuevos de América. Broteria, 10: 194-202.

## NAVÁS, L.

- 1915 Neurópteros nuevos o poco conocidos. Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, 12(7): 119-136.

## NAVÁS, L.

- 1918 Insectos chilenos. Boletín de la Sociedad Aragonesa de Ciencias Naturales, 17: 212-230.

## NAVÁS, L.

- 1921 Algunos insectos de Chile. Revista Chilena de Historia Natural, 25: 443-445

## NAVÁS, L.

- 1922 Insectos nuevos o poco conocidos. Memorias de la Real Academis de ciencias y Artes de Barcelona, 17(15): 383-400.

## NAVÁS, L.

- 1923 Insecta nova VIII, IX, X serie. Memorie della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei, ser. II. 6: 1-27.

## NAVÁS, L.

- 1925 Insectos Neotrópicos. Revista Chilena de Historia Natural, 29: 305-313.

- NAVÁS, L.  
1928 Insectos Neotrópicos. Revista Chilena de Historia Natural, 32: 106- 128
- NAVÁS, L.  
1929 Algunos insectos de Chile. Revista Chilena de Historia Natural, 33: 326-334.
- NAVÁS, L.  
1930 Algunos insectos de Chile. Revista Chilena de Historia Natural, 34: 350-366.
- NAVÁS, L.  
1932. Insectos de la Argentina y Chile. Revista de la Sociedad Entomológica Argentina, 22(5): 79-86.
- NAVÁS, L.  
1933 Algunos insectos de Chile. Revista Chilena de Historia Natural, 37: 230-234.
- NAVÁS, L.  
1934 Insectos suramericanos. Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid, 31(11): 9-28.
- NAVÁS, L.  
1936 Algunos insectos de Chile. Revista Chilena de Historia Natural, 39: 138-140.
- NEEDHAM, J.G. y MURPHY, H.E.  
1924 Neotropical mayflies. Bulletin of the Lloyd Library of Botany, Pharmacy and Materia Medica, 24. Entomological Series, 4: 1-79.
- PESCADOR, M.L.  
1997 *Gonserellus*: a new genus of Leptophlebiidae (Ephemeroptera) from Southern South America. Aquatic Insects, 19(4):237-242.
- PESCADOR, M.L. y PETERS, W.L.  
1980 Two new genera of cool-adapted Leptophlebiidae (Ephemeroptera) from Southern South America. Annals of the Entomological Society of America, 73(3): 332-338.
- PESCADOR, M.L. y PETERS, W.L.  
1982 Four New Genera of Leptophlebiidae (Ephemeroptera: Atalophlebiinae) from Southern South America. Aquatic Insects, 4: 1-19.
- PESCADOR, M.L. y PETERS, W.L.  
1985 Biosystematics of the Genus *Nousia* from Southern South America (Ephemeroptera: Leptophlebiidae: Atalophlebiinae). Journal of the Kansas Entomological Society, 58(1): 91-123.
- PESCADOR, M.L. y PETERS, W.L.  
1987 Revision of the Genera *Meridialaris* and *Massartellopsis* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae: Atalophlebiinae) from South America. Transactions of the American Entomological Society, 112: 147-189.
- PESCADOR, M.L. y PETERS, W.L.  
1991 Biosystematics of the Genus *Penaphlebia* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae: Atalophlebiinae) from South America. Transactions of the American Entomological Society, 117(1): 1-38.

PETERS, W.L. y EDMUNDS, G.F.

1972 A Revision of the Generic Classification of Certain Leptophlebiidae from Southern South America (Ephemeroptera). *Annals of the Entomological Society of America*, 65(6): 1398-1414.

PHILLIPS, J.S.

1930 A Revision of New Zealand Ephemeroptera. Part I and II. *Transactions and Proceedings of the New Zealand Institute*, 61: 271-334 Pls. 50-60; 335-390 Pls.61-67.

PICTET, F.J.

1843-1845 Histoire naturelle générale et particulière des insectes névroptères. Famille des Éphémérines. Chez J. Kessmann et Ab. Cherbuliez, Genève. 300 p.; xix et 47 Pl.

THEW, T.B.

1960 Taxonomic Studies on some Neotropical Leptophlebiid Mayflies (Ephemeroptera: Leptophlebiidae). *The Pan-Pacific Entomologist*, 36(3): 119-132.

TRAVER, J.R.

1946 Notes on Neotropical mayflies Part. I. Family Baetidae subfamily Leptophlebiinae. *Revista de Entomologia (Rio de Janeiro)*, 17: 418-436.

ULMER, G.

1904 Ephemeriden. *Hamburgen Magalhaensische Sammelreise*, pp. 3-8, 1 lám. Ed. L. Friederichsen & Co. Hamburg.

ULMER, G.

1920 (1919)a Neue Ephemeropteren. *Archiv Naturgeschichte*, 85A(11): 1-80.

ULMER, G.

1920b Übersicht über die Gattungen der Ephemeropteren nebst Bemerkungen über einebne Arten. *Stettiner Entomologische Zeitung*, 81: 97-144.

ULMER, G.

1921 Über einige Ephemeropteren-Typen älterer Autoren. *Archiv Naturgeschichte*, 87A(6): 229-267.

ULMER, G.

1938 Chilenische Ephemeropteren, hauptsächlich aus dem Deutschen Entomologischen Institut, Berlin-Dahlem. *Arbeiten über Morphologische und Taxonomische Entomologie aus Berlin-Dahlem*, 5(2): 85-108.

WEYENBERGH, H.

1883 Bijdrage tot de kennis der Zuid-Amerikaansch Ephemeriden. *Tijdschrift voor Entomologie*, 26: 159-174 Pl. 10.



## DIVERSIDAD MORFOMÉTRICA: ESTIMACIÓN DE DISTANCIAS, SUPUESTOS Y RESTRICCIONES (1)

JOSÉ A. COCILOVO

Departamento de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto, 5800, Río Cuarto, Argentina (CONICET).

### RESUMEN

Parte de la diversidad morfométrica es el resultado de la distribución espacial y temporal de la variación fenotípica y de la estructura genética subyacente producida por un proceso microevolutivo. Comúnmente el análisis y la explicación del fenómeno se realiza mediante la estimación de estadísticas y de parámetros que permiten hacer inferencias sobre la significación de las diferencias entre dos o más grupos. Para esta finalidad recurrimos al cálculo de varios tipos de distancias, entre las cuales la más usada es la  $D^2$  de Mahalanobis. En el presente trabajo, se realiza una revisión del tema desde el punto de vista de los supuestos y de las restricciones que implica la obtención de estimadores de distancias en cuanto a su imparcialidad, eficiencia y naturaleza de la información estadística y biológica transmitida. Se discuten además algunos diseños experimentales en base al cumplimiento de dichos supuestos y a la calidad de la información obtenida. Por último se proporciona una exposición sobre el progreso esperado y realmente logrado en la explicación racional de los hechos evolutivos con el empleo de variables cuantitativas.

Palabras clave: Morfometría, Diversidad, Distancias biológicas.

### ABSTRACT

**Morphometric diversity: estimate of distances, assumptions and restrictions(1).** The morphometric diversity is the result of the space and chronological distribution of the phenotypic variation, and of the underlying genetic structure taken place by a microevolutive process. Commonly the analysis and the explanation of the phenomenon is carried out by means of the estimate of statistics, and of parameters that allow to make inferences about the meaning of the significance of the differences between two or more groups. For this purpose we appeal to the calculation of several types of distances, among which the most used one is the  $D^2$  of Mahalanobis. In this paper, is carried out a revision of the topic from the point of view of the assumptions and the restrictions that it implies the obtaining of estimator of distances as for its impartiality, efficiency and nature of the transmitted statistical and biological information. They are also discussed some experimental designs based on the execution of this assumptions and to the quality of the obtained information. Lastly an exhibition is provided about the prospective progress and really achieved in the rational explanation of the evolutionary facts with the employment of quantitative variables.

Key words: Morphometry, Diversity, Distance estimation.

(1) Trabajo realizado con fondos Programa de Investigación (UNRC), CONICOR (1995-1996), CONICET (PIP 0603/98) y FONCYT (PICT 98 04-03790).

## INTRODUCCIÓN

La evaluación de las diferencias entre individuos, grupos, y poblaciones se realiza en un espacio multidimensional empleando coeficientes o índices que resumen las diferencias de un conjunto de características descriptivas. Esta medida debe poseer las propiedades de una métrica y cumplir con una serie de condiciones. Sea  $\varphi$  una función de distancia entre dos objetos representada por un número real positivo, entonces, debe cumplir con los siguientes axiomas (Sneath y Sokal, 1973; cfr Rao, 1952; Jacquard, 1974):

AXIOMA	PROPIEDAD
1 $\varphi(a,b) \geq 0$ , y $\varphi(a,a) = \varphi(b,b) = 0$	identidad
2 $\varphi(a,b) = \varphi(b,a)$	simetría
3 $\varphi(a,c) \leq \varphi(a,b) + \varphi(b,c)$	desigualdad triangular
4 si $a \neq b$ , entonces $\varphi(a,b) > 0$	

Desde fines del siglo XIX se propusieron un conjunto variado de índices de distancias, como por ejemplo, la diferencia media entre caracteres (MCD), la distancia taxonómica ( $\delta_{ij}$ ), el coeficiente de divergencia (CDjk) y el coeficiente de semejanza racial (CRL) o la distancia de Penrose ( $C^2H$ ), los cuales constituyen indicadores gruesos y varían en la importancia otorgada a la varianza y a la correlación entre caracteres (Sneath y Sokal, 1973; Manly, 1986). La más seria presentación del tema desde el punto de vista morfológico y genético es la realizada por Jacquard (1974).

En 1936 (el 15 de abril) aparece el trabajo de Mahalanobis proponiendo la estadística  $D^2$  para estimar las diferencias entre dos poblaciones normales multivariadas con igual dispersión. En este trabajo introduce la idea de un "campo estadístico" tal que en cada punto existe un conjunto específico de parámetros (vector de medias y matriz de dispersión) que definen una particular población cuya distribución de frecuencias puede expresarse como:

$$df = \text{conste} \cdot \frac{1}{2|\Sigma^{-1}|} \left[ (x_i - \bar{x})' \Sigma^{-1} (x_j - \bar{x}) \right] dx_1 dx_2 \dots dx_p$$

en donde  $\bar{x}$  es el vector de medias y  $\Sigma^{-1}$  la inversa de la matriz de varianzas y covarianzas. Entonces, si la dispersión (varianzas y correlaciones) es la misma, dos poblaciones difieren solamente por sus valores medios en una cantidad estimada por:

$$P.D_1^2 = \sum_{j=1}^p \left[ (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)' \Sigma^{-1} (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) \right]$$

cuya esperanza matemática es:

$$E(D_i^2) = \Delta^2 + \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) = \Delta^2 + \frac{2}{n}$$

donde  $n_1$  y  $n_2$  son los tamaños relativos de las dos muestras y  $\Delta^2$  la diferencia entre las medias poblacionales.

Es posible definir el valor muestral del estadístico  $D^2$  de la siguiente forma:

$$P.D^2 = P.D_i^2 - \frac{2.P}{n}$$

siendo entonces:

$$E(D^2) = \Delta^2$$

Mahalanobis, en el citado trabajo también proporciona los momentos de la distribución  $D^2$  y la forma de la distribución exacta de tales valores por medio de una función Bessel. También expone las restricciones referidas al conocimiento de la distribución cuando son relacionados los supuestos referidos a la matriz de dispersión. Por último, en una nota al pie, proporciona los elementos de otras posibles aproximaciones para la solución del problema mediante la transformación de las variables en un conjunto de variables independientes (no correlacionadas), o igualando las varianzas y las correlaciones (Mahalanobis, 1936). Esta estadística tomada como distancia entre organismos y entre muestras cumple con todos los axiomas antes expuestos.

En 1952 tenemos la presentación de Rao que considera el problema de la estimación de las diferencias entre poblaciones multivariadas en forma más general integrando los casos vinculados con la dócima entre dos muestras, entre varias muestras  $p$ -variadas y la aplicación de pruebas asociadas con el cálculo de las funciones discriminantes. De esta forma, con dos muestras que se distribuyen en forma normal multivariada con iguales matrices de dispersión:

$$D_p^2 = \sum_1^p \sum_1^p w^{ij} (\bar{x}_{i1} - \bar{x}_{i2}) (\bar{x}_{j1} - \bar{x}_{j2})$$

donde  $(w^{ij})$  es la inversa de la matriz de varianzas covarianzas común dentro de grupo  $(w_{ij})$ ,  $(i,j=1,2,\dots,p)$ . La dócima de la diferencia entre vectores medios se realiza con:

$$\frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 - p - 1)}{p (N_1 + N_2) (N_1 + N_2 - 2)} D^2$$

Esta cantidad puede ser usada como un cociente de varianzas ( $F$ ) con  $p$  y  $(N_1 + N_2 - 1 - p)$  grados de libertad para el numerador y denominador respectivamente.

Con varias muestras  $p$ -variadas es posible generalizar la d6cima de hip6tesis referida a las diferencias entre vectores medios mediante la estadística  $V_{pk}$ , empleando la matriz com6n dentro de grupos  $\alpha_{ij}$ :

$$V_{pk} = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p \alpha_p^{-1} \sum_{r=1}^p N_r (\bar{x}_{ir} - \bar{x}_i)(\bar{x}_{jr} - \bar{x}_j)$$

que puede ser usada como una  $\chi^2$  con  $p(k-1)$  grados de libertad (Rao, 1952).

En la literatura cient6fica encontramos la soluci6n propuesta por Pearson en 1921 basada en el c6lculo del llamado coeficiente de semejanza racial (CRL). Siguiendo a Rao (1952) este valor presenta varios inconvenientes entre los que se cuenta el supuesto de igualdad de varianzas entre dos muestras, la existencia de grados de libertad variables para cada caracter (lo cual de partida hace incomparables dos CRL dados), la falta de algun criterio de ponderaci6n asociado con las variables m6tricas usadas, y adem6s, no se tiene en cuenta la correlaci6n entre las caracter6sticas, es decir que 6stas son consideradas independientes. Con diferentes tama6os muestrales se pueden obtener CRL distintos. En cambio, el efecto del tama6o de la muestra en los valores  $D^2$  no es muy serio y puede facilmente ser corregido, su comparabilidad no es afectada pues la ponderaci6n de los caracteres no depende del tama6o muestral. El hecho de que en CRL se consideren las caracter6sticas como independientes, adem6s de enfrentarse con un c6mulo de pruebas biol6gicas, hace que su valor se incremente m6s r6pidamente con el n6mero de variables. El cambio de valor no necesariamente indica un aumento en la potencia de la bateria de variables empleadas, mientras que el comportamiento de  $D^2$  es diferente, su variaci6n no es apreciable si las caracter6sticas agregadas son superfluas, pero si es alterado considerablemente es precisamente por la influencia de la nueva variable en la discriminaci6n. Son estos hechos que hacen preferible el uso de  $D^2$  para la estimaci6n de distancias entre poblaciones (Rao, 1952).

Los valores  $D^2$  pueden ser empleados con propiedad para estimar distancias interpoblaciones (a diferencia de CRL) y el sesgo introducido por el diferente tama6o de las muestras es:

$$p \frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2}$$

Esta cantidad puede ser substra6da de los valores  $D^2$ , excepto cuando los tama6os son muy grandes pues la correcci6n se torna trivial (Rao, 1952).

Los supuestos subyacentes asociados con la estimaci6n de los valores  $D^2$ , son los corrientes en estadística referidos a la estructura de los datos: 1) muestreo al azar, 2) tama6o de la muestra y representatividad, 3) distribuci6n normal multivariada y 4) iguales matrices de dis-

persión (homocedasticidad). El primero y el segundo son restricciones dependientes del diseño experimental, el tercero puede ser probado explorando la distribución marginal de los residuos y el cuarto a partir de la aproximación de Box (1949).

La precisión en la estimación de distancias entre poblaciones a partir de valores  $D^2$  y la calidad de la explicación biológica depende no sólo del cumplimiento de los axiomas y de los supuestos estadísticos presentados, sino también de una serie de restricciones que existen respecto a la distribución uniforme o aleatoria de un conjunto de efectos presentes en todo carácter cuantitativo, sean de naturaleza genética o ambiental, sean dependientes del sexo y la edad, estén asociados con la localidad o la fase temporal o sean producidos por errores durante el registro de los datos. Por ejemplo, si el objetivo de nuestro trabajo es estimar con la mayor precisión posible diferencias temporales o espaciales, es aconsejable que el diseño experimental garantice la aleatorización de cualquier otro efecto que puede influir en la expresión de valores medios, de varianzas y de correlaciones.

Cuando los supuestos y las restricciones expuestas se cumplen el cálculo de distancias morfométricas entre muestras puede estimar la distancia biológica entre poblaciones. La matriz de valores  $D^2$  entre pares de grupos y su generalización para un conjunto de grupos constituye una buena representación de la estructura fenotípica de la población en sentido espacial y temporal. Si admitimos que el conjunto de efectos no genéticos (variación ambiental general y especial) que influyen en la expresión de los caracteres métricos se distribuyen aleatoriamente y que los rasgos son de herencia aditiva, entonces podemos admitir con un 80% de seguridad que el patrón observado de interdistancias refleja la estructura genética subyacente y las relaciones de parentesco más probables. En estas condiciones, la tasa de variación espacial y temporal de los valores  $D^2$  es un índice de cambio microevolutivo definido por la acción de factores que influyen en el cambio de las frecuencias alélicas y en las frecuencias genotípicas como la mutación, la migración, la selección y la deriva genética.

La conexión entre valores  $D^2$  calculados con variables métricas y el parentesco fue lograda fundamentalmente por Morton (1973a, 1973b, 1973c y 1973d), Morton y Lalouel (1973), Morton *et al.* (1968, 1971), Morton y Green (1972), Relethford (1980), Relethford *et al.* (1981) en cuyos trabajos abundan los ejemplos de aplicación. El llamado coeficiente de hibridez ( $\theta$ ) es definido como una función sencilla del coeficiente de parentesco ( $\phi$ ) de Malecot y se correlaciona con varias medidas de distancias (isonimia, genética y métrica). La estructura de la población puede ser estudiada mediante el empleo del modelo de aislamiento por distancia de Malecot (1969). La aplicación de este modelo con información métrica y no métrica de poblaciones antiguas fue realizado por primera vez por Rothhammer *et al.* (1982) y Rothhammer *et al.* (1984), y posteriormente por Cocilovo y Rothhammer (1996a), Cocilovo y Rothhammer (1996b), Rothhammer (1994), Cocilovo y Varela (1999), Cocilovo (1995) y Varela (1997).

Sin embargo, la proporción de variación ambiental y genética presente en los valores  $D^2$  es un problema tanto teórico como práctico y con soluciones particulares para cada situación. En esta dirección, lograr una idea acerca de la heredabilidad ( $h^2$ ) de las variables tiene una importancia crucial para conseguir estimaciones realistas acerca de la varianza genética asociada con las mediciones y con ello obtener los parámetros del modelo de Malecot que sean comparables en distintas situaciones (Morton, 1973d y 1975), confiriendo tal propiedad a diferentes estructuras de población que se analicen en el futuro. A pesar de esto, existe la idea de que los valores  $D^2$  representan la mejor aproximación para ser utilizada en bioensayos de parentesco frente a otras alternativas de distancias, como por ejemplo las propuestas para atributos (Morton, 1973a).

Recientemente se realizó una evaluación de la componente ambiental de la varianza fenotípica en poblaciones antiguas que representa un avance en la solución del problema planteado. En esta experiencia por medio del cálculo de la repetibilidad ( $r$ ) inspirado en Falconer (1980) se logró estimar el límite superior de la heredabilidad para un conjunto de caracteres métricos del cráneo en una muestra de la población prehistórica de San Pedro de Atacama. Las variables individuales presentan repetibilidades en el rango comprendido desde el 65 % al 88 %, y consideradas en conjunto por medio de una correlación canónica se obtuvieron valores de  $R^2$  en el rango que va desde el 70 % al 93 %. Estos valores se encuentran dentro del mismo orden de magnitud que los valores de  $h^2$  obtenidos con técnicas y muestras diferentes por Morton *et al.* (1972), Da Rocha *et al.* (1972) y Clark (1956). A partir de este conocimiento Varela (1997) pudo obtener estimaciones bastante aceptables del coeficiente de parentesco medio dentro de grupo en San Pedro de Atacama posibilitando con ello completar la primera descripción de la estructura de la población agroalfarera y proporcionar una hipótesis coherente del proceso microevolutivo operado en la zona de las cuencas intermedias del norte de Chile.

## PRESENTACION DE ALGUNOS CASOS

### Topología en un espacio p-dimensional

En la Figura 1 se presenta la primera topología de poblaciones obtenida a partir de valores  $D^2$  entre un conjunto de muestras de Perú, Chile y Argentina con siete variables métricas del esplacnocráneo. Se destaca la diferenciación de los vectores medios y la reproducción de la distribución espacial (Cocilovo, Rothhammer y Quevedo, 1987-88). Las muestras corresponden a distintos observadores y fueron integradas con individuos adultos de ambos sexos y diferentes tipos de deformatorios.

### Análisis de agrupamientos y dendrogramas

En la Figura 2 se representa un dendrograma construido con la técnica de agrupamiento UPGM aplicada a una matriz de distancias  $D^2$  con 25 variables craneométricas entre distintas muestras del norte de Chile. El diseño experimental integra la información obtenida por un único observador y la corrección de los datos para sexo, edad y deformación artificial. Se destaca el aislamiento relativo de las muestras de Pisagua.

### Modelos microevolutivos

Disponiendo de series de valores  $D^2$  asociados con fases biocronológicas diferentes es posible caracterizar la estructura de la población mediante la estimación de los parámetros del modelo de aislamiento de Malecot en la versión de Morton-Relethford adaptada por Rothhammer *et al.* (1982) ( $A'(1-\exp(-ct))$ ). En el cuadro 1 se exponen los resultados de las experiencias realizadas hasta el momento en el Valle de Azapa, Pisagua y San Pedro de Atacama (Chile) por Rothhammer *et al.* (1982), Rothhammer *et al.* (1984), Cocilovo y Rothhammer (1996a y 1996b), Cocilovo (1995) y Varela (1997). En la Figura 3 se representan las funciones correspondientes. Para el Valle de Azapa disponemos de tres estimaciones de la tasa microevolutiva  $c$  que no superan el 5 ‰, en cambio dicho parámetro es casi cinco y diez veces mayor en San Pedro de Atacama y en Pisagua respectivamente. En esta última localidad en un número mucho menor de generaciones se produjo un incremento del parentesco mayor que en las otras localidades. La consecuencia puede observarse en las figuras 5 y 6 en la cual se presenta la distribución bivariada de los

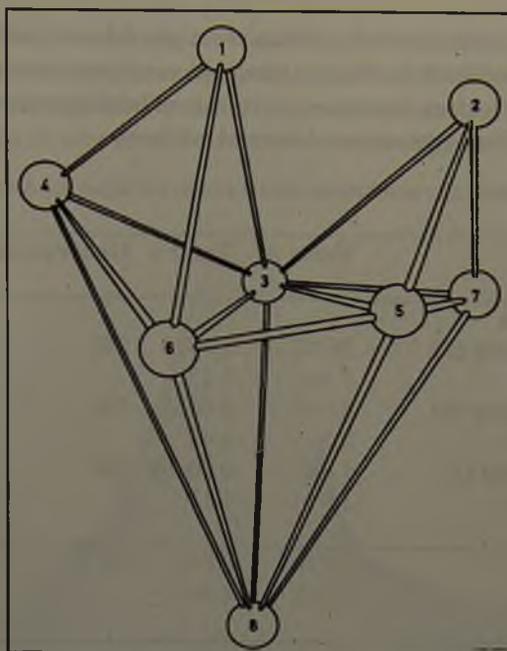


FIGURA 1: Distribución de ocho grupos prehistóricos en base a distancias  $D^2$ . 1: Paucarcancha (Perú), 2: Tiahuanaco (Bolivia), 3: San Pedro de Atacama (Chile), 4: La Isla (Jujuy), 5: Pukará de Tilcara (Jujuy), 6: Santa Rosa de Tastil (Salta), 7: Valles Calchaquíes (Salta y Catamarca) y 8: Patagones de Chubut.

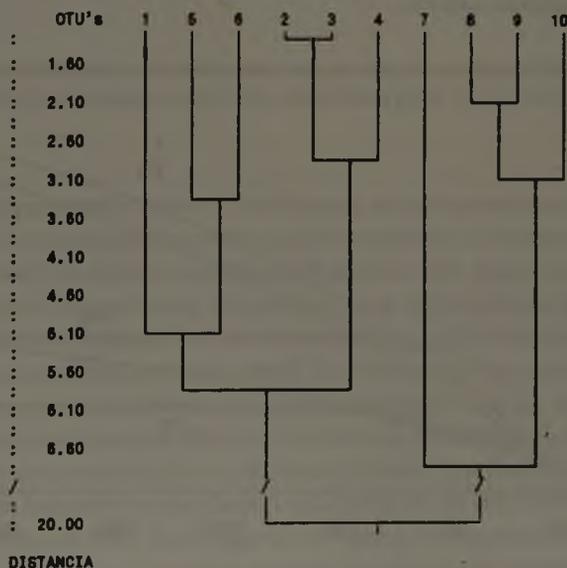


FIGURA 2: Relaciones entre fases de distintas localidades del Norte de Chile. 1: San Pedro I, 2: San Pedro II, 3: San Pedro III, 4: San Pedro IV, 5: Calama (Chunchuri), 6: Morro de Arica, 7: Pisagua I, 8: Pisagua II, 9: Pisagua III y 10: Pisagua IV.

valores discriminantes canónicos de la población antigua del norte de Chile. La bimodalidad es producida por la diferenciación de Pisagua que quizá se originó como una muestra no aleatoria de la población regional (efecto fundador) y evolucionó posteriormente con un modelo basado en un aislamiento relativamente mayor al de otras subáreas.

CUADRO 1: Modelos microevolutivos para distintas subáreas del Área Andina Centro-Sur.

Subárea	Valor A'	Valor c	Generaciones	Intervalo Cronológico
<b>Valle de Azapa</b>				
Rasgos continuos (a)	36.82	0.0038	280	7000
Tasa de error	2.36	1.23		
Rasgos continuos (b)	33.58	0.0053	280	7000
Tasa de error	2.5	1.48		
Rasgos discretos (c)	13.85	0.00498	280	7000
Tasa de error	1.91	1.17		
<b>Pisagua (d)</b>	10.764	0.046	48	1200
Tasa de error	9.151	4.497		
<b>San Pedro de Atacama (e)</b>	5.455	0.024	49	1236
Tasa de error	2.18	1.27		

Los valores  $D^2$  fueron calculados con los siguientes números de variables: (a) nueve variables métricas, (b) 20 variables métricas, (c) 14 rasgos discretos, (d) 36 variables métricas y (e) 11 variables métricas.

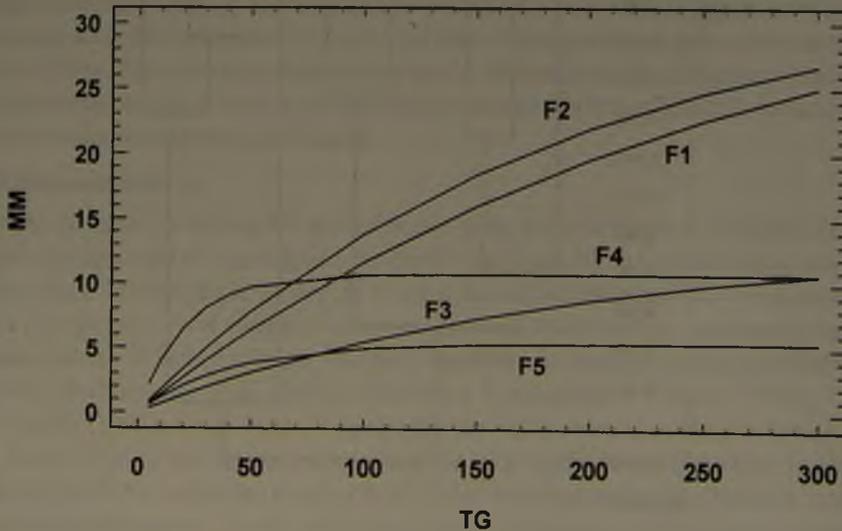


FIGURA 3: Modelos microevolutivos (MM) Área Andina Centro-Sur. F1, F2 y F3: Valle de Azapa (a), (b) y (c), F4: Pisagua y F5: San Pedro de Atacama. TG: Tiempo en generaciones

El registro disponible para el Valle de Azapa es coherente aun con la función calculada con rasgos discretos pues las tasas son semejantes. La función F3 difiere en el valor asintótico. Es posible que la estructura estimada refleje acontecimientos de mayor magnitud, es decir eventos poblacionales ocurridos en un área mucho más amplia que los registrados en Pisagua y aun en San Pedro de Atacama.

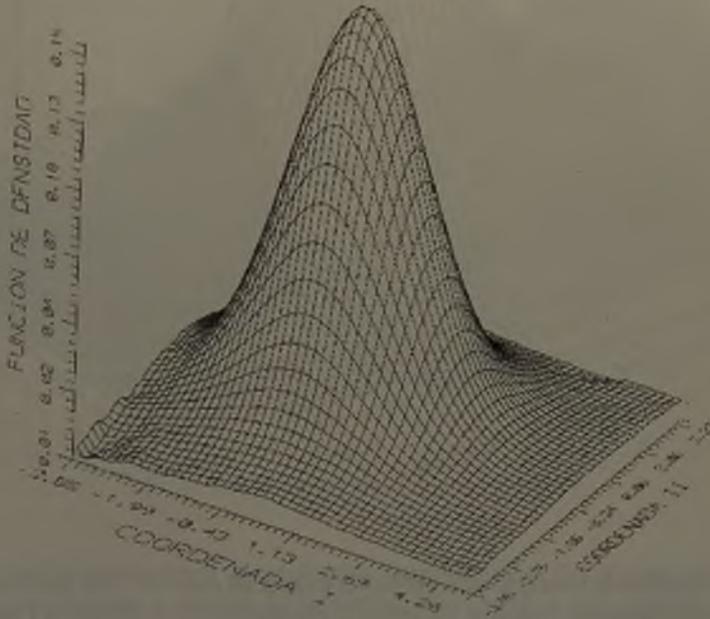


FIGURA 4: Distribución bivariada de la población antigua total del norte de Chile según las dos primeras coordenadas discriminantes canónicas, obtenidas a partir de 16 variables métricas.

El análisis discriminante canónico también nos permite poner en evidencia este tipo de evento y estudiar la distribución de las observaciones originales. Dicha técnica fue aplicada con datos del Norte de Chile (16 variables métricas, 10 grupos y 291 observaciones). La función de densidad bivariada (para la coordenada I y para la II) que se presenta en la Figura 4 indica que en un determinado nivel de integración de la información, la población del norte de Chile puede ser considerada como una unidad a nivel regional. En ella se concentra toda la variación genética existente y producida en cinco milenios de historia biológica. En las figuras 5 y 6 se intentó aumentar el grado de resolución para destacar la localidad de Pisagua. A diferencia de las otras muestras incluidas en este análisis (Morro de Arica, Calama, San Pedro de Atacama), la variación fenotípica de esta localidad se manifiesta concentrada en un sector restringido del rango de distribución de la población total. La imagen de la Figura 6 se logró calculando dos funciones de densidad bivariadas una para Pisagua y otra para el resto de las muestras.

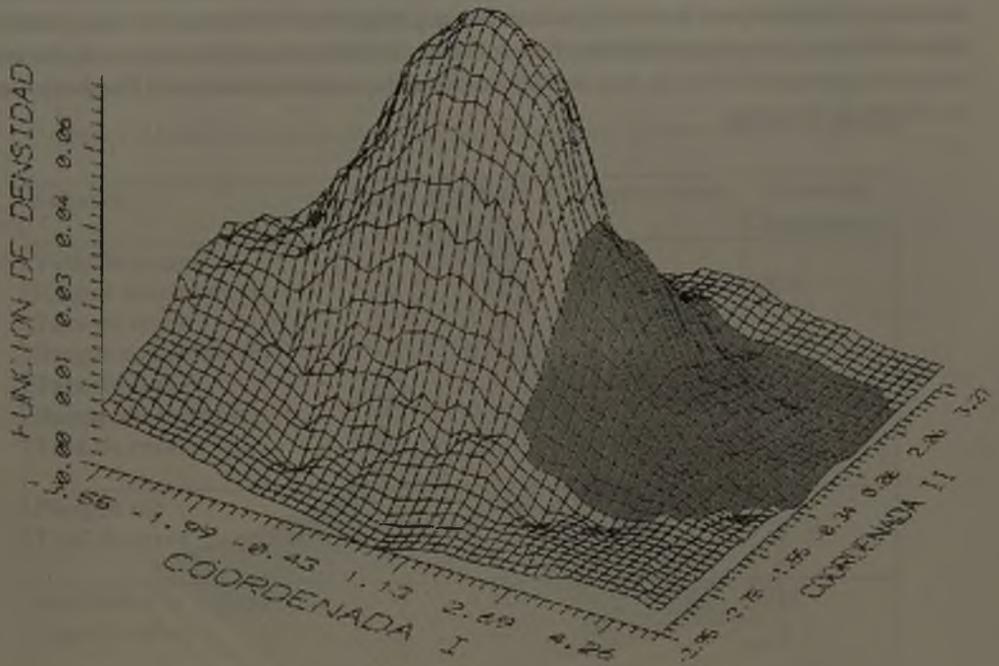


FIGURA 5: Distribución bivariada de la población antigua del norte de Chile para las dos primeras coordenadas discriminantes canónicas. Se señala la disposición de los valores de Pisagua, mientras que las muestras restantes aparecen confundidas en una misma función de densidad.

### Evaluación final

La presente constituye sin dudas, una exposición restringida por la experiencia personal en la aplicación de modelos a la investigación en antropología biológica en un campo aun más restringido como lo es el estudio de las poblaciones antiguas del Área Centro-Sur Andina. No he tenido en cuenta una inmensa bibliografía y tampoco las importantes contribuciones realizadas por otros grupos de trabajo en este tema pero creo que los ejemplos bastan para realizar una evaluación del progreso experimentado en nuestra disciplina y para señalar los principales problemas aun no resueltos.

El tamaño de las muestras, su representatividad y la precisión de la información crono-contextual asociada han sido los grandes tiranos que han restringido grandemente el desarrollo del conocimiento sobre las propiedades biológicas de las poblaciones antiguas. La evaluación del error interobservador adquiere cada día una importancia mayor a pesar del empleo de rasgos estandarizados en convenciones internacionales y explicados de manera uniforme en muchos manuales de texto. El empleo de muestras obtenidas por distintos autores desde principios de siglo confiere al diseño y a los resultados un nivel de incertidumbre insuperable. Tampoco, entre distintos observadores es uniforme y constante el reconocimiento del dimorfismo sexual, de la variación etaria y de la deformación artificial. La estandarización de métodos y de técnicas de observación debe ser casi cotidianamente realizada en un mismo grupo de trabajo. Los su-

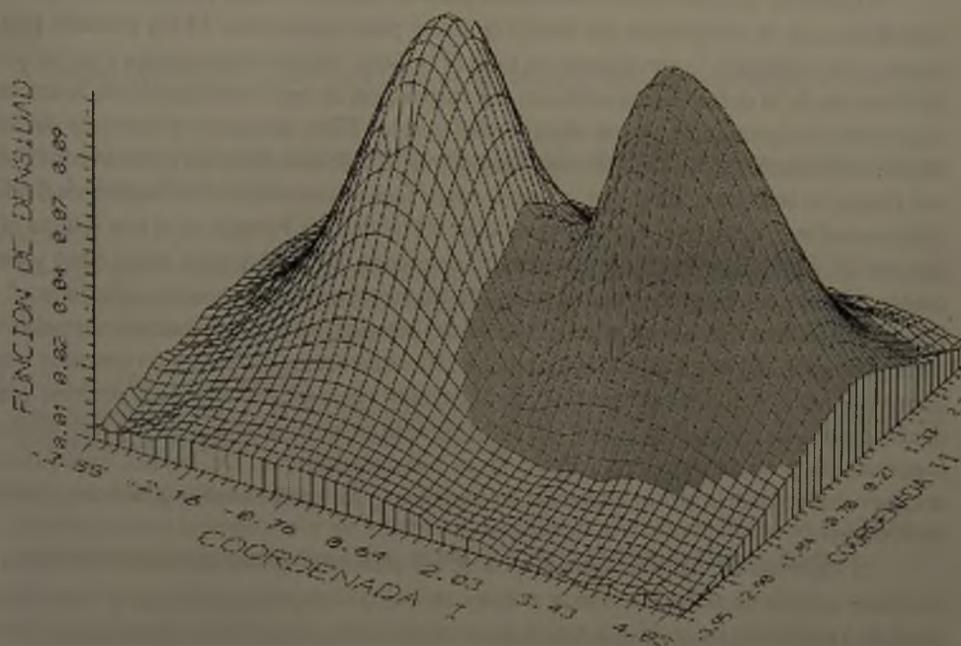


FIGURA 6: Distribución bivariada de la población antigua del norte de Chile para las dos primeras coordenadas discriminantes canónicas. Se ha sobrealzado el perfil de esta localidad, mientras que las muestras restantes aparecen confundidas en una misma función de densidad.

puestos que condicionan el empleo de técnicas estadísticas paramétricas deben ser probados necesariamente para brindar mayor solidez a las conclusiones y generalizaciones. Esta recomendación es igualmente válida con respecto a las restricciones asociadas con la aplicación de cualquier modelo genético poblacional. Reconocemos las dificultades operativas que esto involucra y confiamos en la robustez de las técnicas numéricas aplicadas pero se encuentra en juego la confianza en los resultados de cualquier experiencia. En una región tan amplia como el norte de Chile y el Noroeste Argentino, con el banco de datos que actualmente manejamos, el garantizar la distribución uniforme o aleatoria de muchos efectos puede llegar a ser una tarea impropia y realmente desalentadora. Pero esto debe estimular la generación de nuevos diseños y la participación de especialistas en análisis estadísticos, desde luego, consultados a tiempo. El modelo de topología presentado en la Figura 1 fue construido con datos de los más diversos autores que publicaron trabajos en un intervalo mayor de cincuenta años. Se emplearon individuos adultos y se igualaron los sexos en cada muestra, pero no se controló ningún supuesto estadístico. El dendrograma de la Figura 2 fue realizado con un banco de datos relevado por un único observador y los valores  $D^2$  fueron calculados eliminando los efectos del sexo, de la edad y de la deformación artificial. La matriz de interdistancias constituye un registro de mayor precisión entre localidades y fases crono-contextuales del norte de Chile, sin embargo carece de pruebas de homogeneidad entre las matrices de dispersión.

El modelo microevolutivo calculado para el Valle de Azapa presenta varios problemas vinculados con la integración del banco de datos pues Camarones 14 (la primera fase) es de tamaño muy reducido, intervinieron en todo el registro varios observadores y no se conoce la distribución de la deformación artificial. La realización de una reevaluación de la información disponible con corrección de los efectos edad y sexo (F2) y un mayor número de variables no cambió substancialmente la experiencia anterior (F1) ni la tasa  $c$  fue muy distinta de la obtenida con rasgos no métricos. Tampoco, en estos casos fueron controlados los supuestos de distribución normal multivariada y homocedasticidad. El modelo de Pisagua es el que integra el mayor número de variables métricas, fue realizado con datos corregidos para sexo, edad y deformación artificial pero tampoco posee control de los supuestos mencionados, igual que el de San Pedro de Atacama. Si observamos la Figura 4 no hay dudas de la distribución normal bivariada de la población del norte de Chile basada en 291 observaciones. Tampoco creemos tener problemas de heterogeneidad de matrices de dispersión entre localidades pues cuentan con abundantes grados de libertad cada una, sin embargo esto no nos habilita para suponer verdadera la hipótesis de similar dispersión entre fases biocronológicas. De hecho, cualquier factor microevolutivo podría influir alterando las varianzas y las correlaciones genéticas y fenotípicas en el tiempo.

El supuesto de distribución aleatoria de los efectos no genéticos puede ser más o menos aceptado cuando en el modelo que se prepara se incluyen muestras contemporáneas de un conjunto de localidades de la misma región que vivieron bajo un mismo régimen de explotación de recursos, pero cuando se trabaja con muestras separadas en el tiempo y se conoce la existencia de cambios desde el punto de vista económico y cultural, esa restricción se torna más severa y no disponemos de una solución razonable por el momento. El crecimiento y desarrollo bajo una dieta basada exclusivamente en productos agrícolas y el empleo de un determinado tipo de deformación artificial puede ser una fuente de una covarianza ambiental que no es tenida en cuenta en los modelos antes presentados.

Los comentarios realizados pueden ser calificados de pesimistas pero no lo son en realidad pues siempre confiamos en la disposición de nuevos y mejores diseños experimentales que nos permitan salvar, si no todos, al menos las principales restricciones y poner a prueba los distintos supuestos asociados con el instrumento numérico y con el problema biológico analizado. Nuevas variables, nuevos indicadores y novedosos modelos nos permitirán la adquisición de una información de mayor calidad científica. Por otra parte, hace veinte años atrás ni siquiera imaginábamos la presente discusión de resultados. Esto de por sí habla del progreso experimentado que se advierte precisamente cuando se tratan y se evalúan nuevos problemas.

#### AGRADECIMIENTOS

Al Dr. H.H. Varela por su inestimable ayuda y por la permanente colaboración recibida. A la Lic. M.V. Zavattieri por su cooperación en la preparación de las ilustraciones. Mi especial reconocimiento a los revisores que ayudaron a mejorar el manuscrito.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOX, GEP

1949 A General Distribution Theory for a Class of likelihood Criteria, *Biometrika* 36:317-346, UK.

CLARK, P.J.

1956 The heredability of certain anthropometric characters as ascertained from measurement of twins, *Am. J. Hum. Gen.* 8:49-54.

COCILOVO, J.A.

1995 *Biología de la Población Prehistórica de Pisagua. Continuidad y cambio biocultural en el Norte de Chile*, Tesis Doctorado en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

COCILOVO, J.A. y ROTHHAMMER, F.

1990 Paleopopulation biology of the southern Andes: craniofacial chronological and geographical differentiation, *Homo* 41(1):16-31, Ed. G. Fischer Verlag, Stuttgart-New York.

COCILOVO, J.A. y ROTHHAMMER, F.

1996b Methodological approaches for the solution of ethnohistorical problems: Bioassay of Kinship in prehistoric populations of Arica, Chile. *HOMO* 47, 1/2: 177-190, G. Fischer, Stuttgart.

COCILOVO, J.A. y ROTHHAMMER, F.

1996a El Valle de Azapa en el Norte de Chile. Análisis de un modelo biocronológico para establecer la estructura de la población, *Actas Primer Congreso de Antropología Biológica, ABRA*, 1(1): 232-245, La Plata, Argentina.

COCILOVO, J.A., ROTHHAMMER, F. y QUEVEDO, S.

1987-88 La aplicación de distancias biológicas para el estudio de poblaciones prehistóricas, *Runa* 17-18:83-110, Buenos Aires.

COCILOVO, J.A. y VARELA, H. H.

1999 Variación Morfométrica, estructura canónica y bioensayos de parentesco, *Chungará* 30(1):75-85, Universidad de Tarapacá, Arica, Chile.

DA ROCHA, F.J., SALZANO, F.M., PEÑA, H.F y CALLEGARI, S.M.

1972 New Studies on the Heredability of Anthropometric Characteristics as Ascertained from Twins, *Actas Gent. Med. Gemeollol*, 1-2:125-134, Roma.

FALCONER, D.S.

1980 *Introducción a la Genética Cuantitativa*, 430 p., Ed. CECSA, México.

JACQUARD, A.

1974 *The Genetic Structure of Populations*, p. 569, Springer-Verlag, Berlin.

MAHALANOBIS, P.C.

1936 On The Generalized Distance in Statistics, *Proc. Nat. Inst. Sci., India* 2(1):49-55.

MALECOT, G.

1969 *The Mathematics of Heredity*, 88 p., W.H.Freeman and Co. San Francisco, U.S.A.

MANLY, B.F.J.

1986 *Multivariate Statistical Methods. A Primer*, Ed. Chapman and Hall, London.

MORTON, N.E.

1973a Isolation by Distance, en N.E. Morton (ed) Genetic Structure of Populations, p. 76-79, University of Hawaii Press.

MORTON, N.E.

1973b Kinship Bioassay, en N.E. Morton (ed) Genetic Structure of Populations, p. 158-163, University of Hawaii Press.

MORTON, N.E.

1973c Kinship and Population Structure, en N.E. Morton (ed) Genetic Structure of Populations, p. 66-71, University of Hawaii Press.

MORTON, N.E.

1973d Population Structure and Historical Genetics of Isolates, Israel Journal of Medical Sciences, 9:1299-1307.

MORTON, N.E.

1975 Kinship, information and biological distance, Theoretical Population Biology, 7:246-245.

MORTON, N.E.

1977 Isolation by Distance in Human Population, Annals of Human Genetics, 40:361-365.

MORTON N.E. y GREEN, D.L.

1972 Pingelap and Mokil Atolls: Anthropometrics, Amer. Jour. Hum. Gen., 24(30):299-303, Chicago University, U.S.A.

MORTON, N.E. y LALOUEL, J.M.

1973 Bioassay of Kinship in Micronesia, Am. Jour. Phys. Anthrop., 38:709-720.

MORTON, M.E., MIKI, C. y YEE, S.

1968 Bioassay of population structure under isolation by distance, Am. Jour. Hum. Genet. 20:411-419.

MORTON, N.E., YEE, S., HARRIS, D.E. y LEW, R.

1971 Bioassay of Kinship, Theoretical Population Biology 2(4):507-524, Academic Press, New York.

RAO, C.R.

1952 Advanced Statistical Methods in Biometric Research, J. Willey, 390 p., New York.

RELETFORD, J.H.

1980 Bioassay of Kinship From Continuous Traits, Human Biology, 52(4):689-700, Wayne State University Press.

RELETFORD, J.H., LEE, F.C. y CRAWFORD, M.H.

1981 Population Structure and Anthropometric Variation in Rural Western Ireland: Isolation by Distance and Analysis of the Residuals, Am. Jour. Phys. Anthropol. 55:233-245, New York.

ROTHHAMMER, F.

1994 Microevolution in prehistoric Andean populations. Geographic craniometric differentiation, HOMO, 45(1):1-7. G. Fischer, Stuttgart.

ROTHHAMMER, F., COCILOVO, J.A., QUEVEDO, S. y LLOP, E.

1982 Microevolution in Prehistoric Andean Populations: I Chronologic Craniometric Variation, Am Jour. Phys. Anthrop., 58:391-396, A. Liss Inc., New York.

ROTHHAMMER, F., QUEVEDO, S., COCILOVO, J. y LLOP, E.

1984 Microevolution in Prehistoric Andean Population: Chronologic Nonmetrical Cranial Variation in Northern Chile, *Am. Jour. Phys. Anthrop.*, 65:157-162, A.Liss Inc., New York.

SNEATH, P.H.A. y SOKAL, R.R.

1973 *Numerical Taxonomy. The principles and practice of numerical classification.* W.H. Freeman, San Francisco.

VARELA, H.H.

1997 *La Población Prehistórica de San Pedro de Atacama. Composición, estructura y relaciones biológicas,* Tesis Doctorado en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, UNRC, Córdoba.

VARELA, H.H. y COCILOVO, J.A.

1999 *Evaluation of the Environmental Component of the Phenotypic Variance in Prehistoric Populations,* *Homo* 50(1): 46-53, Stuttgart, Alemania.

Contribución recibida: 04.04.01; aceptada: 07.08.01



## INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

La Dirección del Museo Nacional de Historia Natural considerará para la publicación en su Boletín, contribuciones originales e inéditas en las diferentes disciplinas relativas a las Ciencias Naturales y Antropología.

Presentación de originales:

Los autores deberán enviar al Director del Museo Nacional de Historia Natural o al editor del Boletín (casilla 787, Santiago), el original y dos copias del trabajo, mecanografiado a doble espacio, en papel de buena calidad, tamaño carta, escrito por una sola cara, con márgenes de por lo menos 2,5 cm, además de una copia electrónica.

En el texto, deberá ponerse con letra cursiva los nombres científicos correspondientes a géneros, subgéneros, especies y subespecies, además de la expresión *et al.*

El Editor a través de su Comité Editorial someterá los originales al juicio crítico de especialistas y revisará el estilo antes de decidir su publicación; las observaciones serán enviadas al autor.

El Editor y el Comité Editorial se reservan el derecho de rechazar aquellos trabajos que a su juicio no se ajusten al nivel de la revista.

Cuando un manuscrito se encuentre en proceso de revisión para su aceptación, no debe ser enviado para su publicación a otras revistas.

TÍTULO: deberá ser corto y preciso.

El (los) autor(es) indicará(n), debajo del título, el nombre y dirección postal de la Institución a la pertenece (n).

RESUMEN: los originales en español deberán llevar un resumen en este mismo idioma y otro en un idioma extranjero de amplia difusión (preferentemente inglés). Estos deberán ser breves y objetivos, incluirán sólo el contenido y las conclusiones del trabajo y no excederán las 250 palabras. El resumen en idioma extranjero debe ir encabezado por el título en el idioma respectivo.

El trabajo deberá estar organizado en una secuencia lógica. En la introducción deberá dejarse claramente establecido cuáles son los objetivos y la importancia del trabajo, limitándose al mínimo la información relativa a trabajos anteriores. Métodos de práctica habitual deben señalarse sólo por su nombre reconocido o citando la respectiva referencia.

CUADROS: se justifican cuando constituyen una síntesis de información para evitar un texto largo. Deben numerarse consecutivamente con números árabes: Cuadro 1, 2, 3, etc., colocando a continuación un título breve y preciso sin notas descriptivas. En su elaboración se deberá tener en cuenta las medidas de la página impresa de la revista.

FIGURAS: incluyen dibujos lineales, gráficos, mapas, etc. y fotografías. Las fotografías deberán ser en blanco y negro, papel brillante y con buen contraste e intensidad.

Las figuras llevarán leyenda corta, precisa y autoexplicativa y serán numeradas correlativamente con cifras árabes: Figura 1, 2, 3, etc. En lo posible deberán diseñarse del tamaño en que se desea sean reproducidas, teniendo en cuenta las proporciones de la página impresa de la revista.

Si se tuviera que hacer figuras que excedan el tamaño de la hoja, deberán ser proyectadas considerando la reducción que sufrirá el original. Usar escalas gráficas.

Las leyendas y explicaciones deberán ser mecanografiadas en hoja aparte.

Cada ilustración deberá llevar además del número, el nombre del autor y del artículo, los que deberán escribirse con lápiz grafito en su margen o en el reverso de cada una de ellas. El autor puede sugerir el lugar más apropiado para ubicar las ilustraciones.

El número de cuadros y figuras deberá limitarse al mínimo indispensable para comprender el texto.

REFERENCIAS: Las referencias en el texto se harán indicando solamente el apellido del autor, el año y la página, si es necesario. Si un autor tiene más de una publicación de un mismo año se diferenciarán agregando a, b, etc. a continuación del año. Cuando se trate de tres o más autores, se debe citar el primero de ellos y luego se agregará *et al.*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS: En ella figurará solamente la bibliografía citada en el texto. Esta deberá disponerse en orden alfabético de autores y las referencias del mismo autor por orden cronológico.

CITA DE ARTÍCULOS Y REVISTAS: según se cita en este volumen.

AGRADECIMIENTOS: Deben colocarse en forma breve, antes de las referencias bibliográficas.

Pruebas de imprenta

El autor recibirá una prueba de imprenta que deberá devolver corregida inmediatamente. Estas correcciones se refieren exclusivamente a las erratas de la imprenta.

Apartados:

El o los autores recibirán gratuitamente un total de 30 separatas por trabajo.

La edición de la presente obra, en lo que se relaciona con límites y fronteras del país,  
no compromete en modo alguno al Estado de Chile.



