

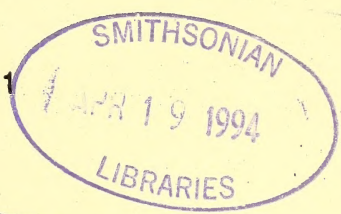
Q
33
46X
NH

ISSN 0037-8437

ANALES DE LA SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

Director: Dr. EDUARDO A. CASTRO

ENERO - DICIEMBRE 1991 - VOLUMEN 221



SUMARIO

SERIE I - CIENCIAS Nº 54

	Pág.
STELLA MARIS MARTIN: Ciclo anual de la gametogénesis de <i>Ampullaria scalaris</i> d'Orb (mollusca: gastropoda: ampullariidae)	1
L. F. R. CAFFERATA: Descomposición térmica de peróxidos cíclicos: dioxiranos, dioxetanos, dioxolanos, dioxanos y tetroxanos.	9
VALERIA A. REICHLER Y HORACIO H. CAMACHO: Bioestratigrafía del terciario marino entre los cerros Fuerte Argentino y Bandera, Provincia de Río Negro	19
EDUARDO A. CASTRO AND MAREK FRACZAK: Further remarks concerning the Hartree-Fock energies of n-electron atomic systems	35
L. O. GARCIA VIOR Y J. F. POSSIDONI DE ALBINATI: Influencia del diseño instrumental sobre la respuesta luminiscente	39
MARTIN ROESE, JOSE F. GALLO, MAURICIO WALTER, MARCELO FARENGA: Circulación y distribución de temperatura en el estrecho Mac Farlane y Bahía Luna, islas Shetland del Sur, Antártida	49
DAVID KUCZYNSKI: Rotíferos del Río reconquista (Provincia de Buenos Aires, Argentina); Familia Brachionidae	65

Avda. SANTA FE 1145
1059 BUENOS AIRES
ARGENTINA
1991

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

SOCIOS HONORARIOS

Dr. Norman Bolaug
Dr. Luis Leloir †
Dr. Selman Waksman
Dr. Florentino Ameghino †
Dr. Valentín Balbin †
Ing. Santiago E. Barabino †
Dr. Carlos Berg †
Ing. Vicente Castro †
Ing. Enrique Chanourdie †
Dr. Carlos Darwin †
Dr. Germán Burmeister †
Dr. George Porter

Dr. Alberto Einstein †
Dr. Enique Ferri †
Dr. Angel Gallardo †
Dr. Benjamín A. Gould †
Dr. Cristóbal M. Hicken †
Dr. Eduardo L. Holmberg †
Dr. Bernardo A. Houssay †
Ing. Luis A. Huergo †
Dr. Mario Isola †
Dr. Juan J. J. Kyle †
Ing. Eduardo Huergo †

Dr. César Lombroso †
Ing. Guillermo Marconi †
Dr. J. Mendizábal Tamborel†
Dr. Walter Nernst †
Dr. R. A. Phillippi †
Dr. Guillermo Rawson †
Dr. Alfredo Sordelli †
Dr. Carlos Spegazzini †
Dr. Pedro Visca †
Dr. Estanislao Zeballos †
Dr. César Milstein

JUNTA DIRECTIVA 1991

—Presidente
—Vicepresidente 1º
—Vicepresidente 2º
—Secretaria
—Prosecretario
—Tesorero
—Bibliotecario
—Director de anales
—Vocales titulares

—Vocales suplentes

—Revisores Balances Anuales

Ing. Lucio R. Ballester
Ing. Ichiro Mizuno
Dr. Andrés O. M. Stoppani
Dra. Noemí G. Abiusso
Ing. Mario R. Chingotto
Ing. Valerio J. Yáclubsohn
Dr. Horacio H. Camacho
Dr. Eduardo A. Castro
Ing. Augusto L. Bacqué
Ing. Norberto A. Casaravilla
Dr. Pedro Cattáneo
Lic. Carlos A. de Jorge
Dr. José María Gallardo
Dr. Fermín García Marcos
Ing. Osvaldo I. Martínez
Ing. Mario C. Fuschini Mejía
Ing. Juan Carlos Nicolau
Dr. Julio V. Uriburu
Ing. Eduardo Braun Cantilo
Dr. Eduardo A. Castro
Dra. Susana I. Curto de Casas
Ing. Walter F. Kugler
Ing. Horacio Regini
Dr. Jorge R. Vanossi
Ing. Diego R. Cotta
Ing. Ricardo Hertig

SECCIONES DEL INTERIOR

Comisión Directiva

Sección SAN JUAN:

Presidente: Dr. Antonio Aguilar; Secretario: Agr. Orlando de Sanctis Aubone; Tesorero: Dr. Duilio Graffigna; Vocales Titulares: Prof. César H. Guerreo; Ing. José Benedicto Graffigna; Ing. Fernando Volponi; Dr. Emilio Maurín Navarro; Vocales Suplentes: Enólogo Alberto Baistrocchi; Dra. María Augusta Herrera Bustos; Ing. Faustino Puebla; Prof. Mariano Gambier; Revisores de Cuentas: Ing. Enrique Gatti; Ing. Juan C. Perucca; Ing. Jorge Avila.

ISSN 0037-8437

ANALES
DE LA
SOCIEDAD CIENTIFICA
ARGENTINA

Director Dr.: EDUARDO A. CASTRO

ENERO - DICIEMBRE 1991 - VOLUMEN 221



Avda. SANTA FE 1145
1059 BUENOS AIRES
ARGENTINA
1992

CICLO ANUAL DE LA GAMETOGENESIS DE AMPULLARIA SCALARIS d'Orb (MOLLUSCA: GASTROPODA: AMPULLARIIDAE)

Stella Maris Martin

*Investigador de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires
Cátedra Zoología Invertebrados I
Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata
Paseo del Bosque s/n
La Plata . Buenos Aires. Argentina*

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo es analizar las transformaciones que se producen en la estructura gonadal de *Ampullaria scalaris* d'Orbigny a lo largo del ciclo reproductivo anual, a fin de detallar la sucesión de los fenómenos gametogénicos.

A. scalaris posee un ciclo anual bien claro, sin etapa de reposo, de fácil recuperación de las gonias.

Se advierte un sincronismo marcado en la maduración de las gonias en machos y hembras. La activación y maduración de las gónadas femenina y masculina se extiende desde el mes de junio hasta septiembre para culminar en una maduración total de las gametas entre octubre y diciembre. El período de evacuación se produce en ambos sexos desde diciembre a marzo, para encontrarnos con una restauración gonadal entre abril y junio.

SUMMARY

The main objective of this paper there are analyzed the changes in the gonadal structure of *Ampullaria scalaris* d'Orb along the anual reproductive cycle, in order to detail the sucesion of gametogenetical transformations.

A. scalaris has a very definit reproductive anual cycle, without a rest stage, and with an easy recover of the gonads.

It was observed a manifest synchronism in the gonad maturity in males and females. The activity and maturation of the female gonads extends from to september having its total maturity between october and december.

The evacuation period is for both sexes from december to march beginning a gonadal restoration from april to june.

INTRODUCCION

Ampullaria scalaris d'Orb perteneciente a la familia Ampullariidae es una especie dioica, sin evidencias externas de un dimorfismo sexual. Su distribución en el área rioplatense alcanza las

localidades de Ensenada, específicamente el arroyo Doña Flora, curso de agua que desemboca en el río Santiago; Berisso, en las canteras Bagliardi, Los Talas.

El objetivo principal de este trabajo es analizar las transformaciones que se producen en la estructura gonadal de *A. scalaris* a lo largo del ciclo reproductivo anual, a fin de detallar la sucesión de los fenómenos gametogénicos; dado que no existían hasta el momento estudios referidos al desarrollo de la gametogénesis en esta especie.

Aspectos histológicos de la gametogénesis en gasterópodos prosobranquios de agua dulce, han sido descritos con cierto detalle para otros miembros de la familia Ampullariidae: *Ampullaria canaliculata* Lamk y *Asolene (A) platae* Maton.^{1,2}

MATERIAL Y METODOS

Los ejemplares de *A. scalaris* utilizados para esta contribución provienen de las Canteras de Los Talas (34° 53' latitud sur y 57° 54' longitud oeste) Berisso, Buenos Aires, República Argentina.

Se procesaron un total de 160 individuos que comprenden tallas entre 14 y 43 milímetros, siendo fijados en líquido de Zenker adicionado con formol, Vastarini y Carnoy, incluidos en parafina y las secciones teñidas con hematoxilina - eosina.

Para seguir el desenvolvimiento de las gónadas masculina y femenina en varios estadios, se siguió el modelo propuesto por Chipperfield, 1953³: Estadio I: aparición de esbozos foliculares: crecimiento y multiplicación; Estadio II: multiplicación de las gonias; oogénesis y espermiogénesis y Estadio III: reproducción.

RESULTADOS

Citología de las gónadas

En ejemplares de ambos sexos de *A. scalaris* se observan los siguientes elementos germinales y accesorios:

- oogonias: citoplasma abundante. Su talla oscila entre 50 y 77 micras.
- oocitos: dentro de este tipo de células germinales se observan dos etapas de crecimiento: previtelogénesis y vitelogénesis.
 - a) Previtelogénicos: son los oocitos que se encuentran apoyados en la pared folicular cuyo diámetro varía entre 52,5 y 126 μ .
 - b) Vitelogénicos: son los oocitos que se proyectan hacia la luz del folículo, quedando unidos a la pared mediante un pedúnculo. El diámetro oscila entre 52 y 112 μ .
- células madres de espermatogonias: se encuentran en las gónadas en proliferación o maduras (6 a 12 μ).
- espermatogonias: con citoplasma abundante, hialino (4,8 μ).
- espermatocitos: se originan de las espermatogonias por diferenciación nuclear. Su diámetro varía de 3,6 a 4,8 μ .
- espermátida: células pequeñas (12 μ) con un núcleo que ocupa casi toda la superficie celular.
- espermatozoides: se diferencia solamente el núcleo.
- amebocitos: elementos celulares que intervienen en los procesos de fagocitosis, siendo visualizados en las fases de maduración y evacuación. Su talla oscila de 3,6 μ a 12 μ .

A continuación se detallan los principales acontecimientos citológicos acaecidos durante la evolución de la gónada femenina y masculina, respectivamente.

Evolución de la gónada femenina: las hembras de la población estudiada comienzan una activa multiplicación gonial desde junio a agosto.

La multiplicación de las oogonias determina la formación de pequeños grupos de células que poco a poco van a ingresar en las fases de crecimiento y maduración: estadios I y II. La longitud total de los individuos oscila entre 14 a 20 mm. Fig. 1.

La maduración plena de las gonias es alcanzada durante los meses de septiembre a noviembre, por lo tanto se visualizan oocitos que buscan ocupar la luz folicular. Los oocitos previtelogénicos en su aumento de talla, provocan una distensión de los folículos. El tejido conjuntivo llega a su mínima expresión: estadio III. Fig. 2.

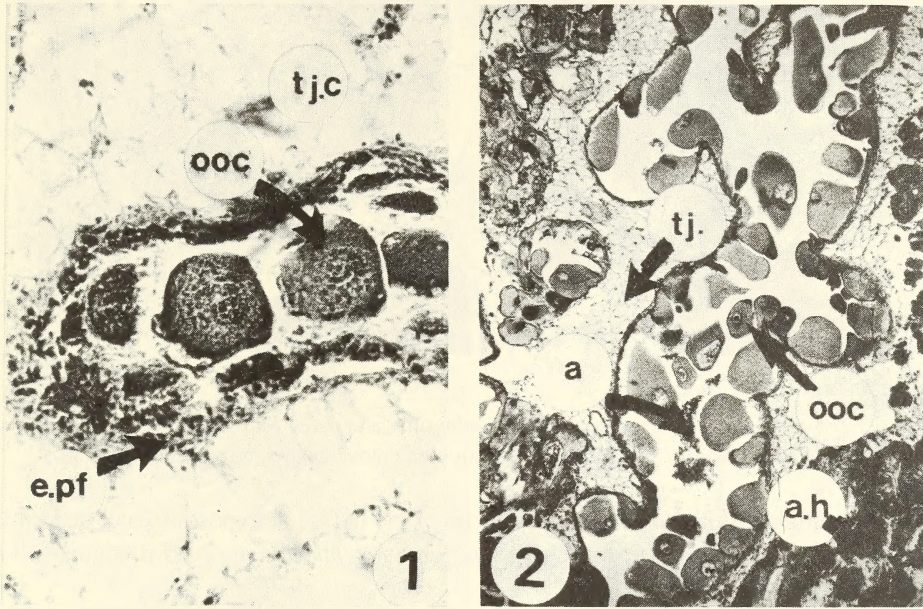


Figura 1. *Ampullaria scalaris* d' Orb. Etapa de proliferación y maduración de las gonias femeninas. (400X).

Figura 2. Etapa de maduración (100X).

Los individuos cuyas tallas oscilan entre 25 y 42 mm de longitud total que alcanzaron la maduración de sus gonias inician entre los meses de noviembre y diciembre la desocupación de sus folículos (estadio IIIB) que se prolonga hasta marzo; es decir hasta llegar al final del período de oviposición de la especie aquí tratada. Fig. 3. Los folículos están prácticamente vacíos y el epitelio folicular es muy delgado.

La emisión gamética manifiesta pues ciertas particularidades: no se produce la evacuación masiva de todos los folículos femeninos sino que la eliminación de los productos sexuales se hace en forma paulatina.

Casi inmediatamente a la evacuación se produce el ingreso de elementos fagocitarios (amebocitos) a la luz del acino, cuya finalidad es reabsorber las células germinales residuales. Al terminar la emisión gamética los folículos inician una rápida recuperación sin existir un período de reposo gonádico.

La fase de restauración gamética (estadio IIIC) se manifestó durante los meses de marzo a mayo, siendo observado en individuos cuyo rango de talla oscila entre 27 a 38 mm. Fig. 4. En esta etapa se asiste a una nueva evolución de las gonias; presencia de oogonias adheridas a la pared folicular y un mayor desarrollo del tejido conjuntivo interfollicular aseguran una recuperación gonadal.

Evolución de la gónada masculina: a igual que en las hembras no se observa diversidad de

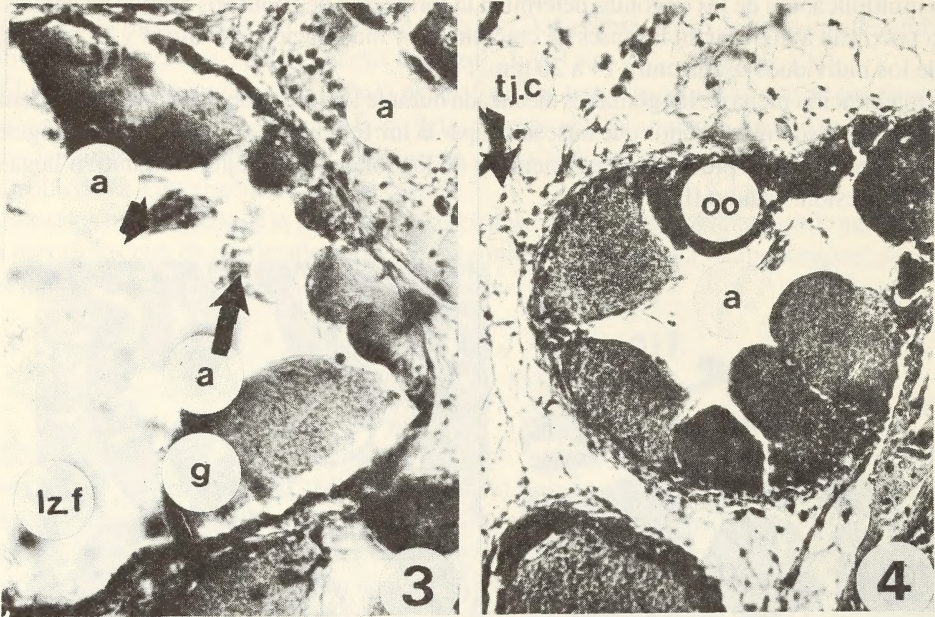


Figura 3. Etapa de evacuación con escasas gonias adheridas a la pared folicular. (400X).

Figura 4. Fase de restauración. Se visualizan algunos elementos maduros remanentes. (400X).

estadios en las muestras mensuales obtenidas y no existe la fase de reposo sexual; de la misma manera sucede en la actividad espermiogénica de *Concholepas concholepas* (Bruguere, 1789) descrita por Ramorino, 1977.⁴

La etapa inicial del desarrollo gonadal masculino se caracteriza por poseer espermatogonias adheridas a la pared folicular.

Se observó que individuos de 15 a 19 mm se produce una gametogénesis activa: se visualizan espermatogonias, espermatocitos y algunas espermatidas (estadio II). Fig. 5. Este fenómeno aquí descrito se produce desde julio a septiembre.

La máxima madurez de la gónada masculina de *A. scalaris* ocurre desde octubre a diciembre y fue observada en ejemplares cuyo rango de talla oscila entre 30 y 33 mm. El análisis histológico de muestras representativas de estos individuos permite observar una gran actividad espermiogénica, formándose grandes acúmulos de espermatozoides en la luz folicular. En este estadio IIIA los alvéolos se hallan extremadamente desarrollados. Fig. 6.

Luego de esta fase de maduración se observa que los folículos se van vaciando paulatinamente, ya que restan un número importante de espermatocitos (estadio IIIB). Esta etapa se pone de manifiesto desde diciembre a marzo. Fig. 7.

Finalizada la evacuación espermática los folículos masculinos comienzan una rápida recuperación de sus células sexuales. El inicio de la restauración se observa por el empuje de los espermatocitos, espermatidas y espermatozoides hacia el centro del alvéolo. Se produce en esta etapa un cierto desarrollo del tejido conjuntivo interfollicular (estadio IIIC). Fig. 8.

Esta fase de restauración gamética se visualizó durante los meses de abril a junio en individuos de 17 a 38 mm, la cual estaría indicando el inicio de un nuevo ciclo de la gónada con la recuperación de las gonias. Después de este período algunos individuos masculinos comienzan una etapa de regresión gamética (Estadio IIID), que coincide con los meses de abril y mayo en los cuales otros especímenes masculinos de la misma población se hallan en plena restauración de sus folículos, lo cual nos indicaría que las estructuras gonádicas de esos ejemplares que se encuentran en plena fase de regresión serían séniles (38 mm). Fig. 9

Evolución del tejido conjuntivo: En el curso de la formación de los productos genitales sufre numerosas modificaciones debido al grado de madurez en que se hallen los folículos gonádicos.

Durante la evacuación de los productos sexuales en ambos sexos se puede observar que la trama del tejido conjuntivo es bien granulosa diferenciándose las células adipogranulosas.

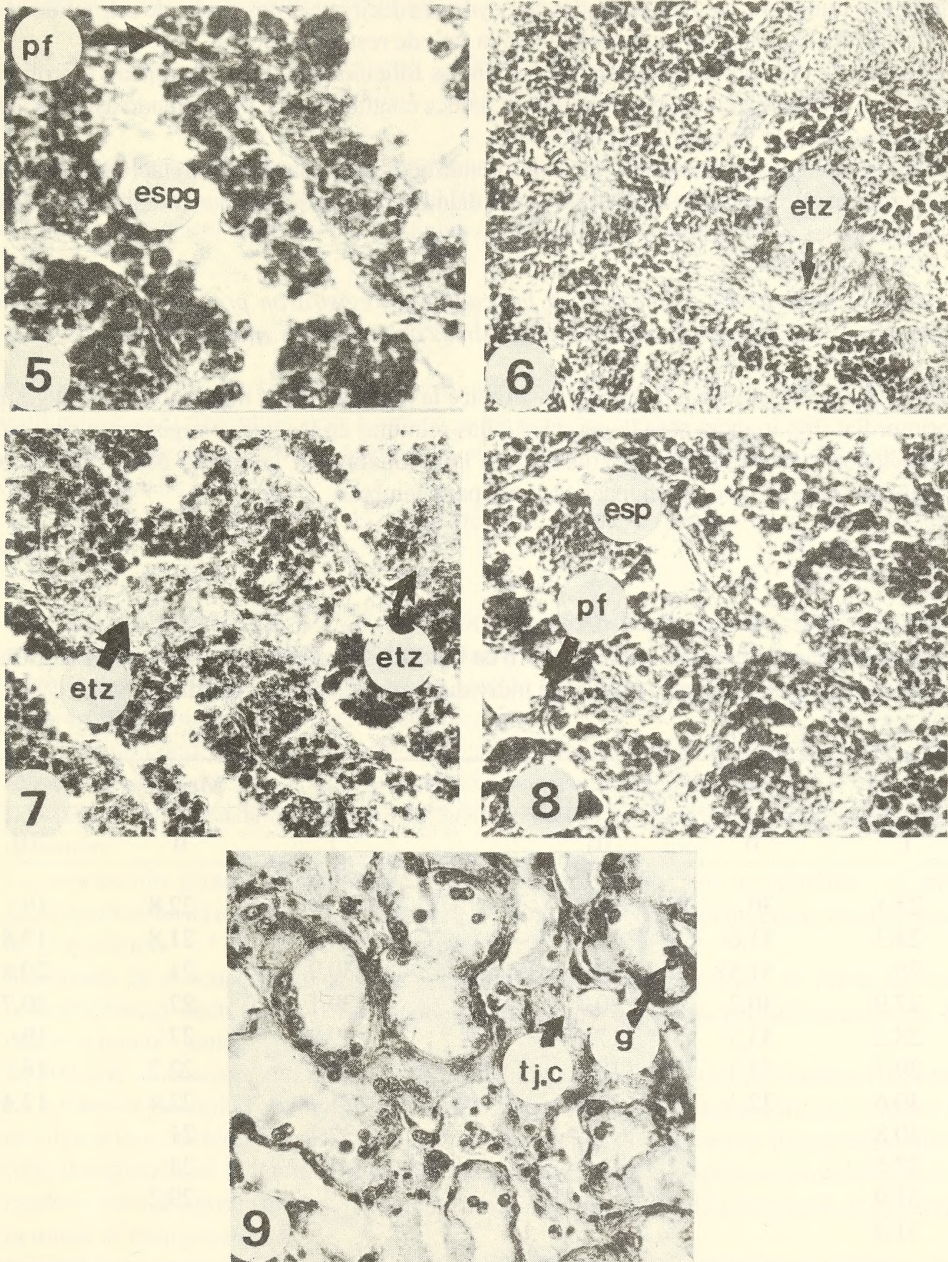


Figura 5. *Ampullaria sacallaris* d' Orb. Detalle de la serie masculina en la fase de proliferación y maduración de sus células germinales.

Figura 6. Sección transversal de la gónada masculina en plena maduración. (400X).

Figura 7. Etapa de evacuación. (400X).

Figura 8. Etapa de restauración. (400X).

Figura 9. Etapa de regresión gonadal. Los alvéolos se encuentran prácticamente vacíos. (600X).

Abreviaturas: a= amebocitos; a.h acino hepatopancreático; esp.g= espermatogonia; esp= espermatocono; ep.f= epitelio de la pared folicular; g= gonias; lz= luz folicular; pf= pared folicular; tj.c= tejido conjuntivo; stz= espermatozoides; ooc=oocitos.

En el período marzo-abril el tejido conjuntivo es laxo, abundante, conteniendo numerosas vesículas de Langhersh, también llamadas de Leydig, es decir que el desarrollo de este tejido se debe a que los folículos goniales se encuentran en la fase de restauración.

Después de este proceso se observa que en los folículos goniales comienzan a proliferar y madurar las gametas y el tejido conjuntivo se reduce en gran escala, presentando aspecto lagunar y sin la presencia de vesículas de Langhersh.

Por todo lo expuesto anteriormente se desprende que existe una estrecha relación entre el mayor o menor desarrollo del tejido conjuntivo con el diámetro que adquieren los folículos gonádicos en el transcurso del ciclo reproductivo anual de *A. scalaris*.

Tallas de ejemplares de A. scalaris en los cuales se registraron procesos de maduración y evacuación de células germinales y tallas máximas de individuos en premadurez virginal.

La determinación de la talla en que se produce la proliferación y maduración de las gonias es de primordial importancia para llegar a las tallas mínimas en las que se registraron procesos de maduración y evacuación de las gonias; y la talla máxima en la que se observa la etapa de premadurez virginal, tanto para machos como para hembras.

Tabla 1

Tallas de ejemplares de *A. scalaris* d'Orb en las cuales se registraron procesos de maduración y evacuación gonial; y tallas máximas de individuos en premadurez virginal.

Hembras			Machos		
I	II	III	I	II	III
23,1	30	17,7	30,4	22,8	19
24,3	31,6	17	30,7	21,8	19,8
25	31,5	19,3	30,9	21	20,8
27,9	30,2	20,3	29,1	27	20,7
28,2	33,3	17,4	29,8	27	19
29,7	33,3	18,1	22,8	22,2	18
30,6	32,3	19,4	21,7	22,4	17,4
30,8			32,4	21	
27,5				24	
31,9				29,2	
31,8					
310,8	222,2	129,2	227,8	238,4	134,7
X=28,25	X=31,74	X=18,45	X=28,47	X=23,84	X=19,24

I= mínima talla con gónadas en maduración; II= talla mínima con gónadas evacuadas; III= máxima talla de ejemplares en premadurez virginal.

Para poder calcular la talla media en que un individuo virginal ingresa al estadio de madurez, se aplicó la fórmula referida por Snedecor & Cochran, 1982.⁵

$$X \pm 0.05 \cdot S X$$

y reemplazándola por los valores obtenidos:

Hembras:	$26,48 \pm 0,074 \cdot 0,48$
Machos:	$23,91 \pm 2,074 \cdot 2,01$

de estos valores se deduce que las hembras entran en plena maduración al alcanzar una talla media que oscila entre 25,4 - 27,48 mm de longitud total; y los machos alcanzan la madurez en una talla media que se encuentra entre los 19,7 - 28 mm de Lt.

DISCUSION

Es importante destacar que son muy escasos los trabajos previos sobre biología reproductiva de los Ampullariidae en la Argentina, pese a ser una de las especies abundantes en cuerpos de agua dulce del área rioplatense (Buenos Aires, Argentina), siendo por lo tanto de relevancia el trabajo aportado en esta contribución.

De acuerdo a lo expuesto a lo largo de este texto, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- 1 La estructura gonadal de *A. scalaris* d'Orb en ambos sexos es difusa entre la glándula digestiva o hepatopáncreas. Dentro de la estructura gonadal femenina es necesario resaltar que el número de folículos es reducido en todo el espacio gonádico, a diferencia de los tejidos masculinos que superan ampliamente en número a los femeninos.
- 2 Las hembras comienzan una activa multiplicación gonial desde junio a agosto; sucediendo este fenómeno en los machos a partir del mes de julio hasta septiembre.
- 3 La maduración plena de las gonias en ambos sexos es alcanzada en septiembre - octubre hasta diciembre.
- 4 La evacuación gamética para machos y hembras comienza entre noviembre - diciembre, prologándose hasta marzo; es decir que para las hembras se correlaciona con el final del período de oviposición.
- 5 Finalizada la evacuación ovocitaria y espermática, respectivamente, se inicia la fase de restauración, es decir la recuperación de sus células sexuales. Este período se extiende desde marzo a mayo - junio.
- 6 Se advierte un sincronismo marcado en la maduración de las gonias en machos y hembras.
- 7 La evolución del tejido conjuntivo en el curso de la formación de los productos sexuales sufre modificaciones debido al grado de madurez o de emisión de gametas en que se encuentren los folículos gonádicos. Durante el estadio de plena maduración de las gonias, en ambos sexos, este tejido se reduce y posee un aspecto lagunar; en cambio en la fase de evacuación se observa que la trama es bien granulosa.
- 8 Las tallas en que las hembras en premadurez ingresan a la etapa de maduración 25,4 - 27,48 mm Lt; y los machos alcanzan la madurez en una talla media que se encuentra entre 19,7 - 28 mm Lt.
- 9 *A. scalaris* es una especie con un ciclo sexual anual, sin etapa de reposo.
- 10 Por último, es importante señalar que el ciclo sexual de *A. scalaris* tiene similitud con los ciclos reproductivos de *A. canaliculata* Lamk y *Asolehe (A) platae* Maton, descriptos por Martín

(1986 y 1987), ambas especies pertenecen a la familia Ampullariidae; por lo tanto se puede aseverar que no surgieron diferencias destacables con ellas. Para obtener un mayor contraste entre las modalidades inherentes al ciclo gonadal de cada una de las especies resulta promisorio una evaluación del potencial reproductivo, así como una eventual caracterización citológica sobre la base de la microscopía electrónica de transmisión.

BIBLIOGRAFIA

- 1 MARTIN, S. M. *Neotrópica*, 32 (88): 171-181. (1986).
- 2 MARTIN, S. M. *Neotrópica*, 33 (89): 19-28. (1987).
- 3 CHIPPERFIELD, P. N. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.*, 32: 449-476. (1953)
- 4 RAMORINO, L. *Rev. de Biología Marina*, Valparaíso. 15 (2): 149-177. (1975).
- 5 SNEDECOR, G. & W.G. COCHRAN. *Métodos Estadísticos*. Cía. Editorial Continental, S. A. de C. V., México. (1982).

DESCOMPOSICION TERMICA DE PEROXIDOS CICLICOS: DIOXIRANOS, DIOXETANOS, DIOXOLANOS, DIOXANOS Y TETROXANOS

L. F. R. Cafferata

Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas, Teóricas y Aplicadas, INIFTA, Casilla de Correo 16,
Sucursal 4
(1900) La Plata

RESUMEN

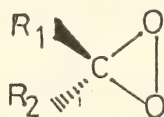
Se ha efectuado un análisis comparativo de la información disponible sobre la cinética y el mecanismo de reacciones de descomposición térmica de miembros de las familias de sustancias indicadas en el título, considerando el rendimiento de sus productos y los parámetros de activación en diversos solventes. También se han tenido en cuenta los efectos estéricos, inductivos y mesoméricos de los sustituyentes en el anillo molecular sobre la fortaleza de la unión peroxídica que se fragmenta en la etapa unimolecular inicial. Además, se discute la influencia del medio de reacción sobre la ciclación en la "jaula del solvente" de los correspondientes intermediarios biradicalarios.

SUMMARY

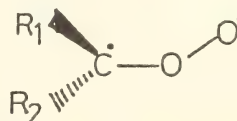
A comparative analysis of the available information on the kinetics and mechanisms of the thermal decomposition reactions of the title compounds had been performed considering the products yield and the activation parameters in different solvents. Steric, inductive and mesomeric effects of the substituents atomic groups in the molecular rings have been also considered in relation to the strength of the peroxidic bond which is broken in the initial unimolecular step. Furthermore, the solvent effects on the cyclisation of the corresponding intermediate biradicals in the solvent cage had been discussed.

INTRODUCCION

Los dioxiranos^{1,2} de fórmula estructural (I) son compuestos orgánicos cuyas moléculas poseen el mínimo número de átomos en un anillo con función peroxídica cíclica.



(I)

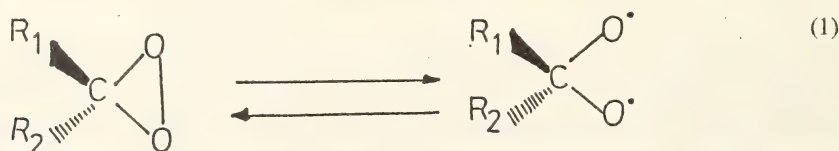


(II)

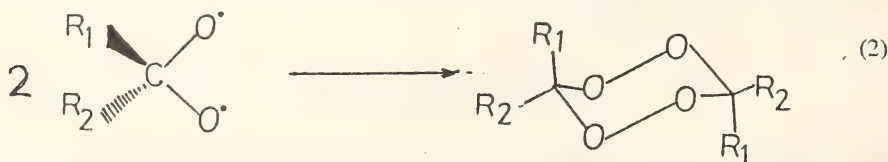
Sus miembros resultan isómeros con los 1,3-biradicales óxido de carbonilo correspondientes (II), intermediarios peroxídicos cuya participación ha sido demostrada en la ozonólisis de alquenos³. Los dioxiranos también se han aislado en esas reacciones, en la epoxidación específica de olefinas⁴, en la oxidación de alcóxidos de litio y se postulan como intermediarios en reacciones de perácidos. Sin embargo, algunos miembros de dicha familia de sustancias han podido ser caracterizados únicamente en solución por métodos espectroscópicos⁵; la mayor estabilidad relativa de los derivados con sustituyentes atractores de electrones como grupos alquílicos halogenados ($R_1 = R_2 = CF_3$; $R_1 = CF_3$, $R_2 = CF_2C1$), ha hecho posible su aislamiento debido a la menor reactividad de estas moléculas. Ese hecho es similar a lo observado en la termólisis de peróxidos de dibenzofilo con sustituyentes de ese mismo carácter en el núcleo aromático, los cuales al producir una menor densidad electrónica en la unión peroxídica que se fragmenta, otorgan mayor estabilidad térmica a las correspondientes sustancias⁶. Por otra parte, llama la atención también el hecho que el dimetildioxirano ($R_1 = R_2 = CH_3$) ha podido ser preparado solamente en acetona⁵, medio este que solvataría su molécula. Además, ese peróxido en solución ha sido utilizado como reactivo para la inserción⁷ de átomos de oxígeno en uniones C-H y en la oxidación de compuestos azufrados⁸.

El descubrimiento que soluciones de dioxiranos pueden ser utilizadas en una gran variedad de reacciones de oxidación⁹ requiere conocer en detalle los caminos por los cuales las mismas tienen lugar, en una búsqueda de optimizar sus rendimientos. Precisamente, esa aplicación práctica de los dioxiranos los diferencia de otros términos de las distintas familias de peróxidos cíclicos que se consideran en esta revisión.

Con el único dato cinético existente⁵ para la termólisis del dimetildioxirano en acetona ($R_1 = R_2 = CH_3$; $k = 4.0 \pm 0.1 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$, a 25°C), se puede estimar la energía de activación que podría corresponder a la descomposición unimolecular de este peróxido orgánico con anillo de tres átomos ($E_a = 25 \text{ kcal mol}^{-1}$ considerando un factor preexponencial de reacción normal). De acuerdo con lo anterior es lógico pensar que la primer etapa del mecanismo de esa reacción sería la formación de un biradical intermediario a partir de una molécula con cierta tensión anular (ec 1).



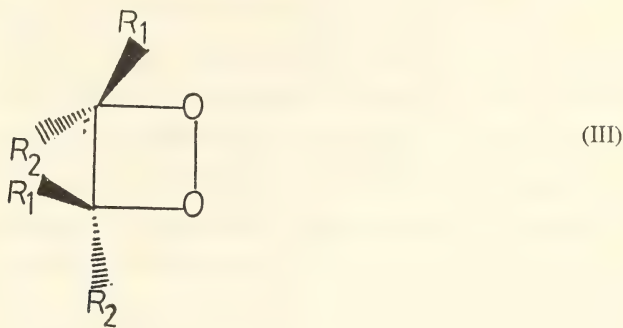
Ese radical se dimerizaría a temperatura ambiente, originando el diperoxido de acetona observado⁵ como producto final (ec 2).



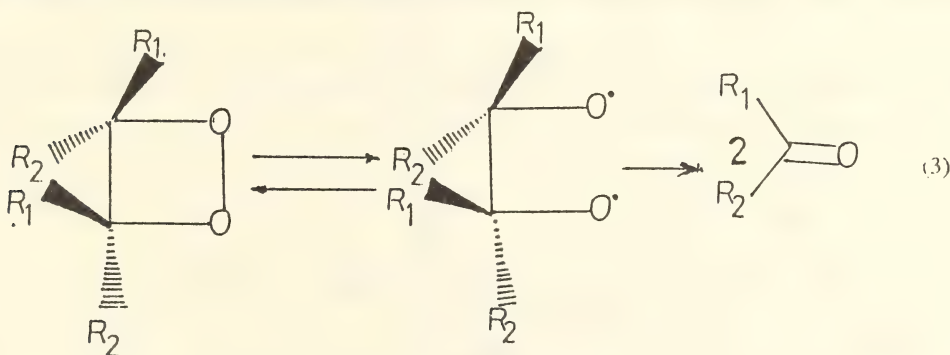
Al respecto, sería interesante conocer también el efecto de solvente sobre esa reacción, dadas las características estructurales de las especies químicas participantes. No obstante la falta casi total de investigaciones cinéticas sobre estas moléculas, se han estudiado recientemente algunas reacciones de epoxidación utilizando dimetildioxirano¹⁰.

La observación que algunos dioxiranos producen la oxidación de alquenos y arenos a los correspondientes óxidos, permite suponer su participación en procesos que ocurren en algunas atmósferas contaminadas que contienen dichos hidrocarburos⁵.

Los 1,2-dioxetanos de fórmula general (III) son sin dudas los miembros de las familias de peróxidos cíclicos más estudiados, ya sea desde el punto de vista sintético como mecanístico de las reacciones de termólisis¹¹.



Las moléculas donde $R_1 = R_2 = \text{CH}_3$; $R_1 = \text{CH}_3$, $R_2 = \text{C}_6\text{H}_5$; $R_1 = R_2 = \text{C}_6\text{H}_5$; $R_1 = R_2 = \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2$ se caracterizan particularmente porque sus descomposiciones térmicas en solución producen compuestos carbonílicos electrónicamente excitados responsables de interesantes fenómenos de luminiscencia que han sido extensamente estudiados¹². En numerosos casos se ha demostrado perfectamente¹³ que el mecanismo de la termólisis de esas sustancias es de naturaleza homolítico, con formación de un biradical intermediario (ec 3), donde las relativamente pequeñas variaciones observadas en la velocidad de reacción se atribuyen a efectos estéricos de los sustituyentes sobre la fortaleza de la unión peroxídica que se fragmenta¹⁴ (en la termólisis en solución de diferentes dioxetanos sustituidos se observan los siguientes valores de los parámetros de activación: $\Delta H^\ddagger \cong 25$ kcal mol⁻¹; $\Delta S^\ddagger \cong 0$ cal mol⁻¹ k⁻¹, aunque se ha comprobado que grupos atómicos sustituyentes muy voluminosos incrementan^{14b} la entalpía de activación hasta valores de 37 kcal mol⁻¹). Sin embargo, en términos generales se puede decir que la cinética de la termólisis de los dioxetanos es controlada^{12b} por el parámetro entrópico (ΔS^\ddagger).



Si el mecanismo de descomposición de las moléculas de los dioxetanos fuera concertado como ha sido sugerido¹⁵, con una contribución de rupturas sincrónicas de las uniones C-C y C-O del anillo en el correspondiente estado de transición, podrían ponerse de manifiesto los efectos electrónicos de los sustituyentes presentes, lo cual no ha sido verificado. Por ejemplo, la sustitución por fenilos favorecería la estabilización por resonancia del grupo carbonilo que se desarrolla en el complejo activado de la reacción, y por lo tanto, debería disminuir la energía de activación correspondiente, hecho que no ha sido comprobado experimentalmente¹⁶. Algo semejante debería ocurrir con la sustitución por metilos, pero en este caso por un efecto electrónico de tipo inductivo. Es decir, que un mecanismo concertado en el caso de la termólisis de los dioxetanos llevaría implícito efectos electrónicos y estéricos muchos más importantes que los en realidad observados.

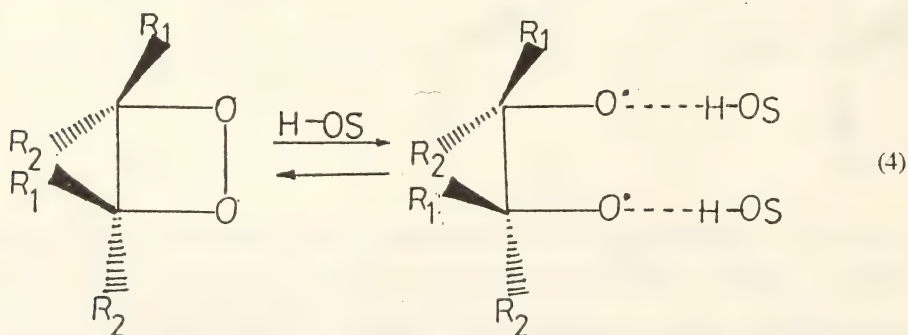
Por otra parte, el mecanismo homolítico de descomposición de este tipo de moléculas resultó

apropiado para efectuar estimaciones termoquímicas utilizando el método desarrollado inicialmente para interpretar la descomposición e isomerización de ciclobutanos¹⁷. El cálculo de los parámetros de activación de la termólisis de los 1,2-dioxetanos y sus derivados alquílicos tiene en cuenta la reacción anterior (ec 3) y la relación $E_a = \Delta H_{3,3} + E_{-3}$, donde $\Delta H_{3,3}$ es la diferencia entre los calores de formación del biradical y de la correspondiente molécula de dioxetano; E_{-3} es la energía de activación de la reacción inversa que reformea el dioxetano a partir del biradical. La introducción de valores termoquímicos estimados para el biradical y del correspondiente dioxetano en la relación anterior, junto con un valor supuestamente constante de E_{-3} para los diferentes dioxetanos sustituidos en distintos solventes, permiten obtener E_a para cada reacción en particular¹⁸. Se han realizado también cálculos mecano-cuántico relacionados con la termólisis unimolecular de varios dioxetanos sustituidos¹⁹. De esta manera se puede anticipar un pequeño incremento en los valores de las entalpías de activación de las termólisis unimoleculares al aumentar la sustitución por grupos metilo en el anillo de los dioxetanos. Es decir, un cierto efecto estérico de los sustituyentes presentes (aproximadamente 3 kcal mol⁻¹ en el valor de ΔH^\ddagger al comparar las moléculas del 1,2-dioxetano y tetrametil-1,2-dioxetano). En realidad, el aumento de la sustitución por metilo sobre un mismo carbono de las moléculas de estas sustancias incrementa la entalpía de activación experimental de la termólisis, donde los efectos estéricos representarían solamente 0,8 kcal mol⁻¹ por cada sustituyente. Por otra parte, la velocidad de descomposición observada en los dietil dioxetanos²⁰ es mucho mayor que la calculada teóricamente, lo que evidentemente no está de acuerdo con las pequeñas interacciones estéricas e inductivas de los grupos etilo.

Cuando se considera la descomposición del 3,3-dibencil-1,2-dioxetano, donde los grupos fenilo están aislados del anillo del dioxetano por un grupo metileno, se eliminan totalmente los efectos mesoméricos disminuyendo también el posible efecto inductivo²¹. Es de destacar que este tipo de sustitución podría influir en la velocidad de termólisis si la reacción fuera de tipo concertado, debido al desarrollo de un cierto carácter π en el estado de transición para formar en definitiva el grupo carbonilo presente en los productos de reacción, hecho que no ha sido verificado.

Los sustituyentes cíclicos en las posiciones 3,3- y 3,4- del anillo de las moléculas de los dioxetanos²² modifican también los parámetros de activación observados en la termólisis de los derivados alquil sustituidos.

El efecto de solventes próticos en la descomposición homolítica de los dioxetanos²³ debería producir una disminución de la energía de activación correspondiente por la inhibición al cierre del anillo en la caja del solvente (ec 4).



En realidad solamente se ha podido comprobar la falta de un efecto significativo del solvente en la reacción al pasar de benceno a metanol, el cual es sin embargo consistente con el mecanismo biradicalario de la termólisis de los dioxetanos.

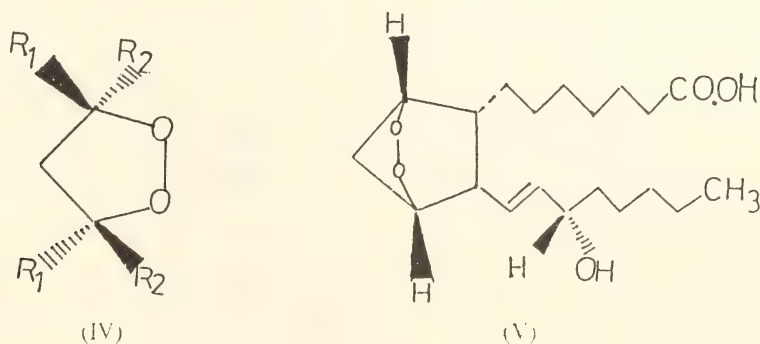
Se ha llegado a suponer que los dos mecanismos de termólisis mencionados para los 1,2-dioxetanos, es decir, en etapas y concertado, representan en realidad los extremos de una secuencia de reacciones donde el proceso en etapas es, en las moléculas hasta ahora estudiadas, más

importante respecto al concertado, debido a una mayor estabilidad (probablemente por solvatación preferencial del estado inicial de la termólisis con formación de puentes de hidrógeno). Por otra parte, en algún caso de la sucesiva sustitución por fenilos o fenilos convenientemente sustituidos en el anillo del dioxetano, los valores de las energías de las uniones C-C y C-O involucradas en la termólisis deberían ser comparables de tal modo que ocurriera entonces la descomposición concertada de la molécula. Este espectro mecanístico constituiría un ejemplo inédito de como el efecto de grupos atómicos sustituyentes vecinos a la unión química que se fragmenta en una molécula, podría determinar al tipo de mecanismo de una reacción. Referente a esta hipótesis, si se efectúa el remplazo en la molécula del dioxetano por tres grupos fenilo no sustituidos¹⁶, el mecanismo de la termólisis sigue siendo homolítico y en etapas aún en el caso de cambiar el solvente benceno por uno más polar como metanol. En ese sentido, una sugerencia interesante ha sido la de diseñar moléculas de dioxetanos con grupos arilo convenientemente sustituidos que pudieran facilitar mejor el supuesto proceso concertado o bien, seleccionar más apropiadamente el solvente de la reacción donde se realiza la termólisis.

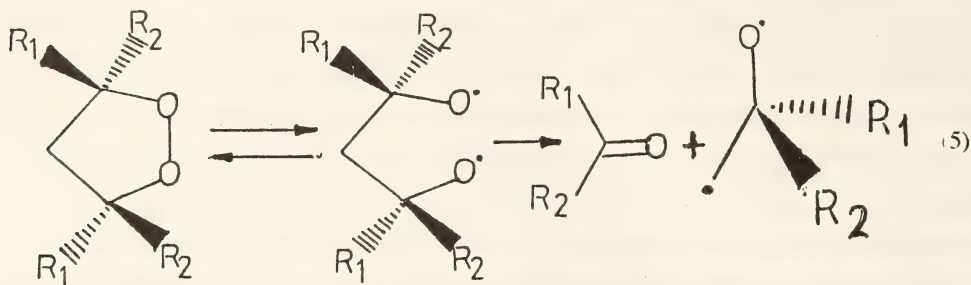
Con las bases experimentales disponibles hasta el momento se puede concluir que la ruptura del anillo de átomos a nivel de la unión peroxidica de los 1,2-dioxetanos constituye la etapa cinética determinante de sus termólisis. Sin embargo, deben mencionarse como estímulo para la realización de futuras investigaciones sobre el tema algunas cuestiones pendientes relativas al mecanismo de esa reacción:

- Qué tipo de sustitución se necesitaría en el anillo de los dioxetanos para promover efectivamente un posible proceso de ruptura concertado.
- Cuál es con exactitud el efecto cinético de las características fisicoquímicas del solvente utilizado en la reacción (polaridad, capacidad como donante de átomos de hidrógeno, viscosidad).
- Cuál sería el cambio en los valores de los parámetros de activación que se observarían en el supuesto espectro mecanístico: en etapas vs. concertado.
- Cómo afectarían los niveles electrónicos de los estados de transición o de los productos carbonílicos a dicho espectro mecanístico.

El mecanismo de la descomposición térmica de los 1,2-dioxolanos sustituidos²³ de fórmula general (IV) puede considerarse relacionado con la cuestión de la extraordinaria reactividad de moléculas biológicamente activas como las prostaglandinas y sus derivados oxigenados²⁴, ya que la oxidación biológica del ácido araquidónico transcurre con participación de un endoperóxido intermediario (V) que precisamente tiene anillos característicos de 1,2-dioxolano y 1,2-dioxano. Por otra parte, se han observado dioxolanos sustituidos como productos de la oxidación fotosensibilizada del oleato de metilo²⁵, sustrato apropiado para la síntesis de peróxidos cíclicos de este tipo con sustituyentes relativamente voluminosos. Compuestos peroxidicos con anillo de dioxolano se han aislado también de organismos marinos, los cuales presentan acción antitumoral²⁶.



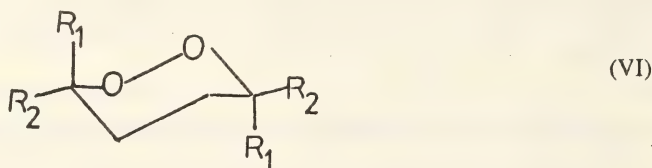
Los 1,2-dioxolanos se descomponen térmicamente produciendo una gran variedad de sustancias entre las que se encuentran cetonas, algunas de las cuales son derivadas de reordenamientos de los biradicales intermediarios (ec 5).



Si bien en un principio del estudio de los dioxolanos se planteó una polémica respecto a los valores de los parámetros de activación de sus termólisis en solución²⁷ que implicaba una discontinuidad del tipo de mecanismo con respecto al de otros peróxidos cíclicos, se demostró posteriormente²⁸ que los mismos son superiores a los esperados teniendo en cuenta la ruptura de una unión peroxídica. Por ejemplo en el 3,3,5,5-tetrametildioxolano, los parámetros de activación tienen los valores $\Delta H^\ddagger = 44.5 \text{ kcal mol}^{-1}$ y $\Delta S^\ddagger = 10.4 \text{ cal mol}^{-1}\text{K}^{-1}$.

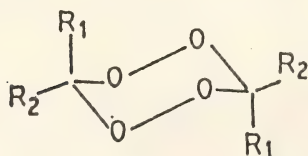
Por otra parte, en el caso de un mecanismo de reacción concertado para la termólisis de los dioxolanos, el requerimiento energético para el torcimiento selectivo de su esqueleto molecular para permitir la salida de la molécula de cetona tendría que ser muy elevado²⁷, lo que contribuye a descartarlo definitivamente.

Algunos 1,2-dioxanos sustituidos (VI) se han preparado por oxidación de 1,4-dioles con peróxido de hidrógeno o bien, a partir de 1,4-dihidroperóxidos²⁹.



Anillos de este tipo de peróxidos cíclicos, algunos no-saturados y en moléculas con potente acción antitumoral²⁶, también se han encontrado en esponjas marinas.

Hasta el momento no se tienen referencias de estudios mecanísticos sistemáticos sobre la descomposición térmica de este tipo de compuestos, razón por la cual no se pueden establecer comparaciones con los miembros de otras familias de peróxidos considerados en esta revisión.



ACDP, $R_1=R_2=\text{CH}_3$

APDP, $R_1=\text{CH}_3$; $R_2=\text{C}_6\text{H}_5$

BKDP, $R_1=R_2=\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2$

BPDP, $R_1=R_2=\text{C}_6\text{H}_5$

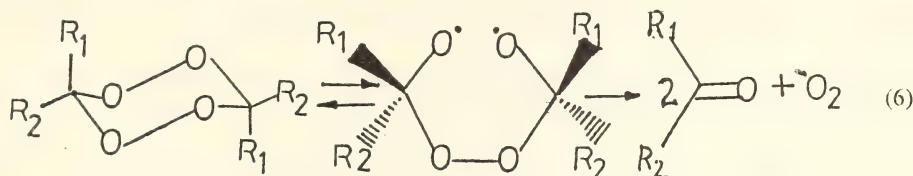
CIIDP, $R_1-R_2=-(\text{CH}_2)_5-$

PDP, $R_1=\text{CH}_3$; $R_2=\text{tert-C}_4\text{H}_9$

(VII)

Los tetroxanos sustituidos de fórmula general (VII), constituyen una familia de diperoxidos cíclicos relativamente estables cuya estructura fundamental no se ha encontrado representada en la naturaleza. Pueden obtenerse fácilmente por oxidación de cetonas alifáticas o ciclánicas con peróxido de hidrógeno en medio fuertemente ácido³⁰ o bien, como productos secundarios con escasos rendimientos en la ozonólisis de olefinas³¹. Estas moléculas han sido estudiadas detalladamente en sus aspectos conformacionales, configuracionales y en sus reacciones de termólisis en benceno³² y de otros solventes³³.

La cinética de la descomposición térmica de numerosos tetroxanos sustituidos apoya en todos los casos una etapa inicial con formación inicial de un biradical (ec 6).



En realidad, no se ha demostrado todavía la existencia de este tipo de intermediarios de reacción, tal como se ha constatado recientemente en el caso de la termólisis de algunos 1,2-dioxetanos³⁴. Sin embargo, el análisis de los productos de termólisis de los tetroxanos en distintos solventes³³, como cálculos teóricos realizados^{32a,35}, justifican la propuesta ruptura hemolítica y la estructura de los intermediarios biradicalarios formados en la etapa inicial. Los rendimientos molares de las correspondientes cetonas resultan muy variados y siempre inferiores al estequiométrico (1.5 en ACDP, 0.01 en CHDP, 0.2 en PDP, 1.3 en APDP, 0.1 en BKDP y 1.9 en BPDP) a diferencia de lo verificado en los 1,2-dioxetanos, donde el mismo es el esperado teóricamente. Ese hecho, que apoya por sí mismo el mecanismo homolítico de ruptura inicial, señala también que los biradicales formados en el caso de los tetroxanos se descomponen por vías competitivas que involucran rupturas de sus uniones C-C o C-O³².

Los valores de los parámetros de activación de la termólisis unimolecular de los tetroxanos sustituidos apoyan la ruptura de una de sus uniones peroxídicas, lo que estaría relacionado con la conformación silla rígida³⁶ del anillo del tetroxaciclohexano de estas moléculas, de acuerdo con lo verificado precisamente en el diperoxido de acetofenona³⁰.

En algunos tetroxanos sustituidos ($R_1 = R_2 = \text{CH}_3$, ACDP) se produce un cierto grado de solvatación selectiva del estado inicial de la termólisis debido al menor impedimento estérico de la molécula del diperoxido de acetona³³. No obstante, los valores de los parámetros entrópicos observados en las moléculas con mayor número de átomos (por ejemplo³⁷, $R_1 = R_2 = \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2$, BKDP) bien podrían corresponder a un cambio en el estado electrónico del complejo activado ($S \rightarrow T$) o a la transformación de su energía química en vibracional. Respecto a este asunto, se ha comprobado³⁸ que el ACDP se descompone en fase gaseosa (ca. 180 °C) con luminiscencia celeste (430 nm) hecho que indicaría la formación de moléculas de acetona electrónicamente excitadas que emiten su exceso de energía en forma de fotones.

Las diferencias observadas en los parámetros cinéticos de la termólisis unimolecular de los distintos diperoxidos cíclicos de esta familia, estudiados en un mismo solvente a fines de comparación, corresponden únicamente a efectos estéricos de los sustituyentes sobre la ruptura del enlace peroxídico del anillo del tetroxaciclohexano^{32c}. De esta manera el ACDP, molécula con el mínimo impedimento estérico de la serie estudiada, se aparta de la "relación isocinética" que se verifica efectivamente³⁹ con otros miembros de estructuras más complejas de la misma familia y determinan una "serie de reacción"⁴⁰. Sin embargo, si se comparan las entalpías de activación del ACDP y BPDP se constata que las mismas son similares aunque su cinética se diferencia en los factores entrópicos, cuando se cambian la totalidad de los grupos metilo por fenilo como sustituyentes. No obstante, el ACDP y APDP presentan a una misma temperatura, reactividades

semejantes en la termólisis, lo cual es debido en realidad a una compensación entre los respectivos parámetros de activación.

Es evidente entonces que en el caso de las moléculas de los tetroxanos el efecto de la naturaleza de los sustituyentes sobre la reacción de termólisis es más importante que el causado en la serie de los dioxetanos, donde la sustitución de metilo por fenilo no produce prácticamente variación de las entalpías y entropías de activación. Además, el reemplazo del solvente de la reacción³³, n-octano por benceno, alcoholes de distinto tipo, ácido acético, disminuye significativamente en ese orden el valor de los parámetros de activación correspondientes debido probablemente a una solvatación preferencial del estado inicial de la reacción de descomposición. En el caso del alcohol isopropílico utilizado como solvente, se ha constatado⁴¹ la formación de verdaderos complejos de adición con el ACDP.

En los tetroxanos se ha verificado también una dependencia lineal entre los valores de la entalpía de activación de su termólisis y la frecuencia vibracional del estiramiento de la unión peroxídica ν_{O-O} de sus moléculas, correlación donde se pueden incluir asimismo los valores correspondientes a otros compuestos orgánicos e inorgánicos con la misma función química⁴². Este hecho podría estar relacionado con lo señalado anteriormente sobre el efecto estérico de los sustituyentes que determinan el orden de la unión peroxídica en esas moléculas y por lo tanto su energía de disociación.

CONCLUSIONES

Las determinaciones cinéticas y el análisis de los productos de reacción en solución apoyan una ruptura unimolecular inicial de las moléculas de peróxidos cíclicos hasta ahora estudiados con 3, 4, 5 y 6 átomos en sus anillos. La reacción ocurre por un mecanismo en etapas con formación de un biradical intermediario. En general, los rendimientos de los productos de las termólisis estarían relacionados con la estabilidad de los intermediarios radicalarios formados y en particular, con la vida media o tendencia del biradical inicial para reformar el anillo molecular en la "jaula del solvente".

En algunos miembros de las familias de los dioxolanos y tetroxanos la reacción unimolecular está acompañada por otras etapas que incluyen la descomposición inducida por ataque radicalario; en el caso del diperoxido de acetona, molécula con reducido impedimento estérico de la familia de los tetroxanos, se verifica también la solvatación preferencial del estado inicial de la reacción con formación en solventes próticos, de aductos que luego se descomponen térmicamente.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado con apoyo del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET, de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires y de la Universidad Nacional de La Plata.

BIBLIOGRAFIA

1. MURRAY, R. W., *Chem. Rev.*, 1989, 89, 187.
2. *Advances in Oxygenated Processes*, Baumstark, A. L., Ed., JAI Press, Greenwich, CT, Vol. 2, 1990, Capítulo I.
3. a) CRIEGGE, R., WENNER, G., *Justus Liebigs Ann. Chem.* 1949, 564, 9; b) LOVAS, F. J., SNEUWEN, R. D., *Chem. Phys. Lett.* 1977, 51, 453.

4. CURCI, R., FIORENTINO, M., TROISI, R., *J. Org. Chem.*, 1980, *45*, 4758.
5. MURRAY, R. W., JEYARAMAN, R., *J. Org. Chem.*, 1985, *50*, 2847.
6. BLOMQUIST, A. T., BUSELLI, J. A., *J. Am. Chem. Soc.*, 1951, *73*, 3883.
7. MURRAY, R. W., JEYARAMAN, R., MOHAN, L., *J. Am. Chem. Soc.*, 1986, *108*, 2470.
8. MURRAY, R. W., JEYARAMAN, R., PILLAY, M. K., *J. Org. Chem.*, 1987, *52*, 746.
9. ADAM, W., CURCIR., EDWARDS, J. O., *Acc. Chem. Res.*, 1989, *22*, 205.
10. MURRAY, R. W., SHIANG, D. L., *J. Chem. Soc., Perkin Trans. II*, 1990, 349.
11. *Advances in Oxygenated Processes*, Baumstark, A. L. Ed., JAI Press, Greenwich, CT Vol 1, 1988, Capítulo I.
12. a) RICHARDSON, W. H., BURNS, J. H., PRICE, M. E., CRAWFORD, R., FOSTER, M., SLUSSER, P., ANDEREGG, J. H., *J. Am. Chem. Soc.*, 1978, *100*, 7596; b) BAUMSTARK, A. L., HARRIS, M. S., GOLAN, D. E., WILSON, T., *J. Am. Chem. Soc.*, 1976, *98*, 1086.
13. RICHARDSON, W. H., YELVINGTON, M. B., O'NEAL, E. H., *J. Am. Chem. Soc.*, 1972, *94*, 1619.
14. a) BAUMSTARK, A. L., DUMANS, T., CATALANI, L. H., BECHARA, E. J. H., *J. Org. Chem.*, 1983, *48*, 3713; b) SCHUSTER, G., TURRO, H. J., STEINMETZER, H. C., SCHAAP, A. R., FALER, G. R., ADAM, W., LIU, J. C., *J. Am. Chem. Soc.*, 1975, *97*, 7110.
15. a) TURRO, N. J., LECHTKEN, P., SCHORE, N. E., SCHUSTER, G., STEINMETZER, H. C., JEKTA, A., *Acc. Chem. Res.*, 1974, *7*, 97; b) ADAM, W., BAADER, W. J., *J. Am. Chem. Soc.*, 1985, *107*, 410.
16. RICHARDSON, W. H., ANDEREGG, J. H., PRICE, M. E., TAPPEN, W. A., O'NEAL, E. H., *J. Org. Chem.*, 1978, *43*, 2236.
17. a) BENSON, S. W., *J. Phys. Chem.*, 1968, *72*, 1866; b) BENSON, S. W., *Thermochemical Kinetics*, 2nd Ed, Wiley, N. Y., 1976.
18. RICHARDSON, W. H., O'NEAL, E. H., *J. Am. Chem. Soc.*, 1972, *94*, 8665.
19. RICHARDSON, W. H., *J. Org. Chem.*, 1989, *54*, 4677.
20. BAUMSTARK, A. L., DUMANS, T., ROSKAMP, P. C., *J. Org. Chem.*, 1983, *48*, 261.
21. RICHARDSON, W. H., MONTGOMERY, F. C., YELVINGTON, M. B., O'NEAL, E. H., *J. Am. Chem. Soc.*, 1974, *96*, 7525.
22. a) KOPECKY, K. R., LOCKWOOD, P. A., RICO GOMEZ, R., DING, J. Y., *Can. J. Chem.*, 1981, *59*, 851; b) BAUMSTARK, A. L., WILSON, C. E., *Tetrah. Lett.*, 1981, *22*, 4363; c) BAUMSTARK, A. L., NIROOMAND, F., VAZQUEZ, P. C., *J. Org. Chem.*, 1984, *49*, 4497.
23. ADAM, W., DURAN, N., *J. Org. Chem.*, 1973, *38*, 1434.
24. SALOMON, R. G., COUGHLIN, D. J., *J. Am. Chem. Soc.*, 1979, *101*, 2761.
25. GUNSTONE, F. D., BASCETTA, E., *J. Chem. Soc., Perkin Trans. I*, 1984, 2207.
26. HIGA, T., SAKEMI, S., *Tetrahedron*, 1987, *43*, 263.
27. ADAM, W., DURAN, N., *J. Am. Chem. Soc.*, 1977, *99*, 2729.
28. RICHARDSON, W. H., Mc Guinness, R., O'Neal, E. H., *J. Org. Chem.*, 1981, *46*, 1887.
29. CRIEGEE, R., PAULIG, G., *Chem. Ber.*, 1955, *88*, 712.
30. BLANDON, P., McCULLOUGH, K. J., MORGAN, A. R., NONHEBEL, D. C., PAUSON, P. L., WHITE, G., *J. Chem. Res. Synop.*, 1980, *9*, 284.
31. a) MARVEL, C. S., NICHOLS, V., *J. Am. Chem. Soc.*, 1938, *60*, 155; b) *ibid.*, *J. Org. Chem.*, 1941, *6*, 296.
32. a) CAFFERATA, L. F. R., MIRIFICO, M. V., EYLER, G. N., *J. Org. Chem.*, 1984, *49*, 2107; b) *ibid.*, 1985, *50*, 3245; c) CAFFERATA, L. F. R., EYLER, G. N., CAÑIZO, A. I., SVARTMAN, E. L., BORKOWSKI, E. J., *ibid.*, 1990, *55*, 1058.
33. CAFFERATA, L. F. R., CAÑIZO, A. I., EYLER, G. N., SVARTMAN, E. L., ALVAREZ, E. E., *J. Org. Chem.*, 1991, *56*, 411.
34. RICHARDSON, W. H., LOVETT, M. B., OLSON, L., *J. Org. Chem.*, 1989, *54*, 3523.
35. CASTRO, E. A., VILLAR, H. O., STRADELLA, O. G., *J. Mol. Struct., (Theochem)*, 1986, *135*, 7.

36. BRUNE, H. A., WULZ, K., HETZ, W., *Tetrahedron*, 1971, 27, 3629.
37. CAFFERATA, L. F. R., SVARTMAN, E. L., *An. Asoc. Quim. Argent.*, 1988, 76, 261.
38. CAFFERATA, L. F. R., CAÑIZO, A. I. (a ser publicado).
39. a) EXNER, O., *Nature*, 1964, 201, 488; b) EXNER, O. *Nature*, 1970, 227, 366; c) EXNER, O., *Collec. Czech. Chem. Comm.*, 1972, 27, 1425.
40. BUNNETT, J. F., En *Investigation of rates and mechanisms of reaction, Techniques of Chemistry*, Weissberger A., Ed., Parte I, vol VI, Capítulo VIII, Wiley, N. Y., 1974.
41. a) Moryganov, B. N., Kalinin, A. L., Nikhotova, K. N., *J. Gen. Chem. (USSR)*, 1962, 32, 3414; b) CAFFERATA, L. F. R., CAÑIZO, A. I. (a ser publicado).
42. CAFFERATA, L. F. R., VARETTI, L., CAÑIZO, A. I. (a ser publicado).

BIOESTRATIGRAFIA DEL TERCIARIO MARINO ENTRE LOS CERROS FUERTE ARGENTINO Y BANDERA, PROVINCIA DE RIO NEGRO

Valeria A. Reichler¹ y Horacio H. Camacho²

*1 - Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,
Departamento de Ciencias Geológicas. Ciudad Universitaria, Nuñez, Pabellón II.
Buenos Aires*

*2 - CIRGEO (CONICET), Juan Ramírez de Velasco 847
Buenos Aires (1414)*

RESUMEN

En el área del cerro Fuerte Argentino (Provincia de Río Negro), aflora una secuencia marina terciaria correspondiente a tres episodios transgresivos: Paleoceno inferior (Formación El Fuerte), Eoceno superior (Formación Gran Bajo del Gualicho, partim) y Mioceno superior (Formación Río Negro). Este cuadro estratigráfico es similar al que se observa en la mayor parte de la Provincia de Río Negro y revela la presencia en la región, de importantes lapsos de erosión o no depositación marina, particularmente durante el Oligoceno.

Se describen e ilustran los principales fósiles hallados.

ABSTRACT

Biostratigraphy of marine Tertiary sediments outcropping in the area between Fuerte Argentino Hill and Bandera Hill, Province of Río Negro.

In the Fuerte Argentino Hill, a Tertiary marine sequence was deposited by three transgressive episodes: Lower Paleocene (El Fuerte Formation), Upper Eocene (Gran Bajo del Gualicho Formation, partim) and Upper Miocene (Río Negro Formation). This stratigraphic sequence is similar to that known for a great part of the Río Negro Province and it shows important periods of erosion or times of no deposition, particularly during the Oligocene.

Some fossil species are described and figured.

INTRODUCCION

La presente nota tiene por objeto dar a conocer las conclusiones principales obtenidas con motivo del estudio realizado por uno de los autores (V. R.) en el área comprendida entre el cerro Fuerte Argentino y el cerro Bandera, en la provincia de Río Negro. También se incluyen una posible correlación de las unidades estratigráficas reconocidas con otras zonas vecinas y la descripción de los fósiles de mayor interés hallados en dichos depósitos.

El material fósil aquí descrito se halla depositado en la colección de Invertebrados de la Cátedra de Paleontología de la Universidad de Buenos Aires bajo la sigla CPBA.

Ubicación geográfica y antecedentes geológicos

El área en cuestión se sitúa en la provincia de Río Negro sobre la región lindante con el Golfo San Matías (fig. 1). La Ruta Nacional Nº 3 que une a las poblaciones de San Antonio Oeste y Sierra Grande, así como otro camino vecinal próximo a la misma, permiten un rápido acceso a las localidades estudiadas.

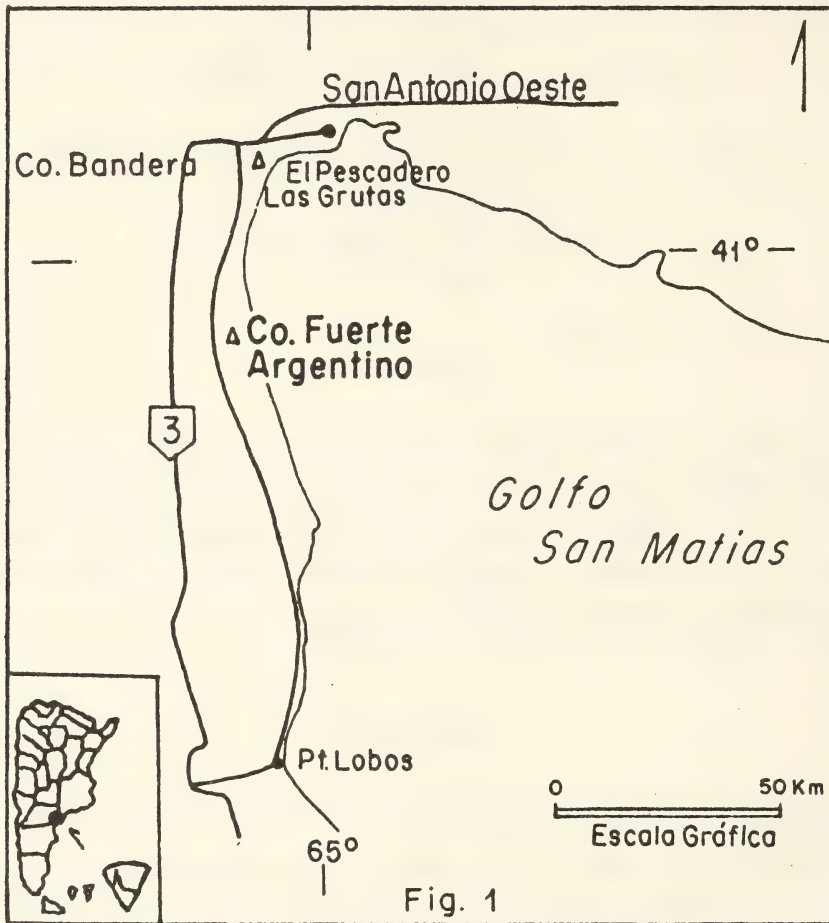


Figura 1. Mapa de ubicación de la zona estudiada.

El cerro Bandera se halla unos 14 km al sudoeste de la ciudad de San Antonio Oeste y aproximadamente a 2,5 km al noroeste del balneario Las Grutas, con una altura de 60 m.s.n.m. Las sedimentitas marinas allí aflorantes, juntamente con las de la zona circundante es costumbre asignarlas al "Patagoniano" o Formación Patagonia (ver Weber 1983), hallándose comprendidas en la Hoja 39 j "San Antonio Oeste" (Fidalgo y Porro, Informe inédito).

El cerro Fuerte Argentino es una elevación de 81 m.s.n.m., que se destaca nítidamente en el paisaje costanero, unos 50 km al sur de San Antonio Oeste. Referencias geológicas al mismo y su zona costera aledaña datan desde los trabajos de Wichmann (1926, 1927), Groeber (1931), Frenguelli (1931) y Feruglio (1936, 1949), aunque estos autores concentraron sus observaciones en los arroyos Salado y Verde, situados algo más al sur, y sólo en Wichmann se menciona concretamente a este cerro. Los sedimentos costeros reconocidos en esta área fueron atribuidos al Rocanense y considerados del Cretácico tardío, por los autores arriba mencionados, mientras que

aquellos observados sobre los acantilados y otras regiones elevadas vecinas han sido comúnmente considerados pertenecientes al "Patagoniano" y/o Entrerriano, del Terciario superior.

Shell Production Co. of Argentina Ltd. (1962), señaló la presencia de calizas paleocenas fosilíferas entre la costa y la Ruta Nacional N° 3, al sur de San Antonio Oeste y Kaasschieter (1963, 1965) denominó Formación El Fuerte a los afloramientos de calizas, en esta franja costera, que constituyen la parte basal del perfil en el cerro Fuerte Argentino. A esta unidad estratigráfica se refirió Zambrano (1980), mientras que Weber (1983), proporcionó un perfil de la mencionada elevación y atribuyó a la Formación Arroyo Salado todas las calizas distribuidas a lo largo de la costa, considerando para las mismas una edad maestrichtiana. Dichas conclusiones fueron aceptadas por Franchi et. al. (1984). Finalmente, Gonzalez Díaz y Malagnino (1984) interpretaron la geomorfología del área.

En años recientes han sido muchos los geólogos que visitaron la zona tratada en este trabajo y algunos comentaron la presencia de cefalópodos en los afloramientos costeros. Fue así como, conociendo nuestro interés por esos moluscos, la Dra. E. Farinati tuvo la gentileza de proporcionarnos fotografías del material colectado por el Dr. E. Gelós y depositados en la colección de la Universidad Nacional del Sur (Bahía Blanca) indicándonos además, las localidades de procedencia de los ejemplares. Como consecuencia se proyectaron dos Trabajos Finales de Licenciatura en la Universidad de Buenos Aires a cargo de V. A. Reichler (1989) y M. F. Rodríguez (1990), sobre las áreas del cerro Fuerte Argentino y Sierra Grande, respectivamente.

Ubicación de los perfiles (Fig. 2)

Se efectuaron cuatro perfiles, de rumbo aproximado este-oeste, denominados: Estancia Fuerte Argentino (A), Cerro Fuerte Argentino (B), El Pescadero (C) y Cerro Bandera (D).

Perfil Estancia Fuerte Argentino (A). Se localiza a unos 500 m. al sur de la estancia homónima, comenzando en la costa rocosa y continuando en un espolón que, desprendido del cerro Fuerte Argentino corre paralelamente a la costa hacia el norte. Ambas secciones se hallan separadas por alrededor de 22m. de terreno cubierto.

Perfil Cerro Fuerte Argentino (B). Situado poca distancia al sur del anterior pero en posición altimétrica mayor. Estos dos perfiles muestran la totalidad de la secuencia aflorante desde la costa hasta la cumbre del cerro.

Perfil el Pescadero (C). Trazado aproximadamente 2 km. al norte del balneario Las Grutas, comienza sobre la misma costa en rocas que quedan al descubierto durante la baja marea; luego de 150m. cubiertos continúa en un acantilado de 9m.

Perfil Cerro Bandera (D). La secuencia aquí estudiada se inicia aproximadamente 20m. al NE del cerro, en una especie de espolón, continuando en el mismo cerro.

Estratigrafía

En el área estudiada se reconocieron las unidades litoestratigráficas siguientes: Formación El Fuerte, Formación Gran Bajo del Gualicho y Formación Río Negro.

Formación El Fuerte. (Kaasschieter 1963, 1965)

Kaasschieter (1963, 1965) denominó Formación El Fuerte a los afloramientos de calizas (blancas, ligeramente arenosas, con abundante contenido de algas y briozoarios) que componen una angosta faja a lo largo de la costa, al sur de San Antonio Oeste. La localidad tipo se halla en la parte basal del acantilado que se eleva en la zona del cerro El Fuerte. Según su autor, a veces las calizas pasan a areniscas muy calcáreas y la parte basal suele ser conglomerádica. Paleontológi-

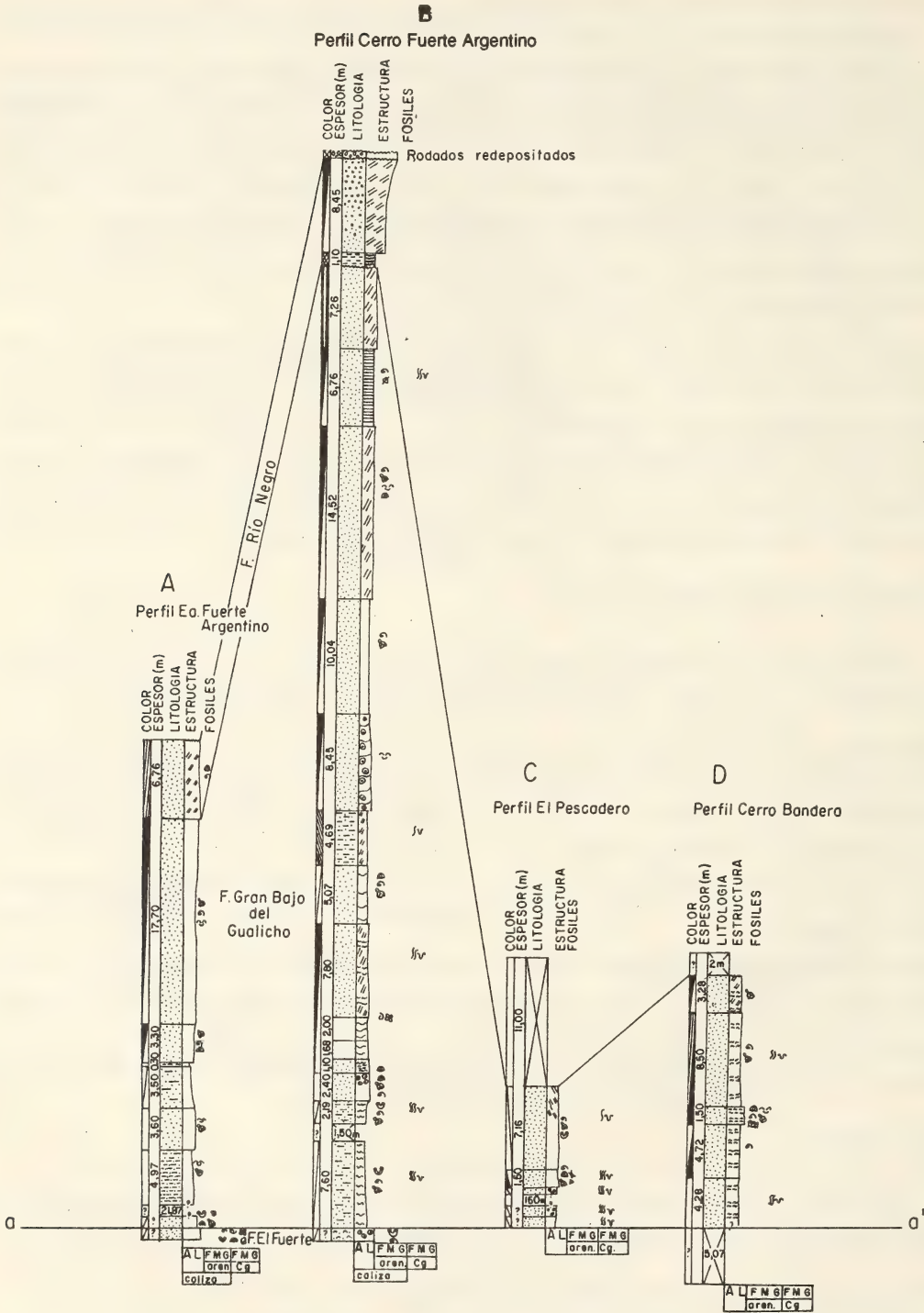


Figura 2: Detalle de los perfiles y correlación estratigráfica de los mismos. a-a' = línea niveladora de la base de la Formación Gran Bajo del Gualicho (partim.) en los perfiles realizados. [Confección de perfiles basada en "Guía de colores, rastras y símbolos para cartas geológicas" -Rocas sedimentarias- Serv. Geol. Nac. Pub. 156. (1997)].

camente, contienen abundantes briozoarios, bivalvos, gastrópodos, equinodermos y algas pero, Kaasschieter (1965) refiere no haber hallado foraminíferos ni ostrácodos. En base a la megafauna coincide con Feruglio (1949) en que correspondería al Daniano. Kaasschieter (1963, 1965) y Zambrano (1980) opinan que la Formación El Fuerte podría pasar lateralmente a la Formación Pedro Luro (Kaasschieter 1963, 1965), sólo reconocida en perforaciones de la plataforma continental, compuesta por calizas y areniscas, rica en foraminíferos y ostrácodos danianos si bien, Yrigoyen (1969) reportó la existencia de foraminíferos maestrichtianos en la parte basal de la misma.

La Formación El Fuerte constituye la parte basal de los perfiles A y B, integrando a la actual planicie de abrasión marina; la mayoría de los afloramientos presenta elevada meteorización y diaclasamiento. Litológicamente, se puede dividir en dos partes: una sección inferior, de arenisca calcárea bien consolidada, de grano medio y color de alteración gris oscuro, aunque en fractura fresca se observa blanco grisáceo. La parte superior está compuesta por areniscas calcáreas de granulometría mayor (grano medio a grueso); el color es blanco amarillento y se observan algunos cristales de carbonato de calcio. En esta sección se encuentran concreciones subcirculares cuyo diámetro medio es de 0.50 m. El espesor total es prácticamente imposible de establecer debido al estado de preservación de los afloramientos pero Kaasschieter (1965) y Zambrano (1980), lo estimaron entre 5 y 6 metros.

A lo largo de la costa no se observa el contacto de la Formación El Fuerte con el yaciente aunque seguramente, éste se halla constituido por el basamento porfírico mesojurásico de Sierra Grande; su techo son las sedimentitas marinas eocenas de la Formación Gran Bajo del Gualicho (partim) y el contacto, supuesto aquí discordante, está oculto por depósitos actuales.

La fauna es abundante y se halla totalmente reemplazada por carbonato, habiéndose identificado en el perfil A, las siguientes formas: —Megafósiles: *Hercoglossa* n. sp. (lám. II, figs. A-B), *Chlamys* aff. *C. patagonensis puntana* Ih., *Odontogryphaea rothi* Böhm. *Schizaster?*, briozoarios. —Microfósiles: Foraminíferos: *Guttulina problema* d'Orb., *Hanzawaia castellaroeae* (Bertels); *Gavelinella midwayensis* (Plummer); *Cibicides vulgaris* (Plummer); *Cibicides succedens* Brotzen, *Astacolus* sp. Ostrácodo: *Bythocypris* sp. aff. *B. triebeli* Bertels.

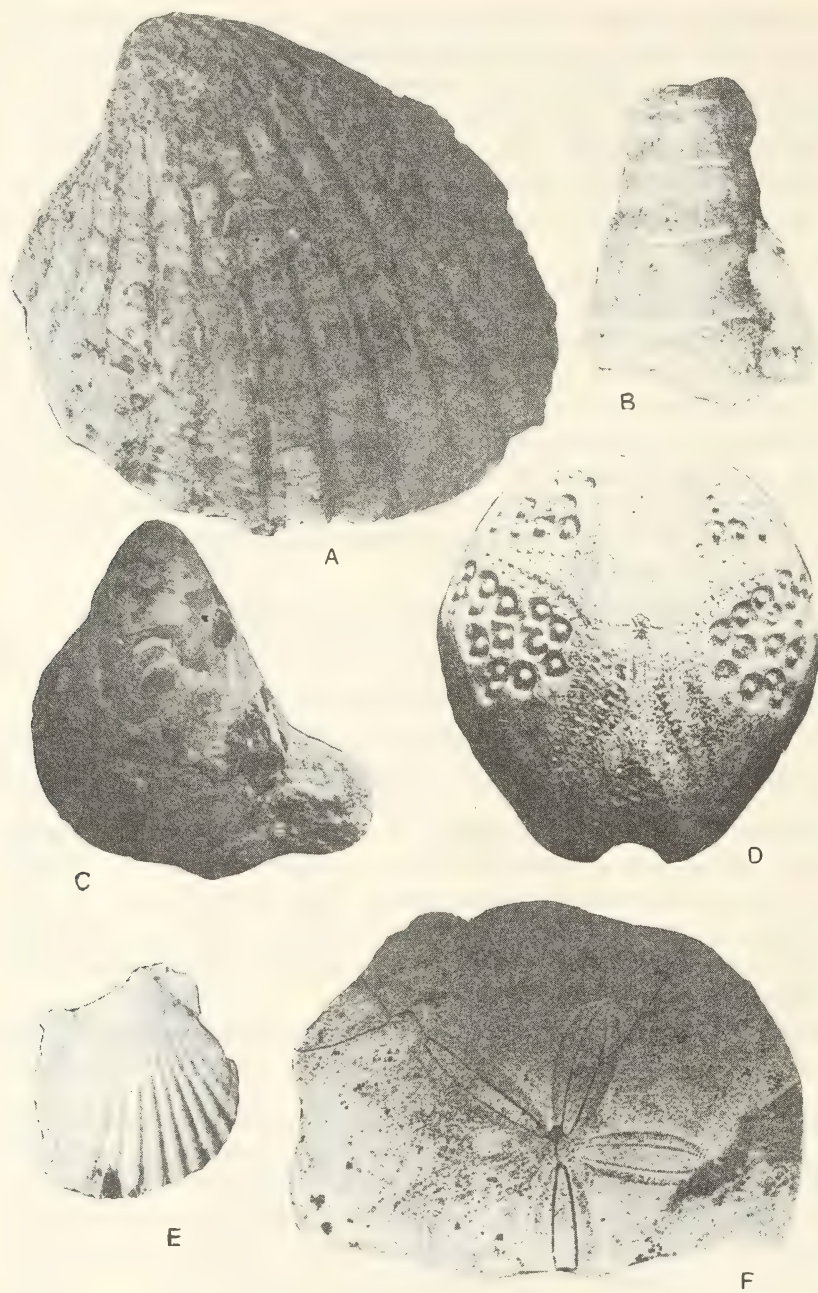
La edad daniana de estos sedimentos queda certificada no sólo por la microfauna asociada sino también por la presencia de *Hercoglossa* n. sp., nautiloideo de características muy similares a formas paleocenas de otras partes del mundo.

En el área del cerro Fuerte Argentino estos depósitos indican un ambiente de plataforma interna somera, intertidal a subtidal costanero debido a la conjunción de los siguientes factores:

- a) Presencia de oolitas y cemento predominantemente esparítico, que indican un ambiente de alta energía, aunque no la suficiente como para redondear los bioclastos o eliminar la micrita.
- b) Oolitas totalmente calcitizadas (alóctonas, probablemente redepositadas por corrientes marinas marginales), que indican un alto grado de diagénesis por la activa circulación de las aguas, lavado de aragonita por calcita, cementación con la consecuente disminución de la porosidad y un completo reemplazo de aragonita por calcita (Carozzi, 1983).
- c) Presencia de dolomita, en un porcentaje variable entre 15-20%, que evidencia cierto aporte (aunque escaso) de agua dulce.
- d) Ausencia de microfauna planctónica, que señala un ambiente de plataforma somera, litoral.
- e) Megafauna de moderada diversidad, habitante de aguas poco profundas.

Weber (1983) denominó Formación Arroyo Salado a los depósitos de calizas y arcillas arenosas que se hallan en las márgenes de dicho curso de agua y tentativamente, incluyó en la misma a otras calizas, desconectadas de las anteriores, aflorantes a lo largo de la costa desde el cerro Fuerte Argentino hasta el arroyo Salado.

Las calizas del arroyo Salado fueron observadas primeramente por Wichmann (1926) y sus fósiles ilustrados por dicho autor en 1927 la presencia de *Pterotrigonía* y otros fósiles muestran que



- Lamina I: A. *Venericardia (Venericor) austroplata* Gardner y Bowles, x1. Cerro Bandera, Eoceno superior. Ejemplar CPBA n° 16364. Valva izquierda, vista externa.
- B. "*Turritella*" *hauthali* Ih., x 1. Ea. Fuerte Argentino, Eoceno superior. Ejemplar CPBA n° 15866. Vista molde interno.
- C. *Odontogryphaea röthi* (Böhm), x1. Ea. Fuerte Argentino, Daniano. Ejemplar CPBA n° 15863. Valva inferior, vista externa.
- D. *Lovenia* sp., x2. Cerro Fuerte Argentino, Daniano. Ejemplar CPBA n° 15861. Vista aboral.
- E. "*Chlamys*" aff. *puntana* Ih., x2 1/2. Ea. Fuerte Argentino, Daniano. Ejemplar CPBA n° 15865. Valva izquierda, vista externa.
- F. *Iheringiella patagonensis* (Desor), x2. Cerro Fuerte Argentino, Eoceno superior. Ejemplar CPBA n° 15862. Vista aboral.



Lamina 2: A-B. *Hercoglossa* sp. nov., x1. Ea. Fuerte Argentino, Daniano. Ejemplar CPBA nº 15859. A= molde interno, vista lateral; B= vista sección transversal de la última vuelta conservada. Esta especie esta siendo descrita en otro trabajo.

ellas son maestrichtianas, mientras que las restantes calizas costeras contienen una típica fauna daniana y corresponden a la Formación El Fuerte.

Formación Gran Bajo del Gualicho. (Lizuaín y Sepúlveda, 1979; partim.)

Esta unidad estratigráfica fue propuesta para caracterizar una secuencia de sedimentos marinos subhorizontales integrada por fangolitas (arenosas, margosas y calcoarenosas), areniscas de grano fino a mediano, areniscas calcáreas y limoarcillosas, con abundante yeso, que aflora en numerosas localidades en los alrededores del Gran Bajo del Gualicho. Su espesor máximo varía entre 30 y 60 metros, yaciendo discordante sobre sedimentitas marinas danianas (Formación Arroyo Barbudo) o las Ectinitas. El Jagüelito (Sepúlveda, 1983) y estando cubierta, también en discordancia, por los depósitos miocenos de la Formación Río Negro o la Formación Puerta del Diablo.

Lizuaín (1983) señala que esta formación incluye a dos conjuntos diferentes, principalmente desde el punto de vista paleontológico, uno inferior conocido hasta ese momento como "Patagoniano" o "Estratos con *Monophoraster* y *Venericor*" (Camacho, 1974), atribuido al Eoceno, y otro superior o Formación Entre Ríos (Rizzolo, 1968), Mioceno. Dado que las similitudes litológicas entre ambos conjuntos impide en el campo efectuar su separación, lo que sólo es posible hacer en base al contenido paleontológico, se decidió incluirlos bajo un único nombre formacional de edad Eoceno-Mioceno.

En el área comprendida por el presente trabajo, los sedimentos atribuidos a esta unidad constituyen el cuerpo principal de los cuatro perfiles confeccionados, si bien se hallan mejor expuestos en los perfiles B y D. En el primero se midieron aproximadamente 79 m. de areniscas tobáceas que, en la parte basal están silicificadas. La coloración predominante es castaño. Se observan concreciones tubulares opalizadas, alguna estratificación entrecruzada, bioturbación y diversos niveles con briozoarios y moldes de moluscos y equinodermos, por lo general poco identificables. En la parte media, una arenisca tobácea proporcionó foraminíferos (*Elphidium*, *Spiroloculina*, *Cibicides*) y ostrácodos (*Wichmanella*); en la parte superior se halló *Iheringiella patagonensis* (Desor).

En el perfil D (Cerro Bandera) afloran unos 23 m. de areniscas tobáceas con abundante yeso que incluyen a un banco macizo (1,50 m. de espesor), tabular, con moldes yesificados de equinodermos, balánidos, bivalvos (*Ostrea*, *Amussium cossmanni* Ih., *Venericor*) y gastrópodos (*Antarctodarwinella iheringi* Camacho y Zinsmeister, "*Turritella*" *hauthali* Ih.). Seguidamente se halla otro banco tabular (0,50 m. de espesor), macizo, con yeso, bivalvos y gastrópodos pequeños. Se considera que esta sección del cerro Bandera corresponde a la parte superior del perfil Cerro Fuerte Argentino, debido a la semejanza litológica y paleontológica.

La base de la secuencia se observa en el perfil A, en contacto supuestamente erosivo sobre la Formación El Fuerte; su techo lo constituye la Formación Río Negro (perfil B); la que se apoya sobre una superficie igualmente erosiva.

Esta secuencia representaría a un ambiente marino somero, probablemente no mayor de 40 m. de profundidad, a juzgar por la microfauna identificada.

Las características litológicas y paleontológicas concuerdan muy bien con la sección inferior de la Formación Gran Bajo del Gualicho arriba mencionada y también, con las de la Formación Vaca Mahuida (Uliana, 1973; Uliana y Camacho, 1975), extendidas por las provincias de Río Negro y La Pampa.

La edad eocena de estos depósitos está dada por la presencia de *Venericor* y *Iheringiella patagonensis* (Desor). El primero es un fósil característico del Eoceno mundial, que en América del Sur se encuentra en sedimentos de esta edad a lo largo de la costa pacífica, desde Colombia hasta el sur chileno, integrando además la fauna de la Formación Río Turbio, de reconocida edad eocena. *Iheringiella patagonensis* (Desor) es uno de los fósiles más abundantes y característicos de la Formación San Julián donde se halla asociado a foraminíferos (Bertels, 1979) y dientes de seláceos eocenos (Cione, 1987).

Esta misma asociación también es conocida en la Formación Arroyo de las Pinturas (Franchi y Sepúlveda, 1983), aflorante al sur del Rincón del Arroyo Verde (Provincia de Río Negro), donde está cubierta por la Formación Sarmiento, a su vez coronada por un basalto de la Formación Somuncura cuya datación K/Ar arrojó 32 ± 1 m.a.

Formación Río Negro. (Andreis, 1965)

Se asignan a esta formación los depósitos culminantes de los perfiles A y B que se apoyan en discordancia erosiva sobre la Formación Gran Bajo del Gualicho. En la base de la formación, en el perfil B, se presenta un banco pelítico rosado, laminado; siguen 8.45 m. de areniscas de grano grueso a muy grueso, con marcada estratificación entrecruzada y rodados de hasta 5 cm. de diámetro. Asignamos estos depósitos al Mioceno superior, dada la íntima relación que, en la Península de Valdes, tiene la Formación Río Negro con la Formación Puerto Madryn, del Mioceno medio (del Río, 1989).

Depósitos cuaternarios

Son de muy escasa importancia en el área estudiada y están representados principalmente por la cubierta con rodados redepositados, de unos 2 m. de espesor, que corona al cerro Bandera y posiblemente, el conglomerado (0.50 m. de espesor) gris rojizo, con clastos entre 2 cm. y 6 cm., angulosos a subredondeados, con el que culmina el cerro Fuerte Argentino. Su matriz es arenosa fina, castaño clara, mal seleccionada y el cemento calcáreo, con rodados del bivalvo *Venericardia* cf. *cannada* Ih.

Depósitos duniformes se observan en El Pescadero, mientras que en la franja costera se hallan paleoacantilados areniscosos y cordones litorales con arena gruesa, rodados y conchillas.

Conclusiones

En el área del cerro Fuerte Argentino aflora una secuencia marina terciaria correspondiente a tres episodios transgresivos: Paleoceno inferior (Formación El Fuerte), Eoceno superior (Formación Gran Bajo del Gualicho) y Mioceno superior (Formación Río Negro). Dicho cuadro estratigráfico es similar al que se observa en la mayor parte de la provincia de Río Negro y muestra la presencia, en la región de importantes lapsos de erosión o al menos, de no depositación marina, particularmente durante el Oligoceno.

Agradecimientos

Los autores quedan muy agradecidos a: la Dra. E. Farinati y al Dr. E. M. Gelós (Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca) por la valiosa información proporcionada; y a la Prof. M. Longobucco (CIRGEO) por su eficaz ayuda en la elaboración de las ilustraciones.

En especial, expresamos nuestro reconocimiento a la Dra. A. Bertels y la Lic. G. Parma por la determinación de los micro-fósiles y equinodermos, respectivamente.

ANEXO

Descripciones paleontológicas

Phylum Mollusca Linné, 1758

Clase Bivalvia Linné, 1758

Orden Pterioidea Newell, 1965

Familia Pectinidae Rafinesque, 1815

Género *Chlamys* Röding, 1798

"*Chlamys*" aff. *puntana* (Ih)

Lám. I, fig. E

Myochlamys patagonensis d'Orbigny var. *puntana* Ihering, 1907. Les Moll. foss. etc., pág. 257.

Descripción

Valva izquierda pequeña, poco convexa, de contorno subtriangular redondeada; aurículas pequeñas con el borde dorsal formando una línea horizontal recta a la altura del umbón; las partes restantes se hallan muy incompletas pero, en uno de los ejemplares, la posterior es triangular y tiene la superficie recorrida por unas cinco líneas costuladas que terminan sobre un márgen recto y casi vertical. Superficie valvar recorrida por 16-17 costillas anchas, lisas, levemente convexas, separadas por interespacios relativamente anchos, planos, no ornamentados. Interior no visible.

Dimensiones (en mm.)

Ejemplar N° 15865: longitud = 20, altura = 24, espesor = 5. (col. CPBA)

Material examinado.

Dos valvas derechas y una izquierda (N° 15864 y 15865), en moldes precariamente conservados. (col. CPBA).

Nivel estratigráfico y edad

Perfil Estancia Fuerte Argentino (A), Formación El Fuerte, Daniano.

Observaciones

La especie "*Chlamys*" *puntana* Ih. (Holotipo N° 267 de la colección Ihering, Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", MACN) fue descrita como una variedad de *Chlamys patagonensis* d'Orb. (Entreterriense de la desembocadura del Río Negro), aunque Ihering (1907, pág. 106) reconoció que ambas formas mostraban diferencias. Los ejemplares de la colección Ihering son de Punta Nava en el Golfo de San Jorge, Patagoniano inferior (actualmente Formación San Julián) y concuerdan con los del fuerte Argentino en el tamaño y aspecto general, si bien algunas valvas muestran un surco medio en las costillas, mientras que otras son lisas o muestran costillitas secundarias.

Orden Ostreoida Waller, 1978

Suborden Ostreina Ferussac, 1822

Superfamilia Ostreacea Rafinesque, 1815

Género *Odontogryphaea* Ihering, 1903

Odontogryphaea rothi (Böhm)

Lám. I, fig. C

Gryphaea Rothi Böhm, 1903. Foss. General Roca, pág. 71.

G. rothi Böhm en Ihering, Les Moll. foss. etc. 1907, pág. 7 y 36, lám. I, fig. a-b.

Descripción

Valva izquierda de tamaño mediano, convexa, contorno subtriangular, inequilateral, expandida en el ángulo ventral posterior. Superficie lisa, algo irregular, con escasas líneas de crecimiento. Umbón mesógiro, bien destacado; área ligamentaria triangular, subumbonal.

Dimensiones (en mm.)

Valva izquierda (N° 15863): longitud = 55, altura = 40 = espesor = 24. (col. CPBA)

Material examinado

Una valva izquierda (Nº 15863 CPBA).

Nivel estratigráfico y edad

Nivel I, perfil Estancia Fuerte Argentino (A), Formación El Fuerte, Daniano.

Observaciones

Odontogryphaea rothi (Böhm) es una especie característica de la Formación Roca y la Formación Salamanca del Daniano patagónico.

Orden Veneroida H. Adams y A. Adams, 1856

Superfamilia Carditacea Fleming, 1820

Familia Carditidae Fleming, 1828

Género *Venericardia* Lamarck, 1801

Venericardia sp. cf. *Venericardia cannada* Ihering, 1907

Venericardia cannada Ihering 1907. Les Moll. foss. etc. pág. 287, lám. X, fig. 71 a-b.

Descripción

Valva derecha pequeña, subtriangular; borde dorsal anterior cóncavo, el posterior algo más largo y recto; borde ventral convexo; extremidad anterior subtruncada, la posterior redondeada. Superficie con 16 costillas radiales casi planas, separadas por interespacios profundos y lisos.

Dimensiones (en mm.)

Ejemplar Nº 15875 CPBA: longitud = 10, altura = 9.

Material examinado

Molde interno de una valva derecha.

Nivel estratigráfico y edad

Perfil Cerro Fuerte Argentino (B), hallado rodado en depósitos cuaternarios.

Observaciones

Los ejemplares de esta especie existentes en la colección Ihering (MACN) provienen de localidades diversas sobre la costa atlántica, asignadas por dicho autor tanto al Patagoniano inferior como superior. El molde a nuestra disposición tiene cierta similitud con la especie patagónica tanto en el tamaño como en otros caracteres, pero es demasiado fragmentario como para permitir una determinación exacta.

Subgénero *Venericor* Stewart, 1930

Venericardia (*Venericor*) *austroplata* Gardner y Bowles

Lám. I, fig. A.

Venericardia (*Venericor*) *austroplata* Gardner y Bowles 1939. The *Venericardia* planicosta Group in the Gulf Coast. Pág. 188, plate 42, fig. 11-12.

Descripción

Valva izquierda de tamaño mediano, casi tan alta como larga, con la superficie recorrida por 18 costillas anchas y aplanadas separadas por interespacios angostos de bordes y fondo aplanado. Interior con charnela típica del subgénero.

Dimensiones (en mm.)

Ejemplar N° 16364 CPBA: long. = 93, altura = 90.

Material examinado

Una valva izquierda (N° 16364 CPBA) yesificada.

Nivel estratigráfico y edad.

Perfil Cerro Bandera (C), niveles superiores de la Formación Gran Bajo del Gualicho (partim.), Eoceno superior.

Observaciones

V. (V). austroplata Gardner y Bowles es una especie muy frecuente en la secuencia del Eoceno superior aflorante desde el Golfo de San Jorge hacia el norte, incluyendo el Gran Bajo del Gualicho (Provincia de Río Negro). Frecuentemente, esta especie se encuentra asociada a "*Turritella*" *hauthali* Ih., *Antarctodarwinella iheringi* Camacho y Zinsmeister e *Iheringiella patagonensis* (Desor), las que igualmente se hallan presentes en estos perfiles.

Clase Gastropoda Cuvier, 1797

Orden Mesogastropoda Thiele, 1927

Familia Struthiolariidae Marwick, 1924

Subfamilia Struthilarellinae Zinsmeister y Camacho, 1980

Género *Antarctodarwinella* Zinsmeister, 1976

Antarctodarwinella iheringi Camacho y Zinsmeister 1989 VI° Cong. Arg. Paleont. y Bioestr. (Mendoza, 1986), Actas: 4: 101, lám. I, fig. 1 y 2.

Se dispone de un molde interno mostrando la espira y una fracción de la última vuelta, cuyas características coinciden perfectamente con esta especie.

Nivel estratigráfico y edad

Nivel F, perfil Cerro Bandera, Formación Gran Bajo del Gualicho (partim.), Eoceno superior.

Orden Cenogastropoda Thiele, 1927

Familia Turritellidae Woodward, 1815

Género *Turritella* Lamarck, 1799

"*Turritella*" *hauthali* Ihering, 1907

Lám. I, fig. B.

Turritella hauthali Ihering, 1907. Les Moll. foss. etc. Pág. 163, lám. V, fig. 22.

Se dispone de dos trozos incompletos (N° 15866 y 5867, col. CPBA) silicificados conteniendo la parte juvenil de la espira.

Nivel estratigráfico y edad

Nivel 2, perfil Estancia Fuerte Argentino, Formación Gran Bajo del Gualicho (partim.), Eoceno superior.

Phylum Echinodermata De Bruguere, 1791

Clase Echinoidea Leske, 1778

Orden Spatangoidea Claus, 1876

Familia Loveniidae Lambert, 1905

Género *Lovenia* Desor, 1847

Lovenia sp.

Lám. I, fig. D.

Descripción

Ambulacros: Ambulacro anterior expandiéndose hacia el ámbito. Pétalos pares expandiéndose hacia zonas periféricas que convergen hacia el ámbito cerrado distalmente. Los pétalos anteriores están separados por un ángulo de aproximadamente 140° y tienen una longitud igual a 40% de la longitud total (L). Los pétalos posteriores están separados por un ángulo de aproximadamente 30° y tienen una longitud igual a 43% L.

Peristoma: anterior, localizado a una distancia del margen anterior igual a 27,2% L.

Periprocto: localizado en una indentación poco profunda sobre la superficie posterior truncada.

Fascíolas: se observan restos de fasciola interna solamente.

Tubérculos: grandes, con aureolas hundidas; se hallan presentes en todos los interambulacros, a excepción del posterior.

Caparazón: moderado, elongado y deprimido. Ambito anterior redondeado, cortado por una escotadura frontal poco profunda; ámbito posterior afilándose hacia el ano. Superficie oral aplanada; superficie aboral poco abultada.

Dimensiones (en mm.)

Long. (L) = 44, ancho = 95,4% L, altura = 34% L.

Material examinado

Un ejemplar (N° 15861 CPBA) parcialmente preservado.

Nivel estratigráfico y edad

Perfil Fuerte Argentino, Formación El Fuerte, Daniano. Ejemplar no hallado *in situ*.

Observaciones

Lovenia es un género cosmopolita, con rango Eoceno-Reciente, que se cita por primera vez para Argentina. El ejemplar descrito fue hallado en el derrubio y posiblemente provenga de la Formación El Fuerte.

Orden Clypeasteroidea A. Agassiz, 1873

Familia Monophorasteridae Lahille, 1896

Género *Iheringiella* Berg, 1898

Iheringiella patagonensis (Desor)

Lám. I, fig. F.

Scutella patagonensis Desor 1847, Sur quelques oursins fossiles de la Patagonie, Bull. Soc. Geol. France (2), IV: 282.

Iheringiana patagonensis (Desor) en Bernasconi 1959 Physis XXI: 153, Lám. III, fig. 1,2; Lám. V, fig. 5.

Iheringiella patagonensis (Desor) en Durham 1955, Classif. Clypeastr. Echinoids, pág. 171, fig. 2d. 29f.

Descripción

Caparazón de tamaño mediano, fragmentado, contorno circular, ápice subcentral anterior largo y elevado con respecto a los bordes.

Cara oral: plana, periprocto inframarginal; surcos ambulacrales después de un corto trecho desde la boca se bifurcan en dos ramas ligeramente onduladas separadas por un ángulo de aproximadamente 30°.

Cara aboral: placas interambulacrales no visibles debido al desgaste del caparazón; ambulacros petaloides que se ensanchan rápidamente para luego volverse a aproximar con una longitud de 2/3 del radio del caparazón. Zona apical mal conservada.

Dimensiones (en mm.)

Diámetro = 72, espesor = 10.

Material examinado

Un ejemplar (N° 15862 CPBA) incompleto.

Nivel estratigráfico y edad

Perfil Cerro Fuerte Argentino, niveles medios de la Formación Gran Bajo del Gualicho (partim.), Eoceno superior.

Observaciones

Iheringiella patagonensis (Desor) es una de las formas más comunes y características de la Formación San Julián y también se halla presente en los depósitos con *Venericor* en otras localidades patagónicas.

BIBLIOGRAFIA

- R. R. ANDREIS, Petrografía y paleocorrientes de la Formación Río Negro. Rev. Mus. La Plata, V (1965) 245-315.
- A. BERTELS, Estratigrafía y micropaleontología de la Formación San Julián en su área tipo, prov. de Santa Cruz. Ameghiniana 14 (1979) 233-293.
- H. H. CAMACHO, Bioestratigrafía de las formaciones marinas del Eoceno y Oligoceno de la Patagonia. Acad. Nac. Cs. Ex., Fis. y Nat., An. 26 (1974) 67-73.

- H. H. CAMACHO y J. A. FERNANDEZ, La transgresión patagónica en la costa atlántica entre Comodoro Rivadavia y el curso inferior del río Chubut. Rev. Asoc. Geol. Arg. XI, 1 (1965) 23-45.
- A. CAROZZI, Modelos deposicionales carbonáticos. Asoc. Geol. Arg. Serie B (11) I-II (1983) 1-105.
- A. CIONE, Los peces de las formaciones marinas del Cenozoico de Patagonia. T. Doc. Univ. Nac. La Plata. Nº 501 (1 y 2) (1987).
- C. DEL RIO, Bioestratigrafía y paleontología de los bivalvos y gastrópodos de la Formación Puerto Madryn (Mioceno mediomarino) etc. T. Doc. UBA.
- J. W. DURHAM, Clasificación of Clypeasteroid Echinoids. Univ. California. I. Geol. Soc. 31.4 (1955) 73-198.
- E. FERUGLIO, Paleontographia Patagónica. Memorie Ist. Geol. R. Univ. Padova, XI (1936).
- E. FERUGLIO, Descripción geológica de la Patagonia. Dir. Gen. YPF, I (1949).
- F. FIDALGO y N. E. PORRO, Descripción geológica de la hoja 39 J San Antonio Oeste, Serv. Geol. Nac. Inéd. (1980).
- M. R. FRANCHI, F. E. NULLO, E. G. SEPULVEDA y M. A. ULIANA, Las sedimentitas terciarias. IX Cong. Arg. Geol. (Bariloche), Relatorio I, 9 (1984) 215-266.
- M. R. FRANCHI y E. G. SEPULVEDA, Descripción geológica de la Hoja 41 H. Cona Niyeu. Prov. Río Negro. Serv. Geol. Nac., Inéd. (1983).
- J. FRENGUELLI, Nomenclatura estratigráfica patagónica. An. Soc. Cient. Sta. Fé III (1931) 1-115.
- J. GARDNER y E. BOWLES, The Venericardia planicosta group in the Gulf Province. U. S. Geol. Survey. Prof. Paper 185 F (1939) 143-215.
- E. GONZALEZ DIAZ y E. MALAGNINO, Geomorfología de la provincia de Río Negro. IX Cong. Geol. Arg. (Bariloche), Relatorio (1984) 132-149.
- F. GROEBER, El Doctor Richard Wichmann y su obra científica. Physis X (1931) 267-278.
- J. P. H. KAASSCHIETER, Geology of the Colorado Basin. The Tulsa Geol. Soc. Digest 31 (1963) 177-187.
- J. P. H. KAASSCHIETER, Geología de la cuenca del Colorado. II Jorn. Geol. Arg. III (1965) 251-269.
- A. LIZUAIN, Descripción Geológica de la Hoja 38 J Salinas del Gualicho. Prov. de Río Negro. Serv. Geol. Nac. Bol. 195 (1983) 1-48.
- A. LIZUAIN y E. SEPULVEDA, Geología del Gran Bajo del Gualicho (Prov. de Río Negro). VII Cong. Geol. Arg. (Neuquén), Actas I (1979) 407-422.
- V. A. REICHLER, Bioestratigrafía de los sedimentos terciarios marinos aflorantes en el área del cerro Fuerte Argentino. Prov. de Río Negro. Tr. Final Lic., UBA, (1989) Inéd.
- R. J. RIZZOLO, Contribución a la estratigrafía de la parte oriental del Gran Bajo Gualicho. Prov. de Río Negro. Tr. Final Lic., UBA, (1968) Inéd.
- M. F. RODRIGUEZ, Bioestratigrafía de los sedimentos terciarios aflorantes en la región de Sierra Grande. Prov. de Río Negro. Tr. Final Lic., UBA, (1990) Inéd.
- E. G. SEPULVEDA, Descripción geológica de la Hoja 38 J Gran Bajo del Gualicho, Prov. de Río Negro. Serv. Geol. Nac. Bol. 194 (1983) 1-61.
- Shell production Company of Argentina Ltd., Algunas observaciones a lo largo del borde septentrional del escudo patagónico. I Jorn. Geol. Arg., Anales II (1962) 323-335.
- M. A. ULIANA, Geología de la región comprendida entre los ríos Colorado y Negro. Tesis Doc. La Plata (1973). Inéd.
- M. A. ULIANA y H. H. CAMACHO, Estratigrafía y paleontología de la Formación Vaca Mahuida (Prov. de Río Negro). I Cong. Arg. Paleont. y Bioestrat., Actas II (1975) 357-376.
- E. WEBER, Descripción geológica de la Hoja 40 J Cerro El Fuerte. Prov. de Río Negro. Serv. Geol. Nac. Bol. 196 (1983) 31-96.

- R. WICHMANN. Observaciones geológicas en la parte central y oriental del Territorio de Río Negro. Direcc. Minas y Geol. Inf. Inéd. Nº 39 (1926).
- R. WICHMANN, Sobre la facie lacustre senoniana de los estratos con Dinosaurios y su fauna. Bol. Acad. Nac. Cienc., Córdoba XXX (1927) 383-405.
- J. J. ZAMBRANO. Comarca de la cuenca cretácica. Geol. Reg. Arg., Acad. Nac. Cs. Córdoba II (1980) 1063-1070.

FURTHER REMARKS CONCERNING THE HARTREE-FOCK ENERGIES OF N-ELECTRON ATOMIC SYSTEMS

Eduardo A. Castro

*Programa QUINOR, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP, Calle 47 y 115, C. C. 962, 1900 La Plata,
Argentina*

and Marek Fraczak

*The Fundamental Chemistry Institute, Technical University of Szczecin, Al. Piastow 42, 71-065 Szczecin,
Poland*

ABSTRACT

A second-order recurrence relation for the nonrelativistic atomic binding energies is extended. Numerical data shows a very good accuracy degree regarding Hartree-Fock data.

RESUMEN

Se extiende una relación de recurrencia de segundo orden para calcular energías atómicas de unión no-relativistas. Los resultados obtenidos muestran un muy buen grado de precisión respecto de los datos Hartree-Fock.

INTRODUCTION

The Z^{-1} perturbation expansion provides a very useful framework for the study of the changes of some atomic expectation values along an isoelectronic series /1/. Within this approach the non-relativistic atomic binding energy is given by /2-8/.

$$E(Z, N) = \sum_{j=0}^{\infty} C_j(N) Z^{-j} \quad (1)$$

where N is the number of electrons and Z is the nuclear charge.

The expansion coefficients $C_j(N)$ are, in general, not known except for $C_0(N)$ which is the zero-order energy corresponding to a system of N noninteracting electrons around a nucleus of unit atomic charge. The direct calculation of $C_j(N)$ for $j > 1$ is a nontrivial problem and its complexity rapidly increases with the number of electrons and with the order of the coefficient /9-11/. However, some higher order coefficients have been calculated for some atomic systems /1,4,5,9-13/ although they are certainly not sufficient to allow a detailed study.

On spite of these drawbacks, several attempts have been made to surmount these difficulties to get energy formulas with accuracy enough to be taken as the reliable basis for the subsequent considerations.

A way to obtain accurate energy formulas is resort to recurrence relations for non-relativistic binding energies of a neutral atom and isoelectronic ions /14-23/. The constancy of second differences in electronic energies has attracted considerable interest and led to a parameter-free energy formula provided the total energies of two adjacent members in a given isoelectronic series are known /14-22/.

The purpose of this paper is to re-examine the recurrence relationships based on the constancy of second differences in electronic energies in order to generalize their applications and to increase the exactitude of the resulting formulas.

RECURRENCE RELATIONS FOR TOTAL ELECTRONIC ENERGIES WITHIN ATOMIC ISOELECTRONIC SERIES

Several years ago, it was shown that the second differences in the Hartree-Fock SCF energies of atomic systems remain constant within a given isoelectronic series /22/. In addition, a regular increment of 0.25 a.u. in such differences per unit increase in N was also noted.

The finite difference counterpart of the second derivative d^2E/dZ^2 is defined as

$$D^2(Z,N) = E(Z+2,N) - 2 E(Z+1,N) + E(Z,N) \quad (2)$$

The constancy of $D^2(Z,N)$ can be accounted for from Linderberg's perturbation treatment of the Hartree-Fock equations /22,24/ and moreover it was shown that within an isoelectronic series the systematic behaviour of second differences is a direct consequence of the regular variation of $\langle 1/r_1 \rangle$ noted earlier /25,26/.

In a recent paper, one of us (M.F) /14/ got the convergence condition.

$$D^2(Z,N) \longrightarrow Y(N) \quad (3)$$

where

$$Y(N) = - (6 + N)/4 \quad (4)$$

for $Z > Z_0(N)$, where $Z_0(N)$ is a sufficiently large Z limit value. Under this condition, Eq.(2) can be written as

$$E(Z+2,N) - 2 E(Z+1,N) + E(Z,N) = - (6 + N)/4 \quad (5)$$

Therefore, $E(Z,N)$ can be determined by the recurrence procedure related to an arithmetical sequence starting from two adjacent members in a given isoelectronic series, provided that $Z > Z_0$. It was shown that energy expression (5) is extremely accurate as its error does not exceed several parts per million (see Table 3 in Ref. 14).

However, the restriction $Z > Z_0$ limits the applicability of Eq. (5) and besides the absolute error increases for the higher N-series. This property finds its direct explanation in the slower convergence condition (3).

But it is possible to consider this subject the other way around. In fact, Eq. (5) is equally valid for any Z, i.e. $Z > Z_0$ and $Z < Z_0$. Moreover, Eq (5) is an exact representation of the high Z asymptotical behaviour of the Hartree-Fock energies /14/. As a consequence, the first and the

second order perturbation expansion coefficients are explicitly expressed in terms of well defined physical quantities.

In Table 1 the values for the $N = 2$ isoelectronic series are displayed. The recurrence relation is Eq. (6)

$$E(Z,N) = 2 E(Z+1,N) - E(Z+2,N) - (6 + N)/4 \quad (6)$$

and the starting energy values are $E(2,35)$ and $E(2,36)$. It is seen that energy values determined from the recurrence relation is extremely accurate for any Z . Similar quality data are obtained for the remaining isoelectronic series.

Complete results are available upon request to one of the authors (EAC).

CONCLUDING REMARKS

The comparison of results from Table 1 of this work and Table 3 of Ref. 14 shows a similar agreement between Hartree-Fock and recurrence relationship data. However, present results are extended for any Z with the same accuracy degree, while previous ones are restricted to $Z > Z_0$.

The validity of the convergence condition (3) together with the limiting behaviour of coefficients $C_0(N)$, $C_1(N)$ discussed previously by one of us (MF) /14/, makes up the basis for resorting to Eq. (6) to calculate energy values of the whole isoelectronic series.

Thus, recurrence relationships to express total nonrelativistic energies of atomic systems by using the relation

$$D^2(Z,N) = Y(N) \quad (7)$$

are generalized leading to quite precise results.

Table 1 - Comparison of the binding energies in atomic units predicted from Eq (6) with the actual Hartree-Fock data for the $N = 2$ isoelectronic series.

Z	- E(HF)	-E(Eq.(6))
2	2.861678	2.861000
3	7.236412	7.236000
4	13.61130	13.61100
5	21.98623	21.98600
6	32.36119	32.36100
7	44.73616	44.73600
8	59.11114	59.11100
9	75.48612	75.48600
10	93.86111	93.86100
11	114.2361	114.2360
12	136.6111	136.6110
13	160.9861	160.9860
14	187.3611	187.3610
15	215.7361	215.7360
16	246.1111	246.1110
17	278.4861	278.4860
18	312.8611	312.8610
19	349.2361	349.2360

20	387.6111	387.6110
21	427.9861	427.9860
22	470.3611	470.3610
23	514.7361	514.7360
24	561.1111	561.1110
25	609.4860	609.4860
26	659.8610	659.8610
27	712.2360	712.2360
28	766.6110	766.6110
29	822.9860	822.9860
30	881.3610	881.3610
31	941.7360	941.7360
32	1004.111	1004.111
33	1068.486	1068.486
34	1134.861	1134.861
35	1203.236	(1203.236)
36	1273.611	(1273.611)

REFERENCES

1. Y. TAL and L. J. BARTOLOTTI, *J. Chem. Phys.* 76 (1982) 4056.
2. E. A. HYLLERAAS, *Z. Phys.* 62 (1930) 209.
3. E. A. HYLLERAAS and J. MIDTAL, *Phys. Rev.* 103 (1956) 829.
4. D. LAYZER, *Ann. Phys.* 8 (1959) 271.
5. D. LAYZER, Z. HORAK, M. N. LEWIS, and D. P. THOMPSON, *Ann. Phys.* 29 (1964) 101.
6. C. W. SCHERR and R. E. KNIGHT, *Rev. Mod. Phys.* 35 (1963) 436.
7. C. S. SHARMA, *Proc. Phys. Soc.* 80 (1962) 839.
8. J. N. SILVERMAN, *Phys. Rev. A* 23 (1981) 441.
9. J. MIDTAL, *Phys. Rev.* 138 (1965) 1010.
10. R. E. KNIGHT, *Phys. Rev.* 183 (1969) 45.
11. R. SNYDER, *J. Phys. B* 5 (1972) 147.
12. H. SHULL and P. O. LÖWDIN, *J. Chem. Phys.* 25 (1956) 1035.
13. E. A. GODFREYSEN, *Astrophys. J.* 145 (1966) 308.
14. M. FRACZAK, *MATCH*, 24 (1989) 73.
15. E. A. CASTRO and F. M. FERNANDEZ, *J. Chem. Phys.* 76 (1982) 1177.
16. G. P. LAWES, N. H. March and M. S. Yusaf, *Phys. Lett. A* 67 (1978) 342.
17. C. S. LAI, *Can. J. Phys.* 57 (1979) 1884.
18. G. I. PLINDOV and S. K. POGREBNYA, *J. Phys. B* 13 (1980) L281.
19. M. LEVY and Y. TAL, *J. Chem. Phys.* 73 (1980) 5168.
20. K. D. SEN, *J. Phys. B* 14 (1981) L759.
21. G. L. ESTIU, E. A. CASTRO and F. M. FERNANDEZ, *Z. Phys. Chemie, Leipzig* 265 (1984) 3, S.603.
22. E. A. CASTRO, F. M. FERNANDEZ and J. MARAÑÓN, *J. Phys. B* 14 (1981) L477.
23. T. SHIBUYA, *Phys. Lett. A* 71 (1979) 39.
24. J. LINDERBERG, *Phys. Rev.* 121 (1961) 816.
25. R. J. BOYD, *J. Phys. B* 11 (1978) L655.
26. M. COHEN, *J. Phys. B* 12 (1979) L219.
27. S. FRAGA, J. KARKOWSKI and K. M. S. SAXENA, *Handbook of Atomic Data*, Elsevier, Amsterdam, 1976.

INFLUENCIA DEL DISEÑO INSTRUMENTAL SOBRE LA RESPUESTA LUMINISCENTE

L. O. García Vior y J. F. Possidoni de Albinati

Laboratorios de Análisis de Trazas - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires

ABSTRACT

Some commercial instruments have a built-in device in order to automatically correct the excitation spectra. The device, generally consists of a quantum counter and a reference photomultiplier tube.

This ratioing system requires a decrease of the sensitivity of the sample detector when opening the excitation slit.

In this paper the relationship existing between the excitation bandwidth and the luminescent reponse was demonstrated.

The influence of this instrumental variable on sensitivity and precision were determined and the importance of the spectral characteristics of the analyte was shown.

RESUMEN

Algunos espectrómetros de luminiscencia comerciales llevan incorporado un dispositivo que les permite corregir, automáticamente, el espectro de excitación del analito.

Ese dispositivo generalmente consiste en un contador cuántico y un tubo fotomultiplicador de referencia.

Este sistema produce una disminución en la sensibilidad del detector cuando se ensancha la ranura de excitación.

En este trabajo se demuestra la relación existente entre la intensidad de la respuesta luminiscente y el ancho de banda de excitación.

Se evalúa también la influencia de esta variable sobre la sensibilidad y la precisión de los valores obtenidos probándose que de la estructura espectral del analito depende la magnitud del efecto de la variable considerada.

INTRODUCCION

La intensidad de la señal fluorescente y, por lo tanto, los espectros obtenidos con los primeros modelos de espectrómetros de luminiscencia depende de la potencia de la fuente y de la sensibilidad del detector, y estos dos factores también dependen de la longitud de onda¹.

Más tarde, se diseñaron instrumentos que permitieron la obtención de espectros corregidos de modo automático como lo muestran Parker² y Moss³.

Actualmente algunos espectrómetros comerciales corrigen los espectros de excitación mediante un dispositivo que dirige una fracción del haz colimado sobre un detector de referencia.^{4,5} Christmann et al.⁶ informan que trabajando con este tipo de instrumentos, "las pequeñas dimensiones elegidas para las ranuras son necesarias para mantener un alto grado de colimación del haz, aunque esto limita severamente la sensibilidad del instrumento".

Posteriormente, operando con un espectrómetro de luminiscencia Perkin-Elmer LD-5 nos mostró⁷ que al estrechar la ranura de excitación no sólo se lograba una mejor resolución de los espectros sino que además se obtenía una respuesta mucho más intensa.

Casi simultáneamente y empleando el mismo tipo de espectrómetro, Scharf et al.⁸ observaron efectos similares y simplemente los explicaron como debidos a "características únicas del LS-5".

En este trabajo se analiza la influencia del diseño del espectrómetro empleado sobre las características y la magnitud de la respuesta que se registra. Este análisis es de significativa importancia puesto que ese efecto está estrechamente vinculado con la estructura del espectro del analito.

Aparatos y Reactivos

Se empleó un espectrómetro de luminiscencia Perkin-Elmer LS-5, provisto de un tubo fotomultiplicador Hamamatsu R928, que produce espectros de excitación automáticamente corregidos por medio de un contador cuántico de Rodamina 101.

También se utilizó, con fines comparativos, un espectrofluorímetro Farrand, modelo MK1, que produce espectros de excitación y emisión aparentes.

Las soluciones empleadas fueron preparadas con drogas p.a. y solventes que se controlaron fluoroscimétricamente.

RESULTADOS Y DISCUSION

Como se sabe, la intensidad de la fluorescencia (I_f) de una dada especie de luminiscente es proporcional a:

1. la intensidad de la fuente de excitación (P°).
2. la eficiencia cuántica del analito (ϕ).
3. la sensibilidad del detector (S_d).
4. el factor instrumentales (Ω).

y teniendo en cuenta que si la absorbancia es suficientemente baja, también es proporcional a:

5. la absorptividad de la especie fluorescente (a).
6. el paso óptico (b).
7. la concentración del analito (c).

Además, como el número de fotones que pasan a través de la celda es proporcional al área de la "función de la ranura de excitación" (triángulo ABC de la Figura 1), cuando la difracción es despreciable y por consideraciones geométricas se tiene:

$$\triangle ABC \propto P^\circ \quad (1)$$

entonces:

$$\triangle ABC = \frac{\text{DEFG}}{\text{BO.DG}} \quad (2)$$

$$\overline{BO} = h$$

$\overline{DG} - \overline{MN}$ - ancho de banda espectral de la ranura de excitación (Sex), y

$$h = \{(\text{Sex})^2 [(\text{Sen } 1/2 \text{ ABC})^2 - 1]\}^{1/2} \quad (3)$$

combinando (1) y (3), resulta:

$$P^\circ \propto (\text{Sex})^2 \quad (4)$$

y por consiguiente:

$$I_f \propto (\text{Sex})^2 \quad (5)$$

Por análogos razones se relaciona con el ancho de banda espectral de la ranura de emisión (Sem):

$$I_f \propto (\text{Sem})^2 \quad (6)$$

lo que conduce a la expresión mencionada por André⁸:

$$I_f \propto (\text{Sex})^2 \cdot (\text{Sem})^2 \quad (7)$$

En la figura 2 se verifica la ecuación (7) cuando el instrumento usado no produce espectros automáticamente corregidos. Este no es el caso, en cambio, cuando se emplean equipos como el LS-5, para los cuales no es válida la ecuación (5) y obviamente la (7) como se demuestra con la Figura 3.

Efectivamente; con el propósito de obtener espectros de excitación corregidos (es decir que sean independientes de las variaciones de P° con la longitud de onda), la respuesta del detector se procesa electrónicamente de modo tal que se cumpla la condición:

$$P^\circ \cdot S_d = \text{constante} \quad (8)$$

Obviamente, el número de fotones que llegan a la celda aumentará si: a) la intensidad de la fuente aumenta o b) si lo hace el ancho de la ranura de excitación, por lo que en ambos casos, para que se cumpla (8) deberá disminuir S_d .

Teniendo en cuenta que ϕ es una función de λ , conviene verificar el efecto de la magnitud de Sex sobre la señal luminiscente de dos tipos de analitos:

- los que poseen bandas de excitación anchas (con ϕ prácticamente constante en el ámbito de λ que cubre el Sex máximo).
- aquéllos que presentan picos de excitación notablemente angostos y hasta menores que el Sex mínimo (ϕ varía abruptamente con λ).

En el primer caso I_f será prácticamente independiente de Sex pero en el segundo, el ensanchamiento de Sex hará disminuir dramáticamente la respuesta luminiscente.

Para ensayar la validez de la ecuación (8) y sus consecuencias prácticas (comparadas con aquéllas de la ecuación (6), se usó una solución de sulfato de quinina debido a que este analito exhibe una banda de excitación ancha y poco estructurada. Entonces si:

$$S^\circ = \text{Sex} = \text{Sem} = 2,5\text{nm},$$

$$I_f^\circ = I_f \text{ cuando } \text{Sex} = \text{Sem} = S^\circ$$

$(If)_{em}$ = valores de If cuando $Sex = 2,5nm$ y Sem es la variable independiente.

$(If)_{ex}$ = valores de If cuando $Sem = 2,5nm$ y Sex es la variable independiente.

$I_{em} = (If)_{em} \cdot (If^{\circ})^{-1}$

$I_{ex} = (If)_{ex} \cdot (If^{\circ})^{-1}$

$R_{em} = (Sem)^2 \cdot (s^{\circ})^{-2}$

$R_{ex} = (Sex)^2 \cdot (s^{\circ})^{-2}$

cuando se representa I_{em} vs. R_{em} se debería obtener una función lineal, con pendiente prácticamente unitaria, de acuerdo con la ecuación (6). Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 4, curva I, lo que prueba la validez de la ecuación mencionada cuando se analizan los espectros de emisión, que el aparato empleado no corrige.

Por el contrario, si I_{ex} se representa en función de R_{ex} , debería obtenerse, de acuerdo con la ecuación (8) una función también lineal, pero en este caso con pendiente nula y los resultados de la curva II de la Figura 4 confirman esa ecuación.

Las figuras 5 y 6 muestran la importancia de la estructura de los espectros de excitación sobre la influencia de Sex . Cuando el espectro de excitación del analito exhibe bandas angostas, como los picos vibrónicos del benzo (a) pireno (BAP) en ciclohexano, el ensanchamiento de Sex afecta fuertemente la respuesta luminiscente tanto cuali como cuantitativamente.

En el caso de la quinina, estas distorsiones son mucho menos importantes (figura 5).

Pese a las instrucciones usuales, cuando se trabaja con espectrómetros del tipo del LS-5, es conveniente emplear la ranura de excitación más estrecha, para aumentar la sensibilidad.

En la Tabla I se muestran algunos de los resultados obtenidos cuando se midieron soluciones de quinina y de BAP, tanto cuando se aplica la técnica convencional (CL) como cuando se emplea la espectrometría de luminiscencia sincrónica (ELS)⁽¹⁰⁾. En el caso de las soluciones de BAP los $\Delta \lambda$ usados han sido determinados de acuerdo con ⁽¹¹⁾.

Obviamente, para sustancias con angostos picos de excitación, la magnitud del efecto negativo que produce el ensanchamiento de Sex puede ser controlada en parte mediante una cuidadosa elección de la longitud de onda de excitación y, cuando se emplea ELS, el $\Delta \lambda$ elegido determina el decrecimiento que se observa en la If .

Finalmente, en la Tabla II se muestran los valores obtenidos al medir (diez veces en cada caso), soluciones de quinina, operando con las ranuras máxima y mínima provistas por el espectrómetro. Estos resultados muestran que aún cuando se trata de analitos que poseen anchas bandas de excitación, lo que implica una menor influencia de Sex sobre If , no disminuye la precisión cuando se trabaja con menores Sex .

En conclusión, cuando el espectrómetro de luminiscencia posee un dispositivo incorporado para corregir automáticamente los espectros de excitación, el estrechamiento de la ranura de excitación produce mayor sensibilidad y precisión en las medidas de If , siendo esto especialmente importante en los casos de analitos que presentan espectros de excitación caracterizados por estrechas bandas como es el caso de los complejos de algunas tierras raras (debido a las transiciones de sus electrones 4f) o el de los de los hidrocarburos aromáticos polinucleares (por la débil interacción soluto-solvente).

TABLA I: Importancia de las características espectrales y la técnica empleada, sobre la influencia de Sex cuando Sem = 2,5nm

Analito	Sex (nm)	Luminiscencia Convencional				Luminiscencia Sincrónica		
		λ_{ex} (nm)	λ_{em} (nm)	If ⁽¹⁾ u.a.	$\Delta If^{(4)}$ %	$\Delta \lambda$ (nm)	If ⁽²⁾ u.a.	$\Delta If^{(4)}$ %
BAP 2.0.10 ⁻⁸ M en C ₆ H ₁₂	2,5	296	403	67,3	—	107 ⁽³⁾	63,7	—
	15	296	403	22,3	-67	107 ⁽³⁾	21,5	-66
		287	403	30,9	-54	116 ⁽³⁾	29,4	-54
		259	403	34,0	-45	144 ⁽³⁾	33,5	-47
Quinina 1mg/L H ₂ SO ₄ 1N	2,5	350	450	77,8	—	100	77,0	—
	15	350	450	50,5	-35	100	50,1	-36

(1) valores estáticos (λ_{ex} y λ_{em} constantes)

(2) valores registrados a 30nm/min

(3) $\Delta \lambda$ entre el máximo de excitación real y el de emisión aparente (Figura 4)

(4) $\Delta If\% = [If(\text{Sex} = 2,5\text{nm}) - If(\text{Sex} = 15\text{nm})]100. [If(\text{Sex} = 2,5\text{nm})]^{-1}$.

TABLA II: Influencia de Sex sobre la precisión

Muestra (1)	Sex (nm)	λ_{ex} (nm)	λ_{em} (nm)	f (2)	If (3)	s (4)	V (5)
A	2,5	350	452	1,50	86,5 ₈	0,2 ₄	0,2 ₈
	15	350	451	1,50	56,0 ₈	0,1 ₈	0,3 ₄
B	2,5	350	452	0,55	91,0 ₈	0,1 ₄	0,1 ₅
	15	350	451	0,80	83,0 ₂	0,1 ₃	0,1 ₈

(1) A: quinina en H₂SO₄ 1N, 1,5mg/L

B: idem pero 4,2mg/L

(2) Factor de expansión de escala

(3) Promedio aritmético de diez valores

(4) Desviación estándar

(5) Coeficiente de variación (Ref.12)

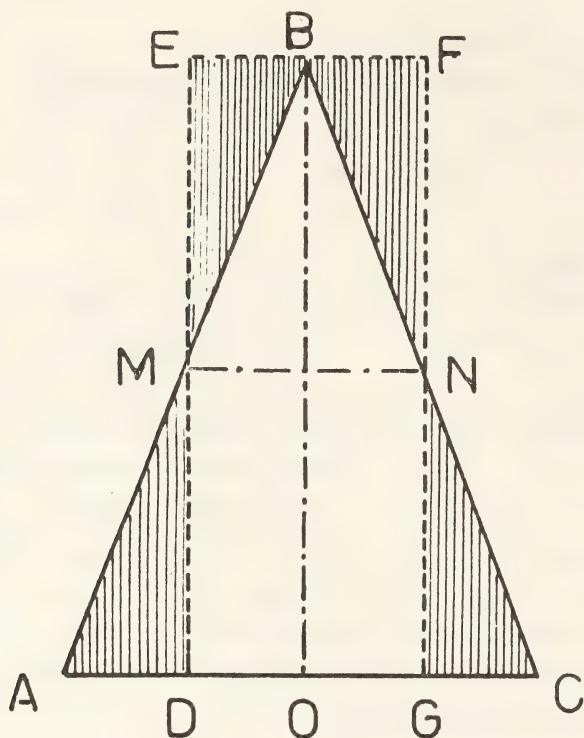


Figura 1: Función ranura de excitación y ancho de banda espectral (ver texto)

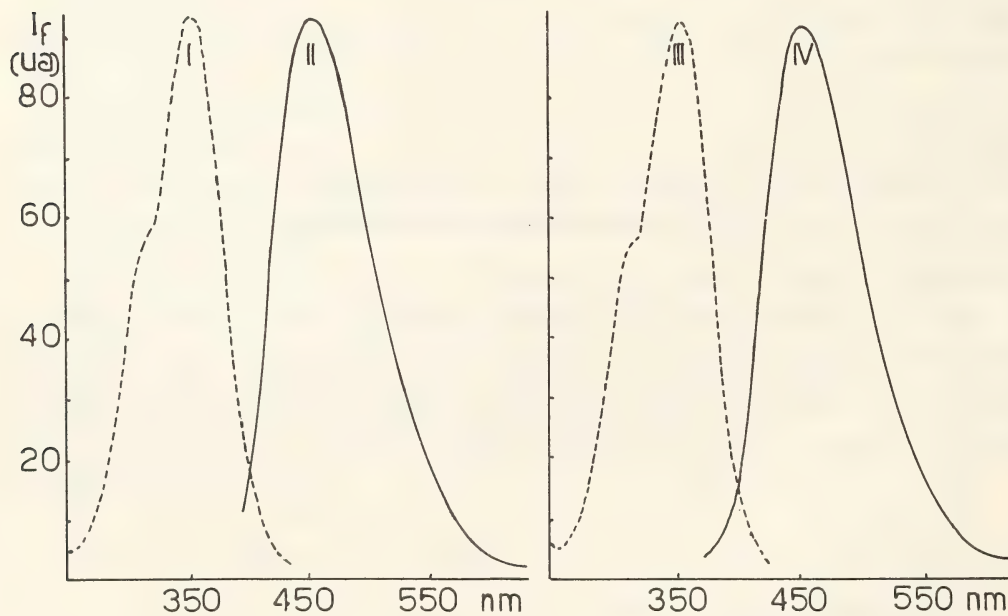


Figura 2: Espectros de excitación y de emisión (aparentes) de una solución de quinina en H_2SO_4 1N obtenidos en el espectrofluorímetro Farrand MK1, con factor de escala constante.

Espectros: I y IV con $S_{ex}=10nm$ y $S_{em}=5nm$; II y III con $S_{ex}=5nm$ y $S_{em}=10nm$; I y III con $\lambda_{em}=450nm$; II y IV con $\lambda_{ex}=350nm$.

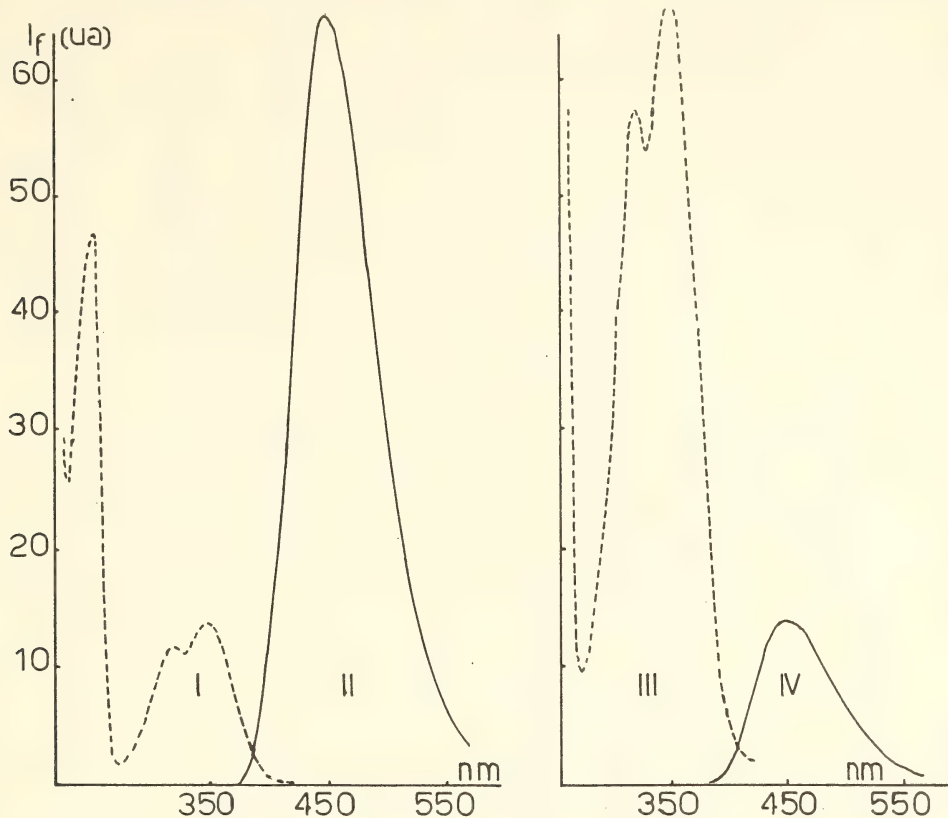


Figura 3: Espectros de excitación corregidos (I y III) y de emisión-aparentes (II y IV) de una solución de quinina en H_2SO_4 1N realizados con el espectrómetro Perkin-Elmer LS-5 con factor de escala constante. Espectros: I y IV con $S_{ex}=5nm$ y $S_{em}=2,5nm$; II y III con $S_{ex}=2,5nm$ y $S_{em}=5nm$; I y III con $\lambda_{em}=450nm$; II y IV con $\lambda_{ex}=350nm$.

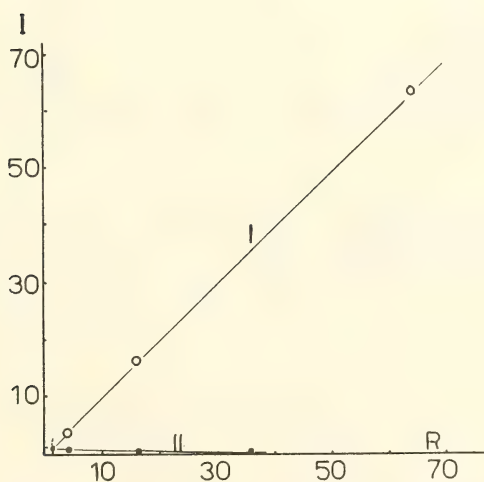


Figura 4: Influencia del sistema de corrección del LS-5 (ver texto).
Curva I: I_{em} vs. R_{em} ; Curva II: I_{ex} vs. R_{ex}

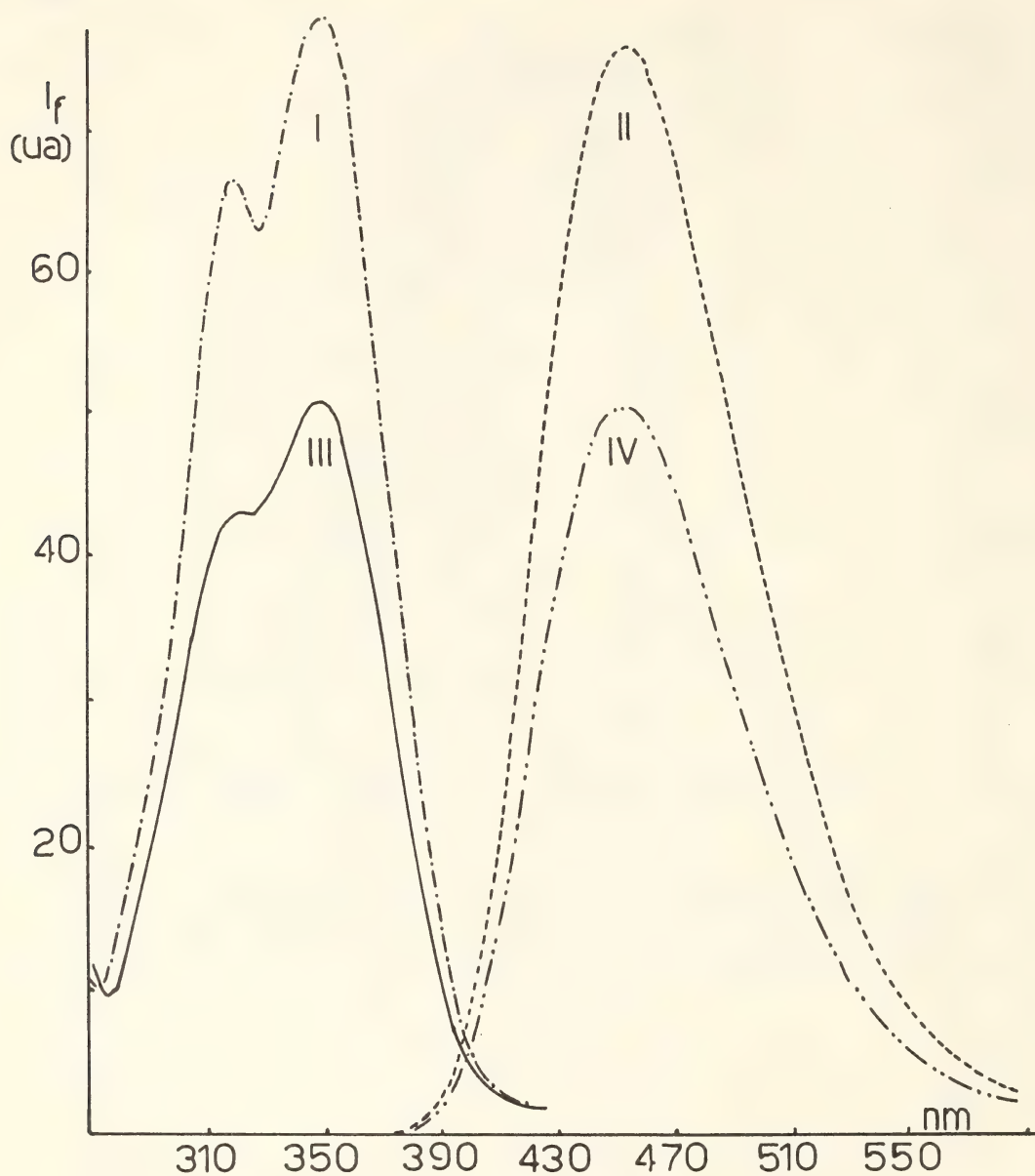


Figura 5: Influencia de S_{ex} sobre los espectros de excitación (I y III) y de emisión (II y IV) de una solución de quinina, en H_2SO_4 1N obtenidos en el espectrómetro LS-5, con factor de escala constante. I y II con $S_{ex}=S_{em}=2,5nm$; III y IV con $S_{ex}=15nm$ y $S_{em}=2,5nm$; I y III con $\lambda_{em}=450nm$; II y IV con $\lambda_{ex}=350nm$.

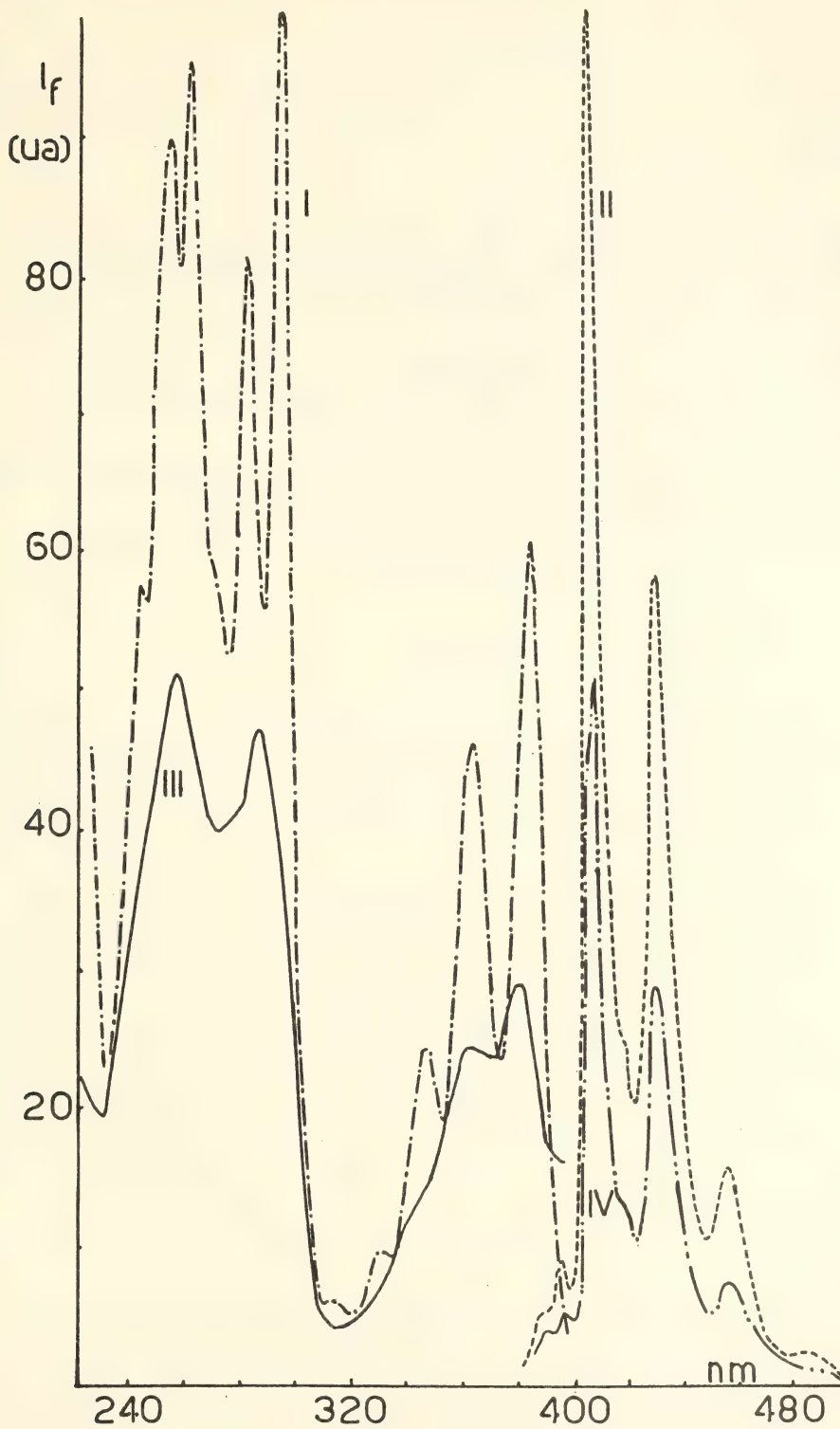


Figura 6: Influencia de S_{ex} sobre los espectros de excitación (I y III) y de emisión (II y IV) de una solución de BAP en ciclohexano, obtenidos en el espectrómetro LS-5, con factor de escala constante. I y II con $S_{ex}=S_{em}=2,5\text{nm}$; III y IV con $S_{ex}=15\text{nm}$ y $S_{em}=2,5\text{nm}$; I y III con $\lambda_{em}=403\text{nm}$; II con $\lambda_{ex}=296\text{nm}$ y IV $\lambda_{ex}=259\text{nm}$.

BIBLIOGRAFIA

1. UDENFRIEND, S., "Fluorecence Assay in Biology and Medicine"; Academic Press; New York, 1962.
2. PARKER, C.A., Nature 1958, 182, 1.002.
3. MOSS, D. W., Clin. Chim. Acta 1960, 5, 283.
4. LOTT, P. F., J. Chem. Ed. 1974, 51, A358.
5. PERKIN-ELMER LS-5 Luminescence Spectrometer Operator's Manual 1981, 1.30.
6. CHRISTMANN, D. R., Crouch, S. R. y Timmick, A., Anal. Chem. 1981, 53, 276.
7. GARCIA VIOR, L. O. Y POSSIDONI DE ALBINATI, J. F., XVII Congreso Argentino de Química, Bahía Blanca, Argentina 1985, 4, 34.
8. SCHARF, G., SMITH, B. W. Y WINEFORDNER, J. D., Anal. Chem. 1985, 57, 1.230.
9. ANDRE, J. C., BOUCHY, M. Y NICLAUSE, M., Anal. Chim Acta 1977, 92, 369.
10. LLOYD, J. B. F., Nature (London) Phys. Sci. 1971, 231, 64.
11. TROCOLLI, O. E., GARCIA VIOR, L. O. Y POSSIDONI DE ALBINATI, J. F. XVII Congreso Argentino de Química, Bahía Blanca, Argentina, 1985, 4, 36.
12. SPIEGEL, M. R., "Statistics", Mc Grow- Hill Book Company; U.S.A., 1961, p.73.

CIRCULACION Y DISTRIBUCION DE TEMPERATURA EN EL ESTRECHO MAC FARLANE Y BAHIA LUNA, ISLAS SHETLAND DEL SUR, ANTARTIDA

*Martín Roese **
*José F. Gallo **
*Mauricio Walter ***
*Marcelo Farenga ***

Contribución del Instituto Antártico Argentino N° 402

** Instituto Antártico Argentino*

*** Centro de Geología de Costas y del Cuaternario*

RESUMEN

Se dan a conocer datos hidrológicos obtenidos en el estrecho Mc Farlane y la bahía Luna, durante los veranos 88/89 y 89/90. Estos fueron analizados para determinar patrones de circulación en función del campo de vientos y el régimen de mareas, y proceder a identificar la correlación del campo térmico con la dinámica de la región, siendo un cuerpo de agua con gran influencia de los mares adyacentes.

Para vientos menores a 2 m/s, responde levemente a la acción de mareas, afectado por la topografía de fondo y con existencia de una importante corriente residual. En esta situación, a partir de datos lagrangianos y de la forma de las isotermas de superficie, se infiere la existencia de una corriente media dominante entrando desde el mar de la Flota hacia el estrecho Mac Farlane, generándose una recirculación anticiclónica alrededor de la isla Media Luna y una recirculación ciclónica en el sector norte de la bahía Luna. Entre los 250 metros de profundidad y el fondo se registró una inversión de temperatura debido al ingreso de la parte superior de la masa de agua circumpolar profunda, más templada, proveniente del mar de Bellingshausen.

Con vientos más intensos que 2 m/s se destaca su influencia sobre la circulación, reflejada en la homogeneidad térmica de la columna.

SUMMARY

Hydrologic data obtained in Mac Farlane Strait and Luna (Moon) Bay during the Summers 88/89 and 89/90 are made known. These data were analyzed to determine circulation patterns in function of the wind field and tide regimen, and to identify the correlation of the thermic field with the dynamics of the region, being an area of water greatly influenced by the adjacent seas.

For winds lesser than 2 m/s, it responds slightly to the tide action, affected by the bottom

Contribución del Instituto Antártico Argentino N°402.

* INSTITUTO ANTARTICO ARGENTINO.

** CENTRO DE GEOLOGIA DE COSTAS Y DEL CUATERNARIO.

topography and with existence of an important residual current. In this situation, from lagrangian data and the form of surface isotherms, the existence of a dominating mean current entering from the mar de la Flota (Bransfield Strait) towards Mac Farlane Strait is inferred, being generated an anticyclonic recirculation around Media Luna (Half Moon) Island and cyclonic recirculation in the northern sector of Luna (Moon) Bay. Between 250 meters and the bottom, a temperature inversion was recorded due to the entrance of the upper part of the deep circumpolar water mass, more temperate, coming from the Bellingshausen sea.

With stronger winds (more than 2 m/s) its influence on the circulation, reflected in the thermic homogeneity of the column, is detected.

ZUSAMMENFASSUNG. Es handelt sich um hydrologische Angaben, die in der Mac Farlane Strasse und in der Bucht "Luna" im Sommer 1988/89 und im Sommer 1989/90 festgestellt wurden. Diese Angaben wurden analysiert, um Zirkulationsmasstäbe aufgrund der Windfelder und der Gezeitenströme festzulegen und somit die Wechselbeziehung zwischen dem Thermofeld und der Regionsdynamik zu identifizieren; die angrenzenden Meergebiete sind in der untersuchten Zone sehr einflussreich.

Für Winde unter 2 m/s ist die Reaktion auf die Gezeitenwirkung als Folge der Grundtopographie und der bestehenden bedeutenden Residualströmung gering. Von lagrangeschen Daten ausgehend und aufgrund der Form der Isothermenflächen ergibt sich das Bestehen einer dominierenden Mittelströmung vom Meer "de la Flota" her in die Mac Farlane Strasse, die um die Insel "Media Luna" eine antizyklonische Rezirkulation und im Nordsektor der Bucht "Luna" eine zyklonische Rezirkulation bildet. Zwischen einer Tiefe von 250 meter und dem Grund wurde eine Temperaturumkehr als Folge der Einstürmung der oberen Schicht der zirkumpolaren Tiefwassermenge festgestellt, die wärmer ist und vom Bellingshausen Meer stammt.

Bei stärkerem Wind –über 2 m/s– ist der Einflusse auf den Kreislauf betont; dies zeigt sich in der thermischen Homogenität der Säule.

RESUME. Les données hydrologiques obtenues au détroit Mac Farlane et en baie Lune pendant les étés 88/89 et 89/90 sont présentées. Celles-ci ont été analysées afin de déterminer des patrons de circulation en fonction du champ des vents et du régime des marées, et d'identifier la corrélation du champ thermique avec la dynamique de la région, laquelle est un corps d'eau d'une grande influence des mers voisines.

Pour des vents inférieurs de 2 m/s, elle répond légèrement à l'action des marées et à l'influence de la topographie de fond; elle comprend également un important courant résiduel.

A partir de données langrangiennes et du tracé des isothermes de surface, on a pu inférer dans cette situation l'existence d'un courant moyen dominant qui entre de la mer de la Flota vers le détroit Mc Farlane, donnant naissance à une recirculation anticyclonique autour de l'île de la Media Luna et à une recirculation cyclonique dans le secteur nord de la baie Lune. Entre les 250 m et le fond, un renversement de température a été enregistré du fait de l'entrée de la partie supérieure de la masse d'eau circumpolaire profonde, plus tempérée, provenant de la mer de Bellingshausen.

Son influence sur la circulation est vérifiée par de vents au-dessus 2 m/s qui se reflète dans l'homogénéité thermique de la colonne.

I. Introducción

Durante las campañas Antárticas de verano 1989 y 1990 del IAA, se estudiaron la circulación y la distribución de temperatura en las cercanías de la isla Media Luna (62°36'S, 59°53' W), islas Shetland del Sur.

El área de estudio es muy regional con características intermedias entre un estuario y aguas costeras abiertas, con pocos antecedentes en el conocimiento de las condiciones oceanográficas.

La primera descripción hidrológica de los estrechos que separan las islas Shetland del Sur, fue

publicada por Clowes A. J. en 1934 con datos obtenidos en las expediciones del "William Scoresby" y "Discovery" durante los años 1927, 1929 y 1930. A partir de allí, en un único trabajo de investigación sobre la distribución de propiedades físico-químicas en el mar de la Flota y sur del pasaje de Drake, Sievers H. A. (1982) a través del proyecto FIBEX (1981) del programa BIOMASS, hace una descripción de los cuerpos de agua adyacentes a la región en estudio.

De acuerdo a Clowes, hay una corriente de dirección NE a lo largo del sur de las islas Shetland del Sur, de la cual parte pasa entre los estrechos que las separa, rotando su dirección hacia el NW. Al norte de las islas hay una corriente SW que tiene tendencia a fluir hacia el SE cuando ingresa a los estrechos mencionados. Estas dos corrientes opuestas (NW y SE) se encuentran dentro de dichos estrechos, en sus sectores norte.

Según Sievers H. A., a través del análisis de diagramas T-S obtenidos durante el proyecto FIBEX realizó una representación esquemática de la distribución de los distintos cuerpos de agua identificados para la capa superficial, en el mar de la Flota y la zona oceánica contigua. En dicha clasificación denota que las aguas en el sector norte del mar de la Flota, y en la zona norte de las islas Shetland del Sur afectadas por un fenómeno de surgencias, tienen un origen común, procedentes del mar de Bellingshausen.

Al considerar de interés estos aportes, se resolvió realizar este trabajo de oceanografía costera en el estrecho Mac Farlane y en la bahía Luna, para obtener información inédita de la zona y, además, para su uso en proyectos de escala mayor en el futuro.

Se obtuvieron datos de dirección e intensidad de viento en forma sistemática cada tres horas, para la realización de la rosa de los vientos estadísticos, y el estudio de su grado de influencia sobre la dinámica costera. En condiciones de viento calmo se determinaron, para 7 ciclos de marea no consecutivos, trayectorias de flotadores, posicionados con dos teodolitos por triangulación, ubicados en puntos fijos (vértices de la triangulación topográfica, Fig. 1) en la isla Media Luna, y observación de deriva de témpanos. Se instaló un mareógrafo SIAP, para realizar el análisis armónico de la curva de mareas, y dar una explicación cualitativa del mecanismo de transporte de masas de agua superficiales costeras correlacionadas con las fluctuaciones del nivel del mar, y el campo de vientos. En apoyo a este estudio dinámico de la región se realizó el análisis descriptivo del campo térmico, mediante secciones y estaciones de temperatura en superficie y de la columna de agua, con probetas XBT-T4 (batitermógrafos perdibles) y unidad de cubierta MK2 de Sippican.

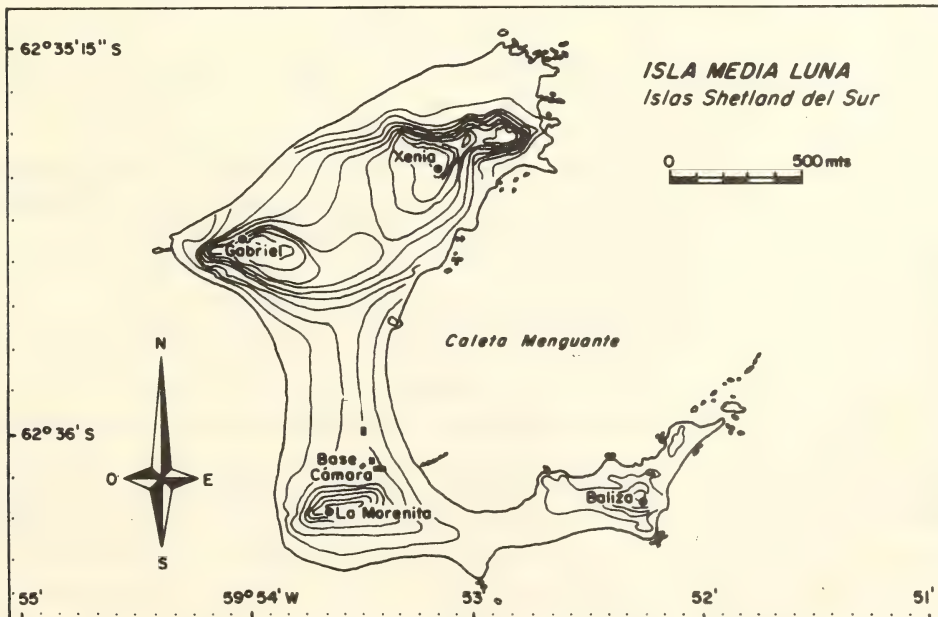


FIGURA 1

II. Condiciones meteorológicas

La estación meteorológica ubicada en la isla Media Luna, se encuentra a los 21 m sobre el nivel medio del mar. De acuerdo a las observaciones realizadas durante la CAV 88/89 y 89/90, se registró cierta desviación en la dirección y diferencias en la intensidad del viento entre la estación meteorológica y los puntos elevados de la isla. La desviación citada alcanza a los $\pm 10^\circ$ y la diferencia de intensidad en casos extremos a los +3 m/s.

Los datos de dirección e intensidad del viento, temperatura y presión atmosférica, fueron tomados, sistemáticamente, cada tres horas entre el 23-12-88 y el 11-02-89 (CAV 88/89), y entre el 18-01-90 y el 06-03-90 (CAV 89/90). Se calcularon algunos valores medios y desvíos estándar en las tablas 1a y 1b.

	Nº Obs.	Viento	σ_v	Colma
CAV 88/89	400	5.8 m/s	5.7	30 %
CAV 89/90	379	6.2 m/s	5.1	20 %

TABLA 1a: Valores medios de viento, desvío standard y porcentaje de calmas.

	Nº Obs.	Temperatura	σ_t	Nº Obs.	Presión	σ_p
CAV 88/89	402	1.8 C	1.7	397	996.5 mb	8.0
CAV 89/90	369	3.0 C	1.7	369	986.3 mb	7.5

TABLA 1b: Valores medios de temperatura y presión, y desvíos standard.

El viento es uno de los fenómenos meteorológicos más notables en las islas Shetland del Sur, que se encuentran incluidas en el cinturón de bajas presiones del hemisferio, dado que se ubican en el límite sur del pasaje de Drake.

En la isla Media Luna, el campo de vientos sugiere una circulación eólica, netamente bidireccional, como se puede observar en la rosa de los vientos estadísticos (Fig. 2), realizada a partir de los datos obtenidos durante las CAV 88/89 y 89/90, expresados en la tabla 2.

Cabe señalar que no se realizaron comparaciones de los datos observados con la circulación geostrofica derivadas de la situación sinóptica imperante durante esos días.

Según Clowes (1934), cuando predominan vientos del NE, la corriente SW en el norte de las islas Shetland del Sur se hace notablemente más fuerte originando saltos de agua debido al encuentro de las dos corrientes opuestas, NW y SE, dentro de los estrechos. En estas condiciones se ve una línea demarcatoria donde se observa que a la derecha del estrecho hay un flujo sur proveniente del pasaje de Drake y a la izquierda un flujo norte, proveniente del mar de la Flota.

Se encontró un fenómeno local de viento, frente a la costa de la bahía Luna en su sector norte, procedente de los glaciares de la isla Livingston. Su efecto se hizo notar en varias oportunidades, al navegar en botes de goma por la zona, fundamentalmente, por las frías e intensas brisas que producían olas lo suficientemente elevadas como para hacer peligrosa la estabilidad de la embarcación de 4 m de eslora, motor de 25 HP, teniendo que buscar rutas costeras más seguras.

Distribución porcentual de dirección e intensidad de viento, Isla Media Luna, veranos 89 y 90.

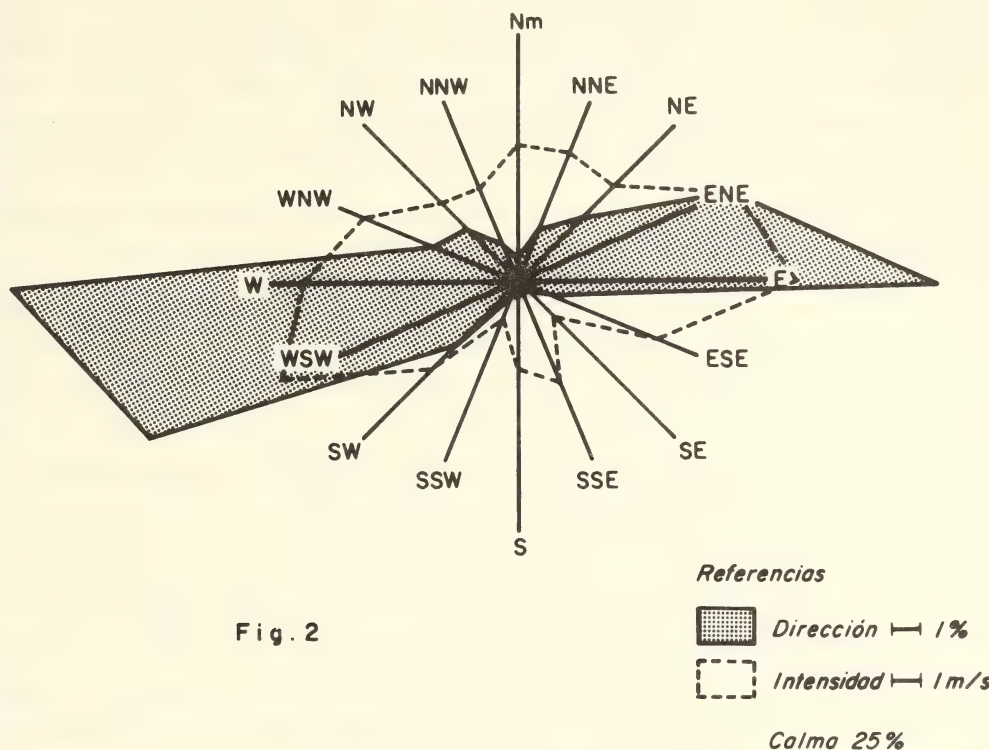


Fig. 2

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
% 89	0.25	1.75	4.50	9.50	16.50	1.25	0.75	0.50	1.00	0	1.75	10.00	13.50	4.00	3.50	1.50
% 90	0.27	2.17	1.88	7.55	14.01	1.08	0	0	0	0.54	4.04	19.14	23.45	2.69	1.62	1.35
% 89-90	0.26	1.96	3.19	8.53	15.25	1.17	0.37	0.25	0.50	0.27	2.90	14.57	18.47	3.35	2.56	1.42
V 89	5.50	4.90	5.50	9.80	11.70	7.20	1.80	4.00	3.00	-	3.10	9.70	7.40	5.90	4.30	3.90
V 90	4.40	5.10	4.00	7.20	8.60	3.40	-	-	-	1.45	5.80	9.00	8.30	6.20	3.60	3.30
V 89-90	4.95	5.00	4.75	8.00	10.15	5.30	1.80	4.00	3.00	1.45	4.45	9.35	7.85	6.05	3.95	3.60

TABLA 2

Se comprobó que de la línea que une punta Segunda con la isla Media Luna y hacia el estrecho Mac Farlane las condiciones eran totalmente calmas. Se estima que el fenómeno abarca un radio de 5 km, cuyo origen estaría centrado en el foco del sector norte de la bahía Luna.

III. Distribución de temperatura

Para el estudio descriptivo del campo térmico se efectuó la distribución horizontal y vertical de temperatura (Figs. 3 y 5), con el objeto de identificar la correlación del campo térmico con la dinámica de la región. Las mediciones de temperatura facilitan la determinación de propiedades de masas de agua afectadas por fenómenos armónicos, como ser corrientes de marea. Por la forma de las isotermas horizontales de 1,5 a 1,9 °C, se puede inferir que hay una corriente media dominante entrando desde el mar de la Flota hacia el estrecho Mac Farlane por los sectores costeros N y S, generándose (de la componente S) una recirculación anticiclónica (anti-horaria) alrededor de la isla Media Luna.

En la capa superficial (Fig. 5) se produce una leve disminución de la temperatura con el aumento de la profundidad. En febrero de 1990 hubo un aumento en la temperatura del agua superficial hasta los 100 m de profundidad, de aproximadamente 0,5 °C, produciéndose un estrechamiento entre las isotermas y un mayor gradiente en el perfil B que en el D. Ambos gradientes son tan suaves que no alcanzan a adquirir las características de una termoclina estacional. A los 250 m se registra un mínimo relativo y a partir de allí hasta el fondo, una inversión de temperatura debido al ingreso de la parte superior de la masa de agua circumpolar profunda, más templada. Esta masa de agua (Clowes, 1934), proveniente del mar de Bellingshausen, se encuentra en una zona de bajas profundidades entre las islas Baja, Smith y Nevada, que le permite una limitada penetración al sector occidental del mar de la Flota. La baja salinidad de la capa superficial por deshielo es menos densa que la profunda, más salina, y la estabilidad de la haloclina entre ambas capas inhibe la mezcla vertical. En consecuencia, en verano el incremento de energía calórica es atrapado por la capa superficial y se intensifica el gradiente vertical de temperatura. Se observó que la columna de agua, dentro del estrecho Mac Farlane, presenta mayor homogeneidad vertical que en el mar de la Flota, cuya profundidad es tres veces mayor que la del estrecho Mac Farlane.

En regiones de poca profundidad y extensión, con influencia de componentes de marea, sumado a los vientos intensos y constantes, produce una mezcla vertical rompiendo la estratificación.

IV. Características mareológicas

La marea, como fenómeno armónico, es caracterizado por los valores de amplitud y fase, de sus ondas componentes con los cuales se puede predecir la curva de marea. Con datos de altura de marea correspondientes a una lunación (15-01-90 al 14-02-89), tomados con un intervalo de una hora en caleta Menguante, isla Media Luna (Fig. 6), se determinaron valores de amplitud y fase de 20 componentes armónicas, expresadas en la Tabla 3. Con los resultados obtenidos se realizó la predicción para el verano siguiente (Fig. 7). Paralelamente a otras tareas programadas se midió la marea nuevamente en caleta Menguante en enero-febrero/90, para verificar esa predicción, no registrándose diferencias sustanciales de altura ni horario en las referidas curvas.

Según la clasificación del régimen de marea, mediante la amplitud de las cuatro principales componentes (Courtier A., 1939):

$$F = \frac{K_1 + O_1}{M_2 + S_2}$$

se obtuvo a partir de datos extraídos de Tabla 3 el valor de:

$$F = 0,8$$

y siendo

$$0,25 < F < 1,5$$

queda determinado que el régimen es semidiurno con desigualdades diurnas (dos bajamares y dos pleamares diarias, pero de alturas muy distintas), que es el tipo de mareas predominantes en aguas antárticas. Las amplitudes de mareas de sicigias oscila en los 2m y en la cuadratura en el metro.

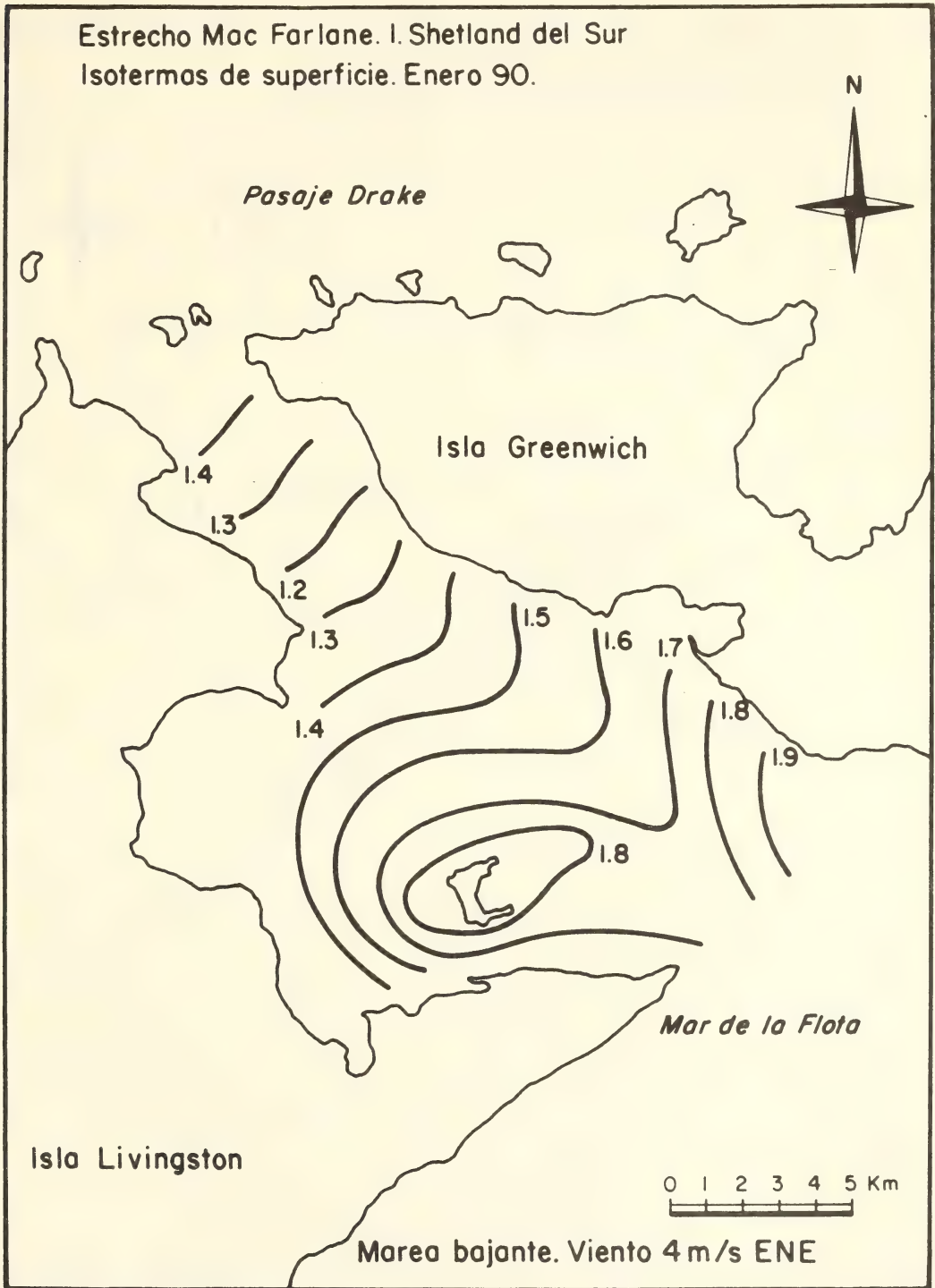


FIGURA 3.

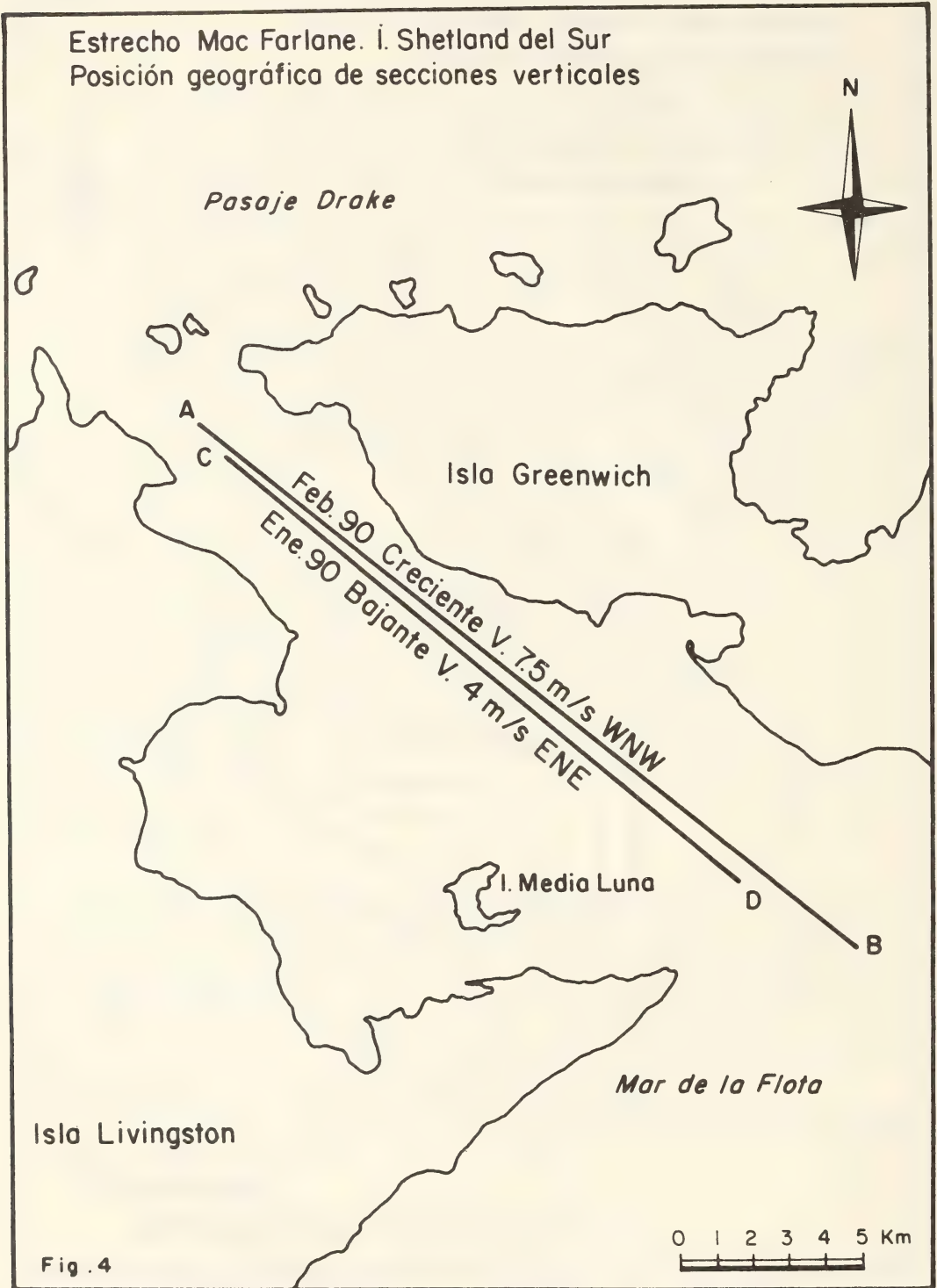


FIGURA 4.

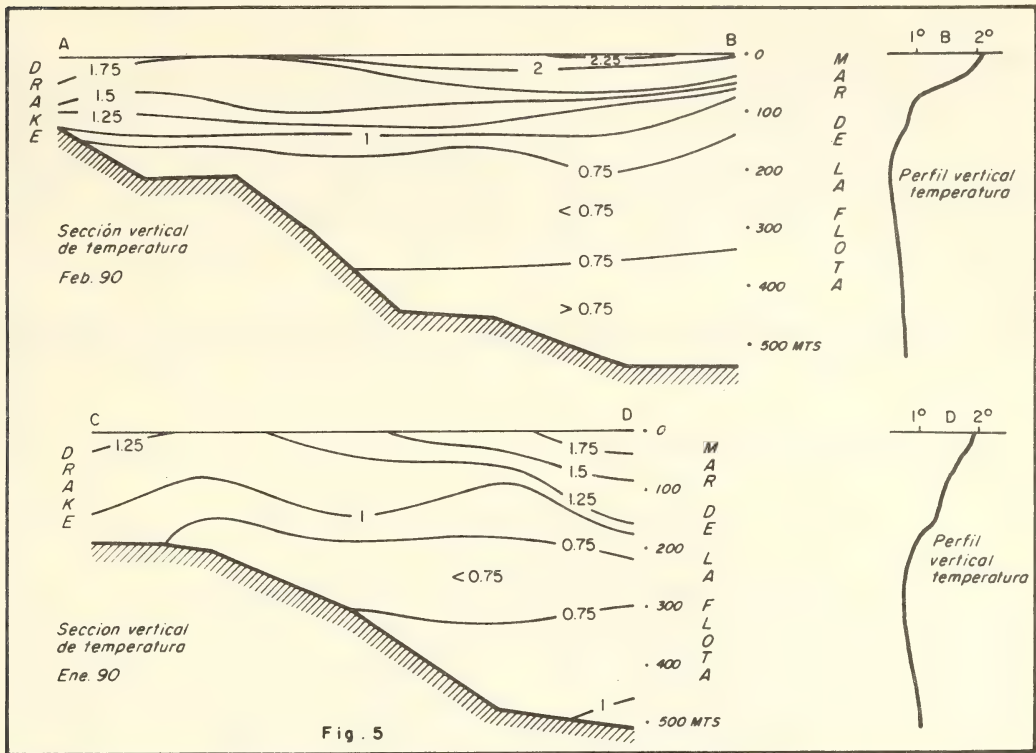


FIGURA 5.

El promedio de todas las alturas observadas en la pleamar permite situar la marea alta media en los 2,09 m, y del mismo modo, con el promedio de todas las alturas en la bajamar localizar la marea baja media en 1,02 metro.

El nivel medio para 29 días, en el verano de 1989, fue de 1,46 m referido a un cero de mareas que pasa a 12,1 cm por debajo del plano de reducción adoptado. Este cero fue elegido coincidente con la máxima bajamar de ese registro, al cual están referidas todas las alturas aquí presentadas.

Para movimientos periódicos en zonas poco profundas, influenciadas por fricción, la energía de onda es reducida por la viscosidad EDDY o turbulenta producida por las irregularidades de las costas y la topografía del fondo. La onda de marea es generada en las amplias cuencas oceánicas profundas, por perturbaciones externas gravitatorias luni-solares y llega al estrecho Mac Farlane con una dirección SE a SSE (ver carta cotidal de la componente semidiurna lunar principal M_2 y de la componente diurna lunar principal O_1 , Charo M., 1988). Es en las costas y sus proximidades donde presenta los efectos más notables, al aumentar su amplitud y hacerse más compleja la onda, que es más sensible a las pequeñas irregularidades del litoral.

Se observó en el sector de la boca NW del estrecho Mac Farlane la existencia de escarceos de marea (tide-rips). Estas pequeñas ondas o torbellinos en medio de un mar en calma se producen por el encuentro de dos corrientes de marea en una zona de estrechamiento u obstrucción del estrecho Mac Farlane.

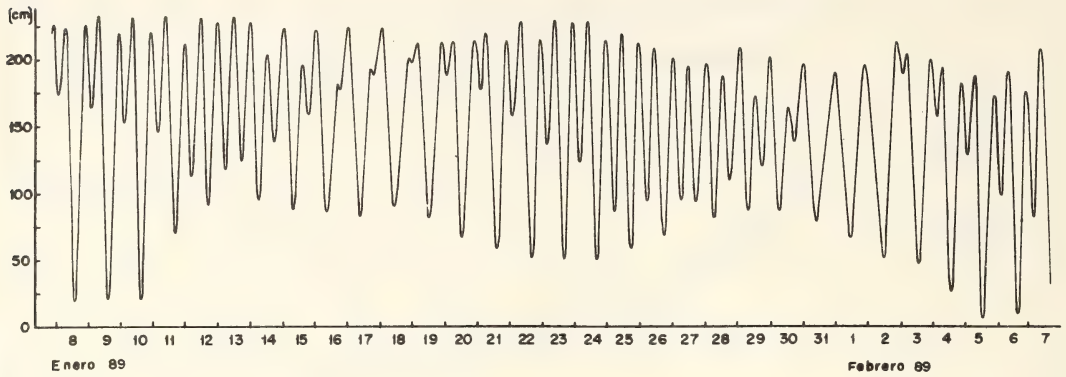


Figura 6: Marea real en Caleta Menguante.

COMPONENTES ARMONICAS, I. Media Luna

	Nombre	Amplitud (cm)	Epoca (°)	N°
1	M_2	43.20	288.23	1
2	S_2	21.61	349.02	2
3	N_2	5.16	260.34	3
4	K_2	6.26	345.72	4
5	K_1	26.36	66.52	5
6	O_1	25.44	51.25	6
7	P_1	8.52	63.22	7
8	M_4	0.80	186.56	8
9	π_2	1.05	257.37	10
10	L_2	3.50	342.74	12
11	Q_1	6.31	44.47	13
12	T_2	1.17	337.32	35
13	M_1	2.18	170.55	38
14	λ_2	0.90	332.24	48
15	φ_1	0.49	42.72	57
16	π_1	0.49	42.72	59
17	χ_1	0.26	58.15	60
18	MP_1	0.57	132.45	61
19	ζ_1	1.06	14.73	62
20	$2Q_1$	0.96	26.08	64

TABLA 3

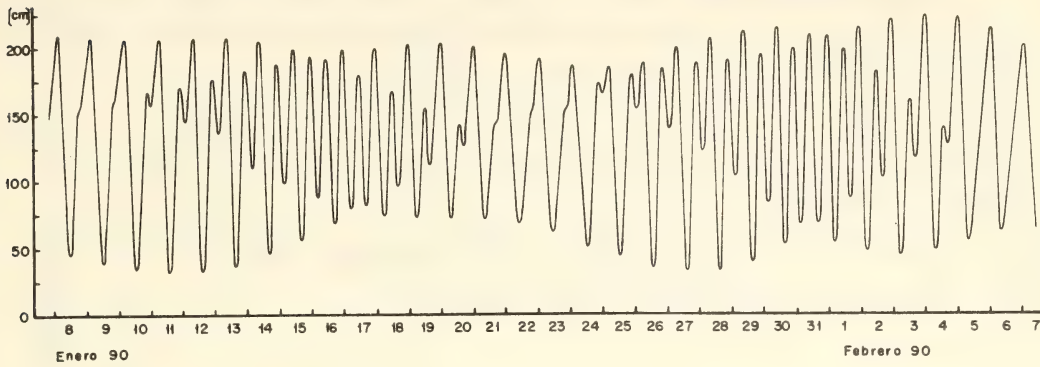


Figura 7: Predicción de marea en Caleta Menguante.

V. Circulación costera

De acuerdo a Clowes (1934), parte del agua superficial antártica (ASA) y muy poca agua circumpolar profunda, más templada, ambas provenientes del mar de Bellingshausen, fluyen hacia el interior del mar de la Flota por el sector norte de su boca occidental, ya que más al sur se lo impide un marcado frente oceánico, además de las islas y accidentes topográficos marinos. Luego, estas corrientes con dirección NE de 1 a 2 nudos de intensidad, bordean la margen sur de las islas Shetland del Sur ingresando una pequeña parte de las mismas en los distintos estrechos entre estas islas. Por las bocas norte de estos estrechos ingresa una corriente más fría (se verifica en Fig. 3), proveniente de una zona costera a unas decenas de kilómetros (Sievers H.A., 1982) al norte de las Shetland del Sur, donde ocurren procesos de surgencia, fenómeno evidenciado principalmente por los bajos valores de temperatura en superficie.

El propósito de este estudio es dar una explicación cualitativa de la circulación superficial dentro del estrecho Mac Farlane y la bahía Luna.

Se utilizó el método de flotadores derivantes y observación de deriva de témpanos, en condiciones de viento calmo. El método es relativamente simple y económico, y tiene como ventaja que los flotadores de superficie no son afectados por la rotación de la corriente con la profundidad, por procesos de difusión de pequeña escala ni por inhomogeneidades horizontales de corriente.

Los datos lagrangianos son utilizados para obtener propiedades elementales del fluido como trayectoria y velocidad. En las figuras 8 y 9 se graficaron vectores que representan trayectorias, obtenidos del promedio o composición de 7 ciclos de marea, con un viento siempre menor a 2 m/s.

Se observó que la circulación superficial con marea creciente (Fig. 8) para el mar de la Flota en las cercanías de las islas Shetland del Sur, presenta una clara componente media dominante de dirección NE, con un ingreso hacia el estrecho Mac Farlane por el sector izquierdo de la boca de entrada sur, generándose una recirculación anticiclónica alrededor de la isla Media Luna. Por la boca norte del estrecho Mac Farlane hay una corriente media dominante entrante, proveniente del pasaje de Drake, y luego cerca de la costa, bordea la isla Greenwich con dirección ESE hasta el mar de la Flota. Por otra parte, hay una recirculación en sentido horario en el sector norte de la bahía Luna. La circulación superficial para marea bajante (Fig. 9), en el mar de la Flota, presenta características similares que para marea creciente. Asimismo el ingreso de agua hacia el estrecho Mac Farlane con la posterior circulación anticiclónica alrededor de la isla Media Luna se mantiene, salvo en los sectores W y S de la isla, donde hay un cambio en el sentido de la corriente. En el pasaje de Drake se observa una corriente media dominante de dirección WSW y un pequeño flujo entrante al estrecho Mac Farlane. Finalmente, hay que destacar que se repite la recirculación en sentido horario en la parte norte de la bahía Luna.

Se han medido corrientes superficiales de 1/2 nudo en condiciones de viento de hasta 2 m/s. Cuando los vientos superan los 2 m/s, que representa el 70% de los casos, la circulación responde a la fricción horizontal, haciéndose sentir en las primeras decenas de metros.

Las corrientes de marea proveen la energía para la mezcla turbulenta entre aguas dulces durante períodos de deshielo, con aguas saladas. Esta mezcla mantiene la distribución de densidad característica del estrecho, que proporciona la energía potencial que impulsa la circulación de mayor escala, independiente de las mareas.



FIGURA 8

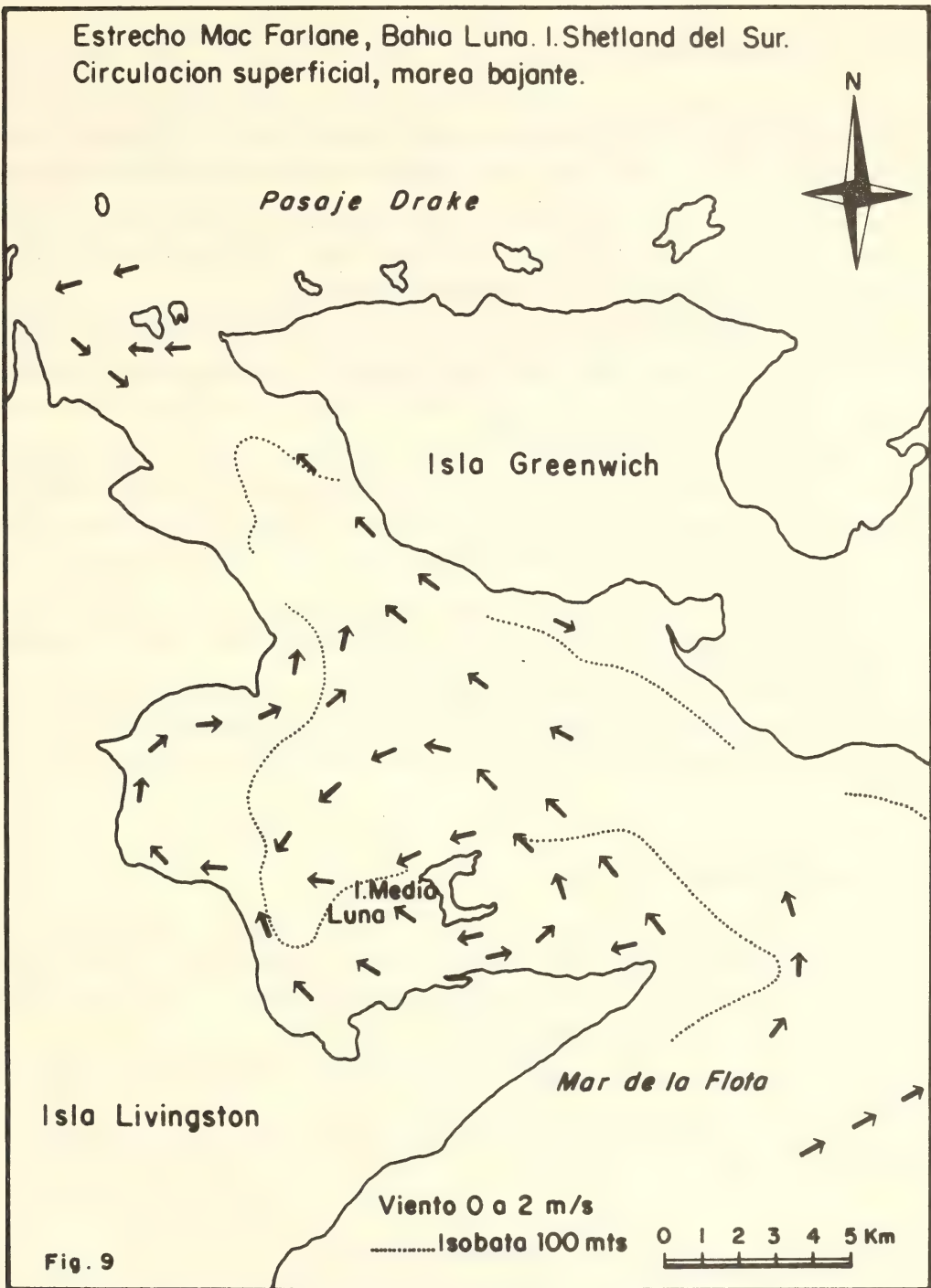


FIGURA 9

VI. Discusión y Resultados

El estrecho Mac Farlane y la bahía Luna constituyen un cuerpo de agua con gran influencia de los mares adyacentes. Por la boca SE hay un ingreso permanente de agua superficial del mar de Bellingshausen (ASA), y en el NW hay un aporte de agua más fría proveniente del pasaje de Drake. Es importante la diferencia de temperatura entre estas dos masas de agua (0.5°C). En la distribución vertical de temperatura se observa un mínimo relativo a los 250 m y a partir de allí hasta el fondo, una inversión de temperatura debido al ingreso de la parte superior de la masa de agua circumpolar profunda, más templada, proveniente del mar de Bellingshausen.

Para situaciones de calma y vientos menores a 2 m/s (30% de los casos) las corrientes responden levemente a la acción de mareas. Las mayores variaciones de flujo entre condiciones de marea creciente respecto a bajante se presentan en los sectores W y S de la isla Media Luna, y en las zonas central y norte del estrecho Mac Farlane, que junto con la topografía de fondo de toda la región condicionan la libre circulación de las aguas.

A partir de los datos lagrangianos (Fig. 8 y 9) y la forma de las isotermas de superficie de 1.5 a 1.9°C (Fig. 3), se concluye la existencia de una corriente media dominante entrando desde el mar de la Flota hacia el estrecho Mac Farlane. Esta componente genera una recirculación anticiclónica (anti-horaria) alrededor de la isla Media Luna y una recirculación ciclónica (horaria) en el sector norte de la bahía Luna.

Cuando los vientos predominantes y de mayor intensidad, que son del oeste y del este, superan los 2 m/s y representan el 70% de los casos, ya se detecta su efecto sobre la circulación, produciéndose una constante mezcla de aguas superficiales.

Se concluye entonces, que el estrecho Mac Farlane y la bahía Luna presentan un patrón de circulación casi permanente, producto fundamentalmente de la conjunción de dos efectos: el aporte de corrientes de mares adyacentes y la acción de mareas, con modificaciones por el campo de vientos.

VII. Agradecimientos

Los autores agradecen al Ing. Alejandro Muchanow y al Téc. Leonardo Cantoni por sus trabajos de campo, al Téc. Oscar Gonzáles por su cercana colaboración en todo momento, al Prof. Norberto Cattaneo por sus comentarios en la parte meteorológica y al Ing. Enrique D'Onofrio por su valioso aporte del análisis armónico de mareas.

También queremos destacar la colaboración incondicional del personal logístico de la marina en la base Cámara durante las CAV 88/89 y 89/90, y al comandante del aviso Gurruchaga (CAV 89/90).

Finalmente, se agradece las importantes sugerencias del Lic. Raúl Guerrero (INIDEP), quien observó este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- CATEWICZ, Z. y KOWALIK, Z. (1984) Harmonic analysis of tides in Admiralty Bay, *Oceanology* N° 15, pp. 97-109.
- CLOWES A. J. (1934) Hidrology of the Bransfield Strait, *Discovery Reports*, Cambridge University Press, Vol. IX, pp. 1-64.
- COURTIER A. (1939) Clasificación de mareas en cuatro tipos, *Hydrographic Review*, International Hydrographic Bureau, Vol. XVI, N° 1.
- CHARO M. (1988) Trabajo de mareas en el mar de la Flota. Tesis de licenciatura, S.H.N., no publicado.

- DEFANT, A. (1961) Tides and tidal currents in proximity of land, *Physical Oceanography*, Vol. II, Chapter XI, pp 320-363.
- KIRWAN, A. D. Jr. Mc NALLY, G., CHANG, M. S. y MOLINARI, R. (1975) The effect of wind and surface currents on drifters, *Journal of Physical Oceanography*, Vol. 5, Nº 2, pp. 361-368.
- PRUSZAK, Z. (1980) Currents circulation in the waters of Admiralty Bay, *Polish Polar Research*, Vol. 1, pp. 55-74.
- RAKUSA, SUSZCZEWSKI, S. (1980) Environmental conditions and the functioning of Admiralty Bay, *Polish Polar Research*, Vol. 1, pp. 11-27.
- SIEVERS H. A. (1982) Descripción de las condiciones oceanográficas físicas, como apoyo al estudio de la distribución y comportamiento del krill, *INACH, Serie Científica Nº 28*, pp. 87-136.
- ZIMMERMAN, J. T. F. (1979) On the Euler-Lagrange transformation and the Stokes drift in the presence of oscillatory and residual currents, *Deep-Sea Research*, Vol. 26 A, pp. 505-520.

**ROTÍFEROS DEL RÍO RECONQUISTA
(PROVINCIA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA):
FAMILIA BRACHIONIDAE (*)**

David Kuczynski (1)

RESUMEN

En el presente trabajo se hace una revisión de la familia Brachionidae (Rotifera) en el río Reconquista, ubicado en el N.E. de la provincia de Buenos Aires. Se analizan las especies pertenecientes a los géneros *Keratella*, *Notholca*, *Anuraeopsis*, *Platyias* y dos nuevas citas de *Brachionus*.

Se discute su variabilidad morfológica y su distribución geográfica, con especial referencia a Sudamérica. Gran parte del material presenta diferencias con respecto a la literatura mundial, describiéndose variedades ecotípicas de *Keratella procurva* y de *K. lenzi*. Por otra parte, *K. hispida* y *Anuraeopsis fissa* "f. *urawensis*" se registran por primera vez para la Argentina, y *Keratella procurva*, *K. serrulata* "f. *curvicornis*", *Brachionus mirabilis* y *B. budapestinensis* para la provincia de Buenos Aires.

Se discute el status taxonómico de *B. mirabilis*, así como la invalidación de *B. variegatus*.

SUMMARY

**Rotifers from Reconquista River (Buenos Aires Province, Argentina):
Family Brachionidae**

Species belonging to Rotatorian genera *Keratella*, *Notholca*, *Anuraeopsis*, *Platyias* and *Brachionus* (2 new additions) from Reconquista River (North-Eastern Buenos Aires province, Argentina) are reviewed, and morphological variability as well as geographical distribution –specially related to South America– are discussed.

Many Reconquista River specimens are at variance with descriptions reported from different parts of the World. Ecotypic variants of *Keratella procurva* and *K. lenzi* are described. *K. hispida* and *Anuraeopsis fissa* "f. *urawensis*" are reported for the first time for Argentina, and *Keratella procurva*, *K. serrulata* "f. *curvicornis*", *Brachionus mirabilis* and *B. budapestinensis* for the Buenos Aires province.

The taxonomic status of *B. mirabilis*, as well as the invalidity of *B. variegatus* are also discussed.

(*) Contribución Científica N° 42 del Instituto de Ecología y Contaminación Ambiental.

(1) Instituto de Ecología y Contaminación Ambiental, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Morón, Cabildo 134, 1708 Morón, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

INTRODUCCION

El río Reconquista, ubicado en las zonas oeste y norte del Gran Buenos Aires, viene recibiendo una marcada influencia antropógena, al atravesar sitios de alta densidad demográfica e industrial (Kuczynski, 1981).

El estudio de su zooplancton fue iniciado por Kuczynski (1984, 1989a). A lo largo del ciclo anual, los rotíferos pertenecientes a la familia Brachionidae casi siempre superan cuantitativamente al resto del zooplancton (Kuczynski, M.S). Recientemente, Kuczynski (1991) realiza una revisión del género *Brachionus* en este río, discutiendo la variabilidad morfológica de sus especies, con la presencia de algunas variedades ecotípicas, describiendo nuevos taxa para la ciencia y aportando nuevos datos de distribución geográfica.

En el presente trabajo, se informa sobre otras dos especies de *Brachionus* y se registran las especies pertenecientes a los demás géneros de Brachionidae hallados en el río Reconquista: *Platyias*, *Keratella*, *Notholca*, y *Anuraeopsis*.

Las características del área de estudio y la metodología utilizada se explican en un trabajo anterior (Kuczynski, 1991). Todas las medidas están dadas en micrones.

Deseo expresar mi agradecimiento al Dr. Russell J. Shiel (Albury, Australia) por sus valiosos comentarios sobre taxonomía de rotíferos.

SISTEMATICA

Familia Brachionidae Wesenber-Lund, 1899
(*Partim* Kutikova, 1970)

Género *Keratella* Bory de St. Vincent, 1822

Clave de las especies de *Keratella* registradas en el río Reconquista:

- 1a Placa dorsal con una quilla media. La lórica termina en una única espina posterior de ubicación media *K. hispida*
 1b Placa dorsal con una hilera de placas en su parte media. Las espinas posteriores, si están presentes, de inserción lateral o sublateral 2
 2a Placa posteromediana ausente *K. serrulata*
 2b Placa posteromediana presente 3
 3a Lórica con la parte caudal redondeada *K. lenzi*
 3b Lórica con la placa caudal no redondeada 4
 4a Placa posteromediana hexagonal *K. tropica*
 4b Placa posteromediana pentagonal *K. procurva*

Keratella procurva (Thorpe, 1891)
(Figs. 4-9)

Gran parte del material analizado posee diferencias morfológicas respecto a la descripción original de Thorpe y a las variaciones mencionadas posteriormente, presentando tanto el cuerpo más largo y más delgado como las espinas posteriores proporcionalmente más largas que las referencias correspondientes a diversos lugares del Mundo (Ahlstrom, 1943; De Ridder, 1977; Koste, 1978; Koste y Shiel, 1980; Turner, 1987).

Las espinas caudales, sublateralmente insertas, representan 1/4 a 1/3 del largo total. La espina caudal izquierda es muy variable, desde ligeramente más corta que la derecha (fig. 4) hasta ausente (figs. 5,7). La línea que separa las dos placas carinales marginales puede bifurcarse, apareciendo

una pequeña placa marginal adicional. La escultura de la lórica presenta granulaciones o puntuaciones de diversa intensidad, registrándose ejemplares con la superficie lisa, sin detalles visibles.

Medidas:

	Ejemplares con línea carinal simple, sin placa adicional		Ejemplares con línea carinal bifurcada, con placa marginal adicional	
	n = 25		n = 25	
	\bar{X}	Rango	\bar{X}	Rango
Largo total	221.1	213-234	226.5	216-248
Ancho máximo	76.3	74-82	76.1	71-82
Espinas anteriores laterales	21.5	19-25	25.2	23-27
Espinas anteriores medianas	30.1	28-32	33.0	32-35
Espina posterior derecha	69.2	60-80	67.4	57-75
Espina posterior izquierda	28.3	0-55	23.5	0-38

Distribución: Pantropical y pansubtropical. En Argentina, fue registrada para las provincias de Santa Fe (Paggi, 1973) y Santiago del Estero (José de Paggi, 1989). La presente nota constituye el primer hallazgo para la provincia de Buenos Aires.

En Sudamérica, fue también citada para Venezuela y Brasil (Turner, 1987), en donde aparentemente alcanza su mayor distribución (Pejler, 1977).

Observaciones: En las descripciones existentes en la literatura, las dos placas posterocarinales se unen formando una línea longitudinal media que se extiende desde la placa pentagonal hasta el borde caudal de la lórica. Aunque parte de nuestro material coincide con esta descripción, muchos ejemplares del río Reconquista poseen dos líneas saliendo del extremo posterior del pentágono, conformándose así una pequeña placa accesoria de forma triangular, que se observó tanto en individuos con ambas espinas posteriores bien desarrolladas (fig. 8) como en aquellos con la espina posterior izquierda ausente (fig. 7).

No existen antecedentes al respecto, salvo el registrado en un lago chileno por Thomasson (1963), quien lo atribuye a *K. tropica* con el campo marginal posteromediano ("remanente") reducido. Consideramos errónea esa asignación, ya que se precisarían modificaciones genéticas mucho más sencillas para obtener una simple división posterior a una placa pentagonal preexistente que para modificar radicalmente una placa hexagonal, alterar los márgenes internos de las placas laterales, reducir la placa "remanente" posterior y cambiar su forma. Variaciones similares con otras especies de *Keratella* se han observado recientemente en Nueva Zelanda (Shiel, com. pers.), y en el estado actual de la taxonomía de rotíferos (Koste y Shiel, 1989), nuestro hallazgo debe ser considerado como una variedad ecotípica de *K. procurva*.

No hallamos ningún individuo con las características señaladas por José de Paggi (1989), para ambientes de Santiago del Estero. En el río Reconquista, los ejemplares de *K. procurva* son más delgados y alcanzan mayor tamaño que los registrados hasta ahora en la Argentina.

Keratella tropica (Apstein, 1907)

(Figs. 1-3)

Aunque el contorno del cuerpo oscila desde oval (fig. 1) a barriliforme (fig. 2), el material observado presenta poca variabilidad morfológica en el largo relativo de las espinas, tanto anteriores como posteriores: las espinas anteriores laterales alcanzan las 3/4 partes de las medianas; la espina posterior izquierda es siempre mayor de 1/4 (generalmente hasta 2/3) del largo de la espina posterior derecha, y esta última corresponde a la tercera parte del largo total. La lóricia presenta una escultura de gránulos o pústulas muy fuertemente marcados, y ocasionalmente un punteado claramente destacable.

Medidas: (n = 30)

	\bar{X}	Rango
Largo total	207.6	183-228
Ancho máximo	71.4	66-75
Espinas anteriores laterales	18.2	15-21
Espinas anteriores medianas	24.6	21-28
Espina posterior derecha	69.3	57-83
Espina posterior izquierda	32.7	18-46

Distribución: Pantropical, frecuente también en zonas templadas. Común en Sudamérica (Araya y Zúñiga, 1985; Koste y José de Paggi, 1982; Koste et al., 1984; Neumann-Leitao, 1986).

Ampliamente distribuido en Argentina (José de Paggi, 1989, 1990), extendiéndose hasta la región Patagónica (Kuczynski, 1987, 1989b; Marinone y Zagarese, 1991; Paggi, 1981). En la provincia de Buenos Aires, fue citado para diversos cuerpos lénticos (López et al., 1991; Olivier, 1965; Ringuet et al., 1967) y para algunos ríos de la subcuenca del Delta (Modenutti y Claps, 1988).

Observaciones: *K. tropica* es una especie marcadamente polimórfica, especialmente en lo que atañe al largo de las espinas (Egborge y Ogbekene, 1986; Green, 1980; Saksena y Sharma, 1986), lo cual ha originado la descripción de diferentes formas (Koste, 1978). Aunque algunos autores mencionan una influencia de la temperatura en el desarrollo de las espinas en *Keratella* (Gallagher, 1957; Pejler, 1962), nuestro material resulta bastante uniforme, pese a haberse tomado las muestras tanto en épocas invernales como estivales, no registrándose formas exuberantes o muy reducidas como las citadas frecuentemente en la literatura (Ahlstrom, 1943; Koste, 1978; Marinone y Zagarese, 1991).

Por otra parte, puede destacarse la presencia regular en las muestras de copépodos y cladóceros, circunstancia considerada como un factor importante en el desarrollo de las espinas (Green, 1980; Stemberger y Gilbert, 1984). El índice "largo de la espina caudal derecha/largo total", que Marinone y Zagarese (1991) describen como un indicador de variabilidad fenotípica en *K. tropica* influenciado por la densidad de sus predadores, resulta prácticamente constante. Sólomente en los ejemplares de mayor tamaño (largo total > 220) la espina posterior derecha tiende a ser proporcionalmente un poco más larga.

Tampoco se encontraron especímenes con la escultura de la placa dorsal simplificada o con las facetas poco marcadas, como las descritas por Marinone y Zagarese (1991). Nuestras observaciones refuerzan las conclusiones de Egborge y Ogbekene (1986) en cuanto a que el fenómeno de

cicломorfosis en *K. tropica* se debe a una mayor influencia de los factores biológicos y genéticos que de los climáticos y físico-químicos.

Karatella lenzi Hauer, 1953

(Figs. 10-12)

Muchos de nuestros ejemplares poseen algunas diferencias con la descripción de Hauer y con las referencias posteriores. La lórica, redondeada caudalmente, puede presentar una espina posterior derecha, de inserción sublateral (figs. 11-12) cuyo largo alcanza algo más de 1/2 de la longitud de las espinas anteriores medianas. La superficie del cuerpo está fuertemente granulada.

Medidas: (n = 30)

	\bar{X}	Rango
Largo total (sin la espina posterior)	146.4	138-153
Ancho máximo	76.6	71-82
Espinas anteriores laterales	23.9	19-25
Espinas anteriores medianas	30.1	28-32
Espina posterior	14.8	11-18

Distribución: Ambientes tropicales y subtropicales. Aparentemente común en Sudamérica, citada con frecuencia para Brasil (Hauer, 1953, 1965; Koste, 1972; Koste y José de Paggi, 1982; Koste y Robertson, 1983; Koste et al., 1984; Reid y Turner, 1988; Schaden, 1978; Turner, 1987).

En la Argentina, fue registrada en las provincias de San Luis, San Juan, Tucumán, Santiago del Estero, Chaco, Corrientes, Santa Fe y Buenos Aires (José de Paggi, 1990; Olivier, 1965).

Observaciones: La presencia de una espina posterior se registra por primera vez a nivel mundial. En el estado actual de la sistemática del género, lo consideramos como una variedad ecotípica de *K. lenzi*.

Muchos ejemplares del río Reconquista, posean o no dicha espina posterior, tienen una lórica proporcionalmente más ancha que el material descrito por Hauer (1953).

Keratella serrulata (Ehrenberg, 1838)

(Fig. 13)

En el río Reconquista, la especie está representada exclusivamente por ejemplares sin espinas posteriores, descritos como *K. serrulata* "f. *curvicornis*" Rylov, 1926. Esta forma solamente había sido registrada en Sudamérica para las provincias argentinas de Santa Fe (Paggi y José de Paggi, 1973) y Chaco (Martínez y Frutos 1986).

Las medidas en general coinciden con las de la literatura, pero algunos de nuestros especímenes presentan el cuerpo más largo y más estrecho que los citados para el Paraná Medio (Paggi y José de Paggi, 1973).

Medidas: (n = 15)

	\bar{X}	Rango
Largo total	212,4	200-230
Ancho máximo	102,0	100-106
Espinas anteriores laterales	32,2	26-35
Espinas anteriores medianas	55,3	43-65

Observaciones: *K. serrulata* fue considerada una especie restringida a ambientes ácidos, especialmente charcas con *Sphagnum* (Koste, 1978; Ruttner-Kolisko, 1974). Sin embargo, nuestras muestras corresponden a aguas alcalinas (pH 7, 5-8, 1), en forma similar a lo ocurrido para Santa Fe (Paggi y José de Paggi, 1973).

Keratella hispida (Lauterborn, 1898)

(Figs. 14-15)

Lórica oval, con su porción más ancha ubicada en la mitad o un poco por debajo de la mitad del cuerpo. Relación "ancho máximo/largo total" 0,42-0,44. Placa dorsal con su tercio superior ocupado por una placa media frontal, de forma pentagonal, de cuyo vértice inferior sale una quilla media que se extiende hasta el borde posterior de la lórica, y que separa dos placas anterocarinales y dos placas posterocarinales prácticamente simétricas.

Margen anterior con seis espinas, las medianas más largas. La lórica se prolonga en una espina media, recta, relativamente corta, representado entre 1/5 y 1/4 la longitud del resto del cuerpo, y manteniéndose en el mismo eje del cuerpo en el sentido anteroposterior (fig. 15).

El modelo de facetación es en general poco pronunciado, pudiendo llegar a ser apenas visible. Toda la superficie de la lórica se encuentra cubierta por pequeñas espinitas.

Medidas: (n = 25)

	\bar{X}	Rango
Largo total	148,9	145-151
Ancho máximo	63,0	60-65
Espinas anteriores laterales	14,1	13-15
Espinas anteriores intermedias	10,1	9-11
Espinas anteriores medianas	21,8	20-23
Espina caudal	25,9	23-31

Distribución: Aparentemente cosmopolita. Esta especie se registra por primera vez para la Argentina.

Observaciones: *K. hispida* se encuentra muy próxima a *K. cochlearis*, y frecuentemente fue incluida en el amplio y polimórfico "grupo-cochlearis" (Koste, 1978; Ruttner-Kolisko, 1974). Hofmann (1980, 1983) analiza su diferenciación y demuestra que *K. hispida* debe ser considerada con status específico. En el presente trabajo seguimos este criterio, como fue considerado luego por otros autores (Koste y Shiel, 1987).

Los ejemplares del río Reconquista suelen ser más pequeños que los hallados en otras partes del Mundo. Además, la espina caudal es proporcionalmente más corta y con una base más ancha que en el material analizado por Lauterborn (1898) y Ahlstrom (1943), y que los especímenes de América Central estudiados por De Ridder (1966).

Género *Notholca* (Gosse, 1886)

Notholca acuminata (Ehrenberg, 1832)

(Figs. 16-22)

Lórica alargada, fusiforme, relación "largo total/ancho máximo" entre 2,40 y 2,58. Margen anterior dorsal con seis espinas cortas y puntiagudas, las medianas más largas que las laterales y unas tres veces más que las intermedias, separadas por un seno en forma de U. Margen anterior ventral ondulado o lobado, con un seno central ancho y poco profundo (fig. 19). La lórica se adelgaza posteriormente, terminando en un apéndice corto de forma muy variable (figs. 18, 20-22).

Medidas: (n = 80)

	\bar{X}	Rango
Largo total	241,3	230-257
Ancho máximo	97,6	92-103
Ancho en el margen anterior	64,5	60-68
Espesor máximo	72,3	70-75
Espinas anteriores laterales	19,6	18-21
Espinas anteriores intermedias	8,1	7-9
Espinas anteriores medianas	22,7	21-25
Profundidad del seno entre las espinas anteriores medianas	28,3	25-32
Largo del apéndice caudal	17,4	11-25
Ancho del apéndice caudal	19,5	16-26

Distribución: Se trata de una especie politépica, de amplia distribución (Berzins, 1960; Kutikova, 1980; Ruttner-Kolisko, 1974). En Sudamérica, sólo ha sido registrada en la Argentina, para las provincias de Santa Cruz, Río Negro, La Rioja, Santa Fe y Buenos Aires (Daday, 1902; De Ferrato, 1967; José de Paggi, 1990; Modenutti y Claps, 1988; Olivier, 1961; Ringuelet et al., 1967).

Observaciones: Las dimensiones de los ejemplares del río Reconquista se encuentran dentro del rango registrado en la literatura (Björklund, 1972; Koste, 1978) aunque en general la lórica es algo más angosta que en el material analizado por Focke (1961).

Género *Anuraeopsis* Lauterborn, 1900

Anuraeopsis fissa (Gosse, 1851)

(fig. 23)

Los ejemplares del río Reconquista presentan algunas diferencias en las proporciones corporales con respecto al material descrito por Paggi (1973). La lórica, delgada y sin ornamentación visible, es de contorno oval o suboval, aunque puede presentarse en forma de escudo o barril en especímenes fijados.

Medidas: (n = 12)

	\bar{X}	Rango
Largo total	74.6	73-76
Ancho máximo	61.8	58-63

Distribución: Probablemente cosmopolita, en ambientes tropicales y templados. En la Argentina, la forma típica fue citada para una laguna de Santa Fe (Paggi, 1973) y para algunos ríos de la subcuenca del Delta (Modenutti y Claps, 1988). Registrada también para Brasil (Gillard, 1967; Hauer, 1953; Murray, 1913; Thomasson, 1971) y Chile (Araya y Zúñiga, 1985; Thomasson, 1963).

Observaciones: Nuestro material presenta el cuerpo proporcionalmente más ancho que en las referencias bibliográficas (Berzins, 1962; Koste, 1978; Paggi, 1973), no hallando ningún ejemplar coincidente con la forma típica. Individuos con una placa dorsal particularmente ancha fueron descriptos por Sudzuki (1957) como *A. fissa* "f. *urawensis*". Los ejemplares del río Reconquista, sin embargo, tienen un tamaño más pequeño y de menor espesor que los atribuidos hasta ahora a dicha forma. En Sudamérica, *A. fissa* "f. *urawensis*" fue hallada solamente en un lago del Amazonas (Koste, 1974a), no registrándose previamente para la Argentina.

Anuraeopsis navicula Rousselet, 1910

(Fig. 24)

Especie pantropical y pansubtropical, citada en Sudamérica para Brasil (Ahlstrom, 1938; Hauer, 1953), Chile (Araya y Zúñiga, 1985) y Argentina. En nuestro país, fue hallado en las provincias de Santa Fe, Buenos Aires y Tucumán (José de Paggi, 1989, 1990; Paggi, 1973). Poco representada en el río Reconquista, en donde coincide con la forma típica.

Medidas: (n = 10)

	\bar{X}	Rango
Largo total	97.2	94-100
Ancho máximo	55.0	53-56

Género *Platyias* Haring, 1913

Platyias quadricornis (Ehrenberg, 1832)

(Fig. 25)

Todos los ejemplares observados presentan el cuerpo fuertemente granulado, con el modelo de facetación de la placa dorsal correspondiente a la forma típica.

Medidas: (n = 25)

	\bar{X}	Rango
Largo total	265.8	210-273
Ancho máximo	187.3	145-215
Espinas anteriores medianas	57.2	52-62
Espinas posteriores	29.6	26-31

Distribución: Cosmopolita. Ampliamente distribuido en Sudamérica (Araya y Zúñiga, 1985; Neumann-Leitao et al., 1989; Turner, 1990). En Argentina, fue registrada para las provincias de Tucumán, Santiago del Estero, Chaco, Corrientes, Santa Fe, Buenos Aires, Mendoza, Neuquén y Río Negro (José de Paggi, 1990; Kuczynski, 1987, 1989b; Wierzejski, 1892).

Observaciones: La mayoría de nuestros ejemplares presentan las espinas posteriores más reducidas que en las descripciones de la literatura (Ahlstrom, 1940; Wulfert, 1956), aunque el tamaño corporal es mayor que el atribuido hasta el momento a *P. quadricornis* "f. *brevispinus*" (Daday, 1905).

Género *Brachionus* Pallas, 1766

El género *Brachionus* en el río Reconquista fue revisado recientemente (Kuczynski, 1991), registrándose 12 especies que incluyen tres nuevos taxa para la ciencia. En el presente trabajo, se adicionan dos especies a dicha revisión:

Brachionus mirabilis Daday, 1897

(Figs. 27-28)

El material del río Reconquista es similar al descrito por José de Paggi (1982) para el Paraná Medio, diferenciándose por presentar las espinas anteriores de base más angosta, las anterolaterales proporcionalmente más largas y las espinas posteriores, tanto dorsales como ventrales, algo más cortas. La superficie de la lórica se encuentra suavemente punteada o granulada.

Medidas: (n = 15)

	X	Rango
Largo total	272,8	265-290
Ancho máximo	153,4	145-157
Espinas posteriores laterales	98,0	72-120
Espinas posteriores medianas	65,7	55-80
Huevo subitáneo	72 x 58	

Distribución: Ambientes tropicales y subtropicales. Ampliamente distribuido en Sudamérica (Koste y José de Paggi, 1982; Nuemann-Leitao, 1986). En Argentina, fue hallado en el río Paraná (José de Paggi, 1982, 1984, 1990). El presente trabajo constituye la primera cita para la provincia de Buenos Aires.

Observaciones: Algunos autores (José de Paggi, 1982, 1990; Koste, 1978, Koste y José de Paggi, 1982; Koste y Shiel, 1987) han tratado a *B. mirabilis* como una subespecie (es decir, una población geográficamente aislada) de *B. quadridentatus*. Sin embargo, en el río Reconquista hemos encontrado ejemplares de *B. mirabilis* y de *B. quadridentatus* en las mismas muestras, como ha ocurrido también para Brasil (Neumann-Leitao, 1986; Thomasson, 1971).

Además, aunque *B. quadridentatus* presenta una gran variabilidad en las características de sus espinas posterolaterales, las espinas que rodean la apertura del pie son prácticamente constantes, y no hay referencias sobre formas de transición entre *B. quadridentatus* y *B. mirabilis*, por lo que consideramos que a esta última debe asignársele status específico, como ya fue tratada por muchos autores (Ahlstrom, 1940; Daday, 1897, 1901, 1905; Dumont, 1983; Koste, 1972, 1974b; Ruttner-Kolisko, 1974; Thomasson, 1971).

Los ejemplares del río Reconquista coinciden con los rangos de tamaño dados en la bibliografía, aunque algunos presentan el cuerpo proporcionalmente más ancho y las espinas posteriores algo más cortas que las descripciones correspondientes a otras partes del Mundo (Ahlstrom, 1940; Koste y Shiel, 1987).

Krau (1962) describe a *B. variegatus* nov. sp., aparentemente sobre la base de un único ejemplar hallado en una muestra proveniente del estado de Minas Gerais, Brasil, diferenciándolo de *B. mirabilis* en unos pocos detalles de escaso valor taxonómico. Pese al incremento de los estudios sobre rotíferos brasileños y a sus numerosas publicaciones de los últimos años (e.g., Hauer, 1965; Koste, 1972, 1974a, 1974b; Koste et al., 1984; Neumann-Leitao, 1986; Neumann-Leitao y Nogueira-Paranhos, 1989; Neumann-Leitao et al., 1989; Reid y Turner, 1988) la especie no fue citada con posterioridad. Nuestros ejemplares muestran la porción posterior de la lórica coincidente con la descripción de Krau, pero poseen el resto de las características típicas de *B. mirabilis*, por lo cual consideramos que *B. variegatus* debe invalidarse, y ser tratado como un sinónimo de *B. mirabilis*.

Brachionus budapestinensis Daday, 1885

(Fig. 26)

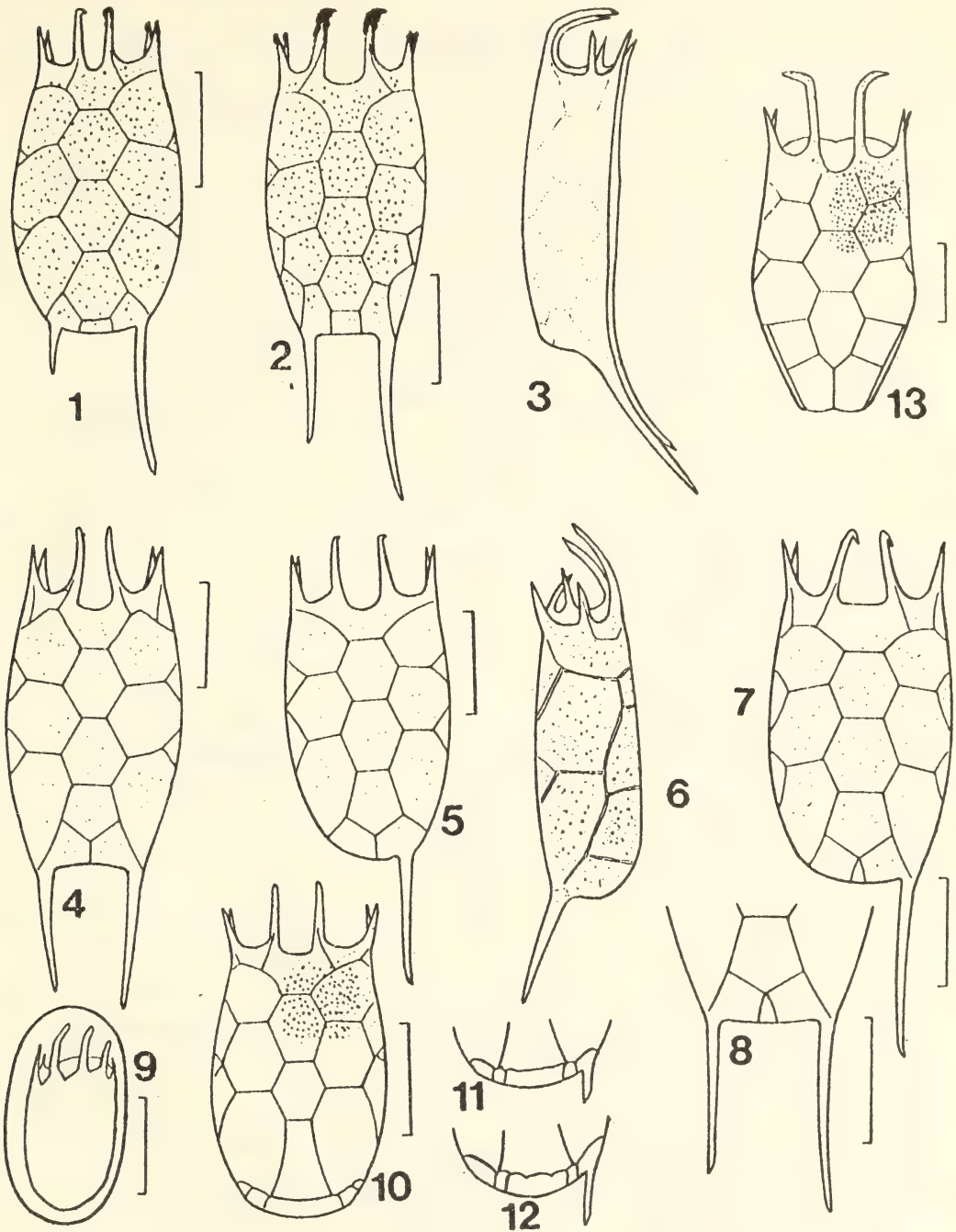
Nuestros ejemplares presentan algunas diferencias con respecto a los descritos por Paggi (1973) para los alrededores de la ciudad de Santa Fe, básicamente en el desarrollo de las espinas anteriores. Mientras que en el material de Paggi las cuatro espinas anteriores alcanzan una longitud similar, en el río Reconquista las espinas medianas son 1,6 a 1,8 veces más largas que las laterales, presentando además una lórica proporcionalmente algo más ancha y con algunas estrías o líneas longitudinales.

Medidas: (n = 12)

	\bar{X}	Rango
Largo total	144,3	143-147
Ancho máximo	102,8	99-105
Espinas anteriores laterales	27,0	26-28
Espinas anteriores medianas	15,2	14-17

Distribución: Cosmopolita. En Sudamérica, fue hallado en Brasil (Ahlstrom, 1938; Hauer, 1953; 1965; Neumann-Leitao, 1986; Reid y Turner, 1988) y en la provincia de Santa Fe, Argentina (José de Paggi, 1981, 1983, 1984, 1990; José de Paggi y Koste, 1988; Paggi, 1973; Paggi y José de Paggi, 1974). El presente trabajo constituye la primera cita para la provincia de Buenos Aires.

Observaciones: Muchos de nuestros ejemplares presentan el cuerpo proporcionalmente más ancho que el material analizado por Ahlstrom (1938, 1940).

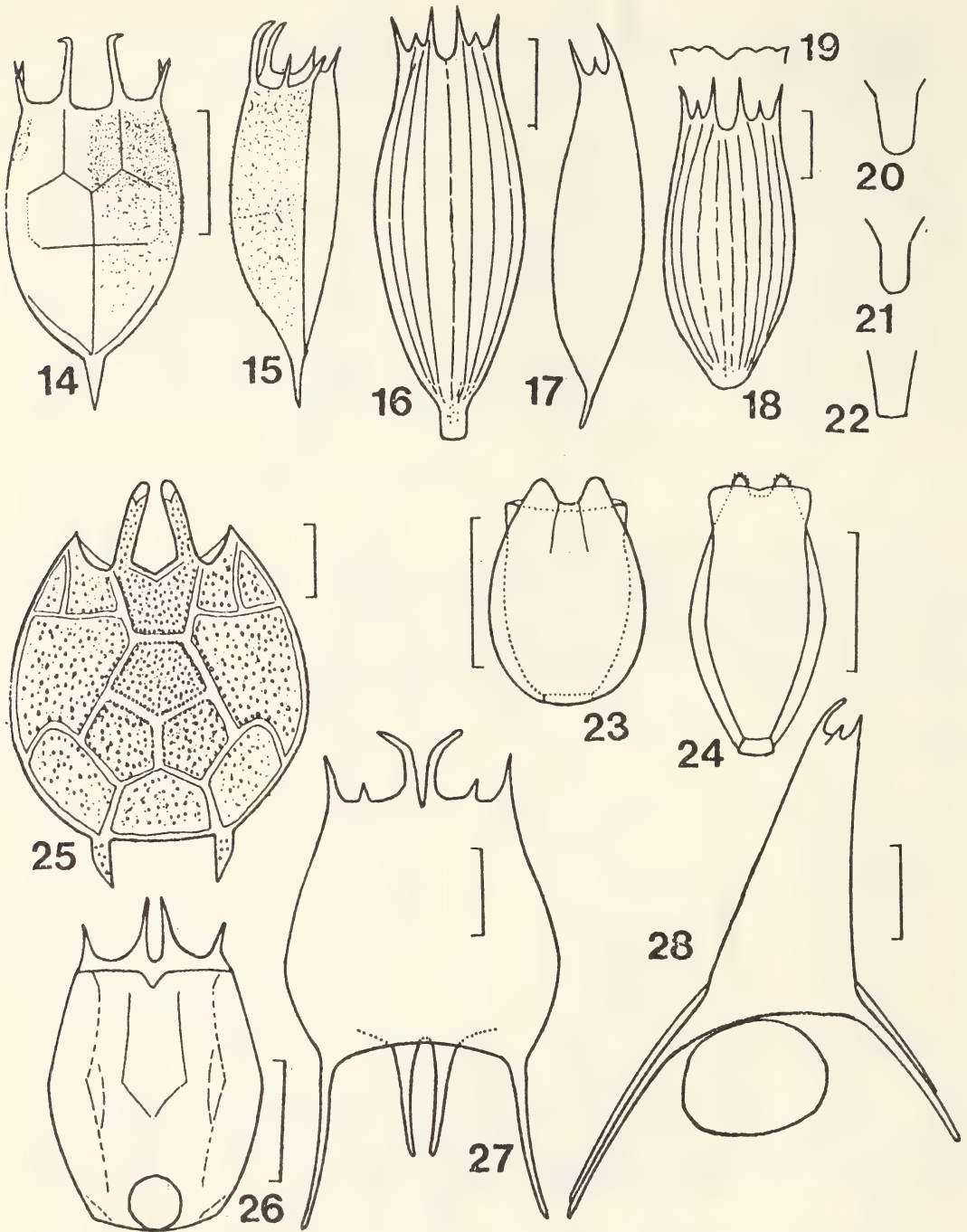


Figuras 1-3: *Keratella tropica*. 1-2: dorsal; 3:lateral.

Figuras 4-9: *K. procurva*. 4:ejemplar con la espina posterior izquierda ligeramente reducida, dorsal; 5: ejemplar sin espina posterior izquierda, dorsal; 6: idem, lateral; 7-8: ejemplares con una placa posterior triangular accesoria, dorsal; 9: huevo con embrión.

Figuras 10-12: *K. lenzi*. 10: forma "típica", dorsal; 11-12: porción caudal de ejemplares con una espina posterior derecha.

Figura 13: *K. serrulata*, dorsal. Escalas: 50 μ m.



Figuras 14-15: *Keratella hispida*. 14: dorsal; 15: lateral.

Figuras 16-22: *Notholca acuminata*. 16: dorsal; 17: idem, lateral; 18: ejemplar con porción caudal redondeada, dorsal; 19: idem, margen anterior ventral; 20-22: distintas formas de la porción caudal del cuerpo.

Figura 23: *Anuraeopsis fissa*, dorsal.

Figura 24: *A. navicula*, ventral.

Figura 25: *Platyas quadricornis*, dorsal.

Figura 26: *Brachionus budapestinensis*, ventral.

Figuras 27-28: *B. mirabilis*. 27: dorsal; 28: lateral. Escalas 50 μ m.

REFERENCIAS

1. AHLSTROM, E. H., 1938. Plankton Rotatoria from Northeast Brazil. *Ann. Acad. Brasil. Sci.* 10: 29-50.
2. AHLSTROM, E. H., 1940. A revision of the rotatorian genera *Brachionus* and *Platytias* with descriptions of one new species and two new varieties. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 77: 143-184.
3. AHLSTROM, E. H., 1943. A revision of the rotatorian genus *Keratella* with description of three new species and five new varieties. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 80: 411-457.
4. ARAYA, J. M. Y L. R. ZUÑIGA, 1985. Manual taxonómico del zooplancton lacustre de Chile. Instituto de Zoología, Univ. Austral de Chile, *Bol. Inf. Limnol.* 8, 110 pp.
5. BERZINS, B., 1960. Fiches d'identification du zooplancton. Rotatoria IV: Brachionidae. *Cons. intern. Explor. mer* 87: 1-5.
6. BERZINS, B., 1962. Revision der Gattung *Anuraeopsis* Lauterborn (Rotatoria). *K. Fysiogr. Sällsk. Lund Förh.* 32: 33-47.
7. BJORKLUND, B.G., 1972. Taxonomic and ecological studies of species of *Notholca* (Rotatoria) found in sea- and brackish water, with description of a new species. *Sarsia* 51: 25-66.
8. DADAY, E., 1897. Uj-Guineai Rotatoriak. *Math. Termész. Ertes.* 15: 131-148.
9. DADAY, E., 1901. Mikrokpische Süswassertiere aus Deutsch Neu-Guinea. *Termész. füzetek* 24: 1-56.
10. DADAY, E., 1902. Mikroskopische Süswassertiere aus Patagonien, gesammelt von Dr. F. Silvestri. *Termész. füzetek* 25: 201-310.
11. DADAY, E., 1905. Untersuchungen über die Süswasser-Mikrofauna Paraguays. *Zoologica* 44: 1-374.
12. DUMONT, H. J., 1983. Biogeography of rotifers. *Hydrobiologia* 104: 19-30.
13. EGBORGE, A.B.M. y L. OGBEKENE, 1986. Cyclomorphosis in *Keratella tropica* of Lake Asejire, Nigeria. *Hydrobiologia* 135: 179-191.
14. FERRATO, A. M. de., 1967. Zooplancton. In: Orellana, I. A., Estudio limnológico de la laguna Paiva (Provincia de Santa Fe, Argentina). *Physis* 74: 169-186.
15. FOCKE, E. 1961. Die Rotatoriengattung *Notholca* und ihr Verhalten im Salzwasser. *Kiel. Meersfors.* 17: 190-205.
16. GALLAGHER, J. J., 1957. Cyclomorphosis in the rotifer *Keratella cochlearis* Gosse. *Trans. Am. Micros. Soc.* 76: 197-203.
17. GILLARD, A., 1967. Rotifères de l'Amazonie. *Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg.* 43: 1-19.
18. GREEN, J., 1980. Asymmetry and variation in *Keratella tropica*. *Hydrobiologia* 73: 241-248.
19. HAUER, J., 1953. Zur Rotatorienfauna von Nordostbrasilien. *Arch. Hydrobiol.* 48: 154-172.
20. HAUER, J. 1965. Zur Rotatorienfauna des Amazonasgebietes. *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* 50: 341-389.
21. HOFMANN, W., 1980. On morphological variation in *Keratella cochlearis* populations from Holstein Lakes (Northern Germany). *Hydrobiologia* 73: 255-258.
22. HOFMANN, W., 1983. On temporal variation in the rotifer *Keratella cochlearis*: the question of Lauterborn cycles. *Hydrobiologia* 101: 247-254.
23. JOSE DE PAGGI, S., 1981. Variaciones temporales y distribución horizontal del zooplancton en algunos cauces secundarios del río Paraná Medio. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 16: 185-199.
24. JOSE DE PAGGI, S., 1982. Contribución al conocimiento de la fauna argentina de rotíferos. III. Nuevos registros específicos en ambientes del río Paraná Medio. *Neotropica* 28 (80): 117-124.
25. JOSE DE PAGGI, S., 1983. Estudio sinóptico del zooplancton de los principales cauces y tributarios del valle aluvial del río Paraná: Tramo Goya-Diamante. I Parte. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral* 14: 163-178.

26. JOSE DE PAGGI, S., 1984. Estudios limnológicos en una sección transversal del tramo medio del río Paraná. X: Distribución estacional del zooplancton. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral* 15: 135-155.
27. JOSE DE PAGGI, S., 1989. Rotíferos de algunas provincias del Noroeste argentino. *Rev. Hydrobiol. Trop.* 22: 223-238.
28. JOSE DE PAGGI, S., 1990. Ecological and biogeographical remarks on the rotifer fauna of Argentina. *Rev. Hydrobiol. Trop.* 23: 297-311.
29. JOSE DE PAGGI, S., Y W. KOSTE, 1988. Rotifers from Saladillo river basin (Santa Fe province, Argentina). *Hydrobiología* 164: 3-11.
30. KOSTE, W., 1972. Rotatorien aus Gewässern Amazoniens. *Amazoniana* 3: 258-505.
31. KOSTE, W., 1974a. Rotatorien aus einem Ufersee des unteren Rio Tapajos, dem Lago Paroni (Amazonien). *Gewässer und Abwässer* 53: 43-68.
32. KOSTE W., 1974b. Zur Kenntnis der Rotatorienfauna der "schwimmenden Wiese" einer UferLagune in der Varzea Amazoniens, Brasilien. *Amazoniana* 5: 25-60.
33. KOSTE, W., 1978. Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas, 2 vols. Borträger. Berlin, 673 pp.
34. KOSTE, W. Y S. JOSE DE PAGGI, 1982. Rotifers of the Superorder Monogononta recorded from Neotropis. *Gewässer und Abwässer* 68/69: 71-102.
35. KOSTE, W., Y B. ROBERTSON, 1983. Taxonomic studies of the Rotifera from a Central Amazonian Varzea lake, Lago Camaleao (Ilha de Marchantaria, Rio Solimaes, Amazonas, Brasil). *Amazoniana* 8: 225-254.
36. KOSTE, W. Y R. J. SHIEL. 1980. New Rotifera from Australia. *Trans. Roy. Soc. S.Austr.* 104: 133-144.
37. KOSTE, W. Y R. J. SHIEL, 1987. Rotifers from Australian Inland Waters. II. Epiphanidae and Brachionidae (Rotifera: Monogonta). *Invertebr. Taxon.* 7: 949-1021.
38. KOSTE, W. Y R. J SHIEL, 1989. Classical taxonomy and modern methodology. *Hydrobiologia* 186/187: 279-284.
39. KOSTE, W., B. ROBERTSON Y E. HARDY, 1984. Further taxonomical studies of the Rotifers from Lago Camaleao, a Central Amazonian Varzea lake. Ilha de Marchanta, Rio Solimaes, Amazonas, Brazil. *Amazoniana* 8; 555-576.
40. KRAU, L., 1962. *Brachionus variegatus* nova espécie de Rotatoria (Brachionidae). *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 60: 389-391.
41. KUCZYNSKI, D., 1981. Ecología general del Oeste del Gran Buenos Aires. Introducción a su estudio. *Rev. Univ. Morón.* 6: 7-31.
42. KUCZYNSKI, D., 1984. Zooplancton (especialmente rotíferos) del río Reconquista (provincia de Buenos Aires). *Physis, Secc. B,* 102: 1-7.
43. KUCZYNSKI, D., 1987. The rotifer fauna of Argentina Patagonia as a potential limnological indicator. *Hydrobiología* 150: 3-10.
44. KUCZYNSKI, D., 1989a. Estudio biométrico en una población de *Brachionus bidentatus* (Rotifera, Brachionidae). *Rev. Brasil. biol.* 49: 341-345.
45. KUCZYNSKI, D., 1989b. Zooplankton of the Chubut River (Argentina), upstream and downstream of the Ameghino Dam. *An. Soc. Cient. Arg.* 219: 49-56.
46. KUCZYNSKI, D., 1991. Rotifers from Reconquista River, Argentina: The genus *Brachionus*, with descriptions of new species. *Hydrobiologia* 215: 135-152.
47. KUCZYNSKI, D., (M. S.). Variación temporal del zooplancton del río Reconquista, Argentina.
48. KUTIKOVA, L., 1980. On the evolutionary pathways of speciation in the genus *Notholca*. *Hydrobiologia* 73: 215-220.
49. LAUTERBORN, R., 1898. Vorläufige Mitteilung über den Variationskreis von *Anuraea cochlearis* Gosse. *Zool. Anz.* 21: 597-604.

50. LOPEZ, H., A. RODRIGUES CAPITULO, J. R. CASCIOтта y J. M. IWASZKIW, 1991. Caracterización limnológica preliminar de la laguna El Hinojo (Trenque Lauquen, provincia de Buenos Aires). *C.I.C., Situac. Ambiental pcia. Buenos Aires* 1: 1-42.
51. MARINONE, M. C. Y H. E. ZAGARESE, 1991. A field and laboratory study on factors affecting polymorphism in the rotifer *Keratella tropica*. *Oecologia* 86: 372-377.
52. MARTINEZ, C. C. Y S. M. FRUTOS, 1986. Fluctuación temporal del zooplancton en arroyos y esteros del Chaco Oriental (Argentina). *Ambiente subtr.* 1: 112-133.
53. MODENUTTI, B. E. y M. C. CLAPS, 1988. Monogononta Rotifers from Plankton and Periphyton of Pampasic Lotic Environments (Argentina). *Limnologica* 19: 167-175.
54. MURRAY, J., 1913. South American Rotifers. *J. Roy. Micr. Soc.* 1913: 229-246; 341-362; 449-454.
55. NEUMANN-LEITAO, S., 1986. Sistemática e Ecología dos Rotíferos (Rotatoria) planctonicos da área estuarina lagunar de Suape-Pernambuco (Brasil). UFPE, Depto. Oceanogr., Recife, 261 pp.
56. NEUMANN-LEITAO, S., y J. D. NOGUEIRA-PARANHOS, 1989. Zooplankton do rio Sao Francisco. Regiao Nordeste do Brasil. *Trab. Oceanogr. Univ. Fed. Pernambuco* 20: 173-196.
57. NEUMANN-LEITAO, S., J. D. NOGUEIRA-PARANHOS y F. B. DE SOUZA, 1989. Zooplankton do Açude de Apipucos. Recife, Pernambuco (Brasil). *Arq. Biol. Tecnol.* 32 (4): 803-821.
58. OLIVIER, S. R., 1961. Estudios limnológicos en la laguna Vitel (Buenos Aires, Argentina). *Publ. Téc. Agro* 6: 1-128.
59. OLIVIER, S. R., 1965. Rotíferos planctónicos de la Argentina. *Rev. Mus. La Plata* 63: 177-260.
60. PAGGI, J. C., 1973. Contribución al conocimiento de los rotíferos dulce-acuícolas de la República Argentina. *Physis* 85: 321-330.
61. PAGGI, J. C., 1981. Observaciones sobre el zooplankton de algunos lagos de la Patagonia extrandina. I. Rotíferos. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 16: 23-33.
62. PAGGI, J. C. y JOSE de PAGGI, S., 1973. Sobre algunos rotíferos nuevos para la fauna argentina. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral* 4: 49-60.
63. PAGGI, J. C. y JOSE de PAGGI, S., 1974. Primeros estudios sobre el zooplankton de las aguas lólicas del Paraná Medio. *Physis, Secc. B.*, 86: 91-114.
64. PEJLER, B., 1962. On the variation of the rotifer *Keratella cochlearis* (Gosse). *Zool. Bidrag. Uppsala* 35: 1-17.
65. PEJLER, B., 1977. On the global distribution of family Brachionidae (Rotatoria). *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 53: 255-306.
66. REID, J. W. y P. N. TURNER, 1988. Planktonic Rotifera, Copepoda and Cladocera from Lagos Acu and Viana, Brazil. *Rev. Brasil. Biol.* 48: 485-495.
67. de RIDDER, M., 1966. Rotifers from Nicaragua. *Hydrobiologia* 27: 238-247.
68. de RIDDER, M., 1977. Rotatoria of the Caribbean Region. *Studies on the Fauna of Curaçao and the other Caribbean Islands* 52 (171): 72-133.
69. RINGUELET, R. A., J. MORENO y E. FELDMAN, 1967. El zooplankton de las lagunas de la Pampa Deprimida y otras aguas superficiales de la llanura bonaerense (Argentina). *Physis* 74: 187-200.
70. RUTTNER-KOLISKO, A., 1974. Plankton Rotifers: biology and taxonomy. In: *die Binnengewässer* 26: 1-146.
71. SAKSENA, D. N. y S. P. SHARMA, 1986. Morphological form variation in a loricate rotifer, *Keratella tropica* Apstein from a perennial pond, Janaktal, Gwalior, India. *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* 71: 283-288.
72. SCHADEN, R., 1978. Zur Diversität und Identität amazonischer Rotatorienzoome. *Amazoniana* 6: 347-371.

73. STEMBERGER, R. S. y J. J. GILBERT, 1984. Spine development in the rotifer *Keratella cochlearis*: induction by cyclopoid copepods and *Asplanchna*. *Freshwater biology* 14: 639-647.
74. SUDZUKI, M., 1957. Studies on the egg-carrying types in Rotifera III. Genus *Anuraeopsis*. *Zool. Mag.* 66: 407-415.
75. THOMASSON, K., 1963., Araucarian lakes. Plankton studies in North Patagonia with notes on terrestrial vegetation. *Acta Phytogeogr. Suec.* 47: 1-139.
76. THOMASSON, K., 1971. Amazonien algae. *Mem. Instr. r. Sci. Nat. Belg.* 86: 1-57.
77. TURNER, P. N., 1987. *Keratella* rotifers found in Brazil, and a survey of *Keratella* rotifers from the Neotropics. *Amazoniana* 10: 223-236.
78. TURNER, P. N., 1990. The rotifer genus *Platyias* Haring (1913) in the Neotropics. *Acta Limnol. Brasil.* 3: 741-756.
79. WIERZEJSKI, A., 1892. Skorupiaki i wrotki (Rotatoria) słodkowodne Zebrane w Argentynie. *Rozprawy. Akad. Krakow*, ser. 2, 4: 229-246.
80. WULFERT, K., 1956. Die Rädertiere des Teufelssees bei Friedrichschagen. *Arch. Hydrobiol.* 51: 457-495.

ANALES DE LA SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

Director

Dr. Eduardo A. Castro

Comisión de Redacción

Dr. Luis A. Santalo - Dr. Jorge A. Arvia
Dr. Pedro J. Aymonino - Dr. Rubén H. Contreras
Dr. Jorge E. Wright - Dr. José María Gallardo
Dra. María H. Bertoni - Dr. Eduardo G. Gross
Dr. Horacio H. Camacho - Dr. José A. Castro
Ing. Agr. Ichiro Mizuno

Comisión Asesora

Dr. Andrés O. M. Stoppani, Dr. Pablo Negroni,
Ing. José S. Gandolfo y Dr. Pedro Cattáneo

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES



3 9088 01357 4108