

NERÍTICA

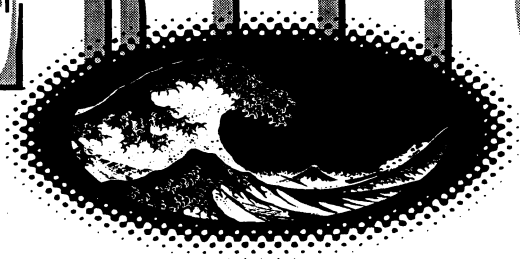


VOLUME
(1-2)1996

10

Editora
UFPR

NERÍTICA



NERÍTICA



VOLUME (1-2)1996 **10**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

Editora da Universidade Federal do Paraná

Centro Politécnico - Jardim das Américas

Caixa Postal 19.029

Fone: (041) 366-2323 - R. 3549 / 3550 - Fone/Fax: (041) 267-5973

81531-990 - Curitiba - Paraná - Brasil

Diretor da Editora da UFPR

Roberto Gomes

Revista *Nerítica* v. 10 (1/2)

Publicação anual do Centro de Estudos do Mar da UFPR

Indexada no Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts (ASFA)

Comissão editorial: Paulo da Cunha Lana e Frederico Pereira Brandini

Secretária: Dina Yassue Kagueyama

Endereço: Centro de Estudos do Mar - UFPR - Av. Beira Mar, s/nº

83255-000 - Tel. (041) 455-1333 - Fax (041) 455-1105

Editora de texto: Marildes Rocio Artigas Santos

Revisor: Renato Bittencourt Gomes

Revisão final: dos Autores

Editoração eletrônica: Jomar Domingues Ribas

Capa: Nexo Design

Série Revista da UFPR, n. 45

A *Revista Nerítica* poderá ser obtida, em permuta junto à

Biblioteca Central da UFPR/Seção de Intercâmbio

Caixa Postal 441 - 80001-970 - Curitiba - Paraná - Brasil

ISSN 0102 - 6224

Ref. 195

PRINTED IN BRAZIL

1997

PEDE-SE PERMUTA

WE ASK FOR EXCHANGE



SUMÁRIO

- 7 Size structure, sex ratio, and breeding season in two intertidal grapsid crab species from Mar Chiquita Lagoon, Argentina. SPIVAK, E. D.; ANGER, K.; BAS, C. C.; LUPPI, T. A.; ISMAEL, D.
- 27 Hydrography and zooplankton community structure: A comparative study among estuaries of the Juréia-Itatins ecological station (Southeastern Brazil). LOPES, R. M.
- 41 Benthic macrofauna of *spartina alterniflora* marshes and nearby unvegetated tidal flats of Paranaguá bay (Se Brazil). NETTO, S. A.; LANA, P. C.
- 57 Novas ocorrências de gastrópodes no litoral do Rio de Janeiro (Brasil). ABSALÃO, R. S.; PIMENTA, A. D.; COSTA, P. M. S.
- 69 A extração de corrupto, *callichirus major* (decapoda: callianassidae), para uso como isca em praias do litoral do Paraná: Características da pesca. BORZONE, C. A.; SOUZA, J. R. B.
- 81 Registro de ácaros de las familias hyadesiidae (acari: acaridida) y halacaridae (acari: actinedida) en el intermareal rocos de Mar del Plata, Argentina. MARTINEZ, P.A.; VALLARINO, E. A.; LUCERO, N. M.; SCELZO, M. A.

- 87 Variación estacional de la estructura comunitaria del bivalvo intermareal *Brachidontes rodriguezi* (D'Orbigny, 1846) en sustratos artificiales (Mar del Plata, Argentina). SCELZO, M. A.; ELIAS, R.; VALLARINO, E. A.; CHARRIER, M.; LUCERO, N.; ALVAREZ, F.
- 103 Recolonización de macro y meioinfauna en sedimentos defaunados con distintas concentraciones de gravas en la laguna costera de Mar Chiquita (Argentina). KATZ, C. L.; ELIAS, R.

SIZE STRUCTURE, SEX RATIO, AND BREEDING SEASON IN TWO INTERTIDAL GRAPSID CRAB SPECIES FROM MAR CHIQUITA LAGOON, ARGENTINA

Eduardo D. SPIVAK*
Klaus ANGER**
Claudia C. BAS*
Tomás A. LUPPI*
Deborah ISMAEL**

INTRODUCTION

Brachyuran crabs are typical epibenthic invertebrates inhabiting estuarine and protected coastal areas world-wide. In the intertidal and supratidal zones of such areas, frequently several species of Grapsidae or Ocypodidae may be found (Willason, 1981; Pillay & Ono, 1978; Seiple, 1979; Seiple & Salmon, 1987; Jones & Simons, 1982). Crabs belonging to these families form in general a typical and quantitatively important component of the fauna of tropical and temperate coastal lagoons (Barnes, 1980). They are also key species in “cangrejal” ecosystems (from spanish: cangrejo = crab); a particular brackish salt marsh ecosystem of eastern South America (Boschi, 1964, 1988).

Studies on ecological and life history traits of dominant species from “cangrejales” have become available only recently, including aspects of their population structure (Spivak & Politis, 1989; Spivak *et al.*, 1991; Gavio & Spivak, 1994a), their role as a prey for birds (Spivak & Sánchez, 1992), distribution and habitat preferences (Spivak *et al.*, 1994), fecundity, relative growth, and sexual dimorphism (Luppi *et al.*, 1994; Gavio & Spivak, 1994b; Gavio *et al.*, 1994), and the occurrence of their larvae in a coastal lagoon (Anger *et al.*, 1994). In other intertidal habitats, interspecific comparisons of life history patterns were made between intertidal crabs living at high

* Departamento de Biología Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Mar del Plata, c.c. 1245, 7600 Mar del Plata, Argentina.

** Biologische Anstalt Helgoland, Meeresstation, 27483 Hergoland, Germany.

or low tide levels, respectively (Pillay & Ono, 1978; Sciple, 1979; Sciple & Salmon, 1987), or between estuarine and marine species (Jones & Simons, 1982).

In the present study, adult population structure and reproductive patterns were investigated in two grapsid crabs, *Chasmagnathus granulata* and *Cyrtograpsus angulatus*. They are the dominant species in Mar Chiquita Lagoon, Argentina, the southernmost in a series of brackish coastal lagoons extending along the coasts of the southwestern Atlantic Ocean. *C. granulata*, which forms dense populations in "cangrejales" and other estuarine environments, coexists frequently with a fiddler crab, *Uca uruguayensis*. Both are a burrowing species which are widely restricted to fine sediment substrates in the upper intertidal fringe of brackish water zones. *C. angulatus* is predominantly found at the lower intertidal level and in the adjacent subtidal, but frequently also on rocky sea shores (Boschi, 1964; Spivak *et al.*, 1994).

STUDY AREA

Mar Chiquita is a shallow lagoon that covers 46 km², from 37° 32' to 37° 45'S and from 57° 19' to 57° 26'W. It is divided into a wide northern and a narrow southern part, the latter opens to the sea. A few small rivers feed it constantly with freshwater, while seawater enters and leaves it periodically with semidiurnal high tides, passing over a shallow sandbar in the mouth of the lagoon. The extent of water exchange depends on the tidal amplitude and the direction and speed of winds. The lagoon is characterized, at least in spring, by highly variable physical conditions and oligohaline waters frequently predominating over extended periods (Anger *et al.*, 1994).

This study was conducted in the southern part of the lagoon (Fig. 1). The area is bordered by marginal flats that are covered by *Spartina densiflora*; however, this plant has disappeared in most urban areas. Downwards the halophyte zone, there is a narrow tidal flat, bare of macrophytes, whose sediments are composed of fine sand, silt and clay carried by creeks and channels. The south and east of the marginal flats are covered by eolic sediments from coastal dunes, and sandy beaches border the mouth of the lagoon. At several places, consolidated pleistocene continental sediments appear (Fasano *et al.*, 1982).

Only scarce data are available about the climatic conditions at Mar Chiquita. Fig. 2 shows a few available measurements on monthly mean surface water temperature in the lagoon (only March to September; Alvarez *et al.*, 1983), and average maximum and minimum air temperatures at Mar del Plata Harbour, 35 Km south of it. July and January are the coldest and warmest months, respectively. Frosts occur occasionally during winter (June to September, rarely in May or October), with a maximum frequency (3 to 7) in July.

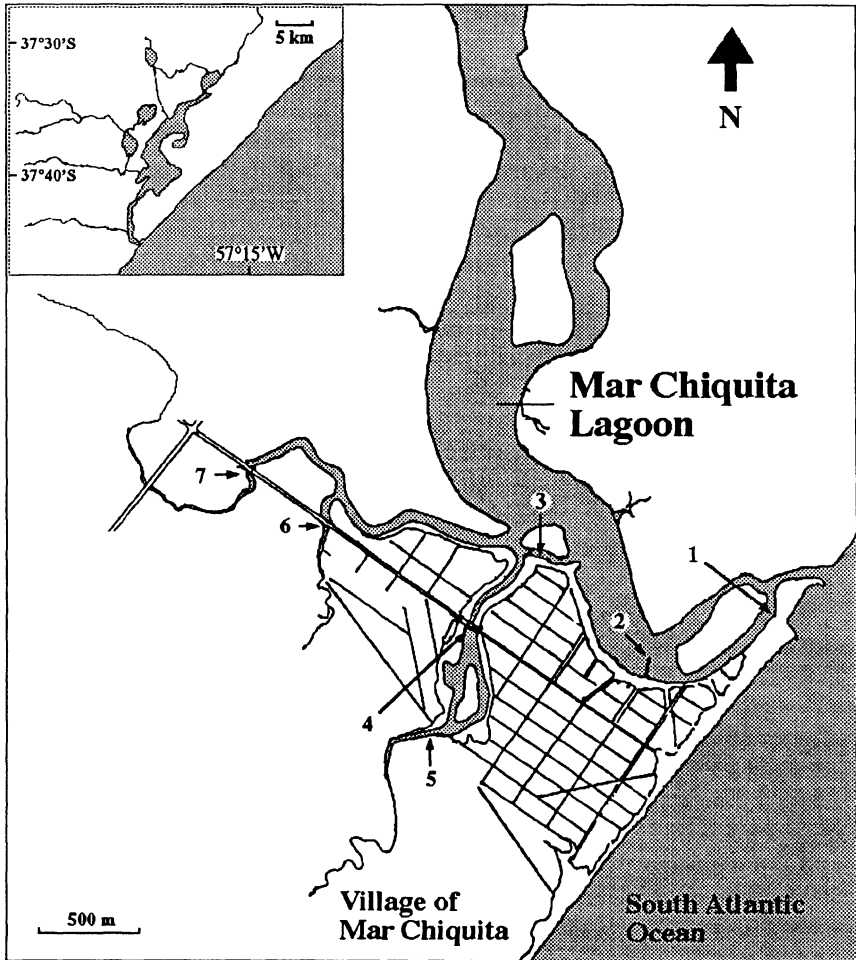


Fig. 1
Mar Chiquita lagoon, Argentina: study area and sampling sites (1 to 7)

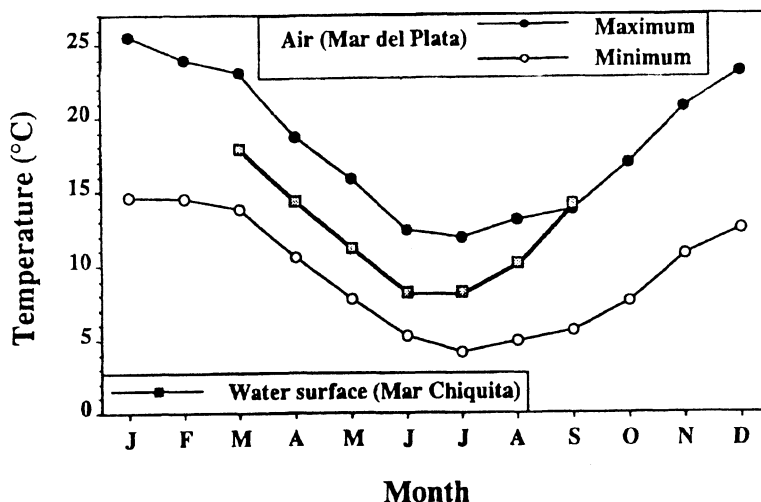


Fig. 2

Average maximum and minimum monthly air temperatures at Mar del Plata Harbour (1951-1960; data from: Anonymous, 1980); mean surface water temperature at Mar Chiquita (from Alvarez et al., 1982).

MATERIAL AND METHODS

A total of 7 sampling sites was chosen differing in their distance from the mouth and in habitat type (Fig. 1). Sites 1 (mouth), 2, and 3 are located in the lagoon proper, sites 4, 5, and 6 at the margins of a tidal creek, and 7 at a freshwater creek. Sites 5 (a typical "cangrejal" and 7 are farthest (2.8 and 3.3 km) from the mouth. A more detailed description of sediment characteristics and hydrographical conditions at these sampling sites was recently given by Spivak *et al.* (1994).

Collection of crabs

Cyrtograpsus angulatus and *Chasmagnathus granulata* co-exist in high numbers at site 2, while at all other sites only one species was frequent enough to allow for sampling (*C. angulatus* at sites 1, 4, 6, and 7; *C. granulata* at sites 3 and 5). Since in both species juveniles (< 20 mm) co-exist only rarely with conspecific adults (spatial segregation in different microhabitats; Spivak *et al.*, 1994), we examined exclusively adult stages.

We considered a minimum carapace size of 18 mm as an appropriate lower size limit for the definition of adults, because (1) we never observed males below this size in copulation, and (2) it represents the approximate lower size limit for ovigerous females. Juveniles <18 mm occurred only occasionally in our samples and were disregarded.

In November 18, 1991, and in February 3, April 2, and September 29, 1992, a total of 4270 adult *Cyrtograpsus angulatus* was collected at sites 1, 2, 4 and 6. At sites 2, 3 and 5, a total of 3088 *Chasmagnathus granulata* were collected (November 19, 1991, January 31, April 2 and September 29, 1992). At each of these collecting dates, the highest possible number of crabs was collected by hand during one ebb tide. All individuals were sexed, measured with a Vernier caliper (carapace width, CW, to the nearest 0.1 mm), and females were examined for the presence of eggs. Size frequency distribution (SFD; 2 mm size intervals), and total and operative sex-ratios (male:female, male:non ovigerous females, respectively) were determined for each species, sampling date, and site.

From November 1991 to April 1992 (spring to autumn), females were collected at all sites, at intervals of approximately 15 days. Due to bad weather conditions and a high water level in the lagoon, only site 1 was sampled in May, and no samples were obtained in June and July. Sampling continued, on a monthly basis, from August to November 1992. At site 3, females were collected separately from two different microhabitats ("wet mud" and "dry mud"), near to and far from the water edge, respectively. Each sample consisted of the highest possible number of females accessible during one low tide (22 to 337 individuals). Each female was examined for presence of eggs, and the percentage of ovigerous females within the total number of females (POF) was calculated for each site and species. A sample of eggs was taken from each ovigerous female for later microscopical examination of the embryonic stage, before the crabs were released.

Embryonic staging

Three embryonic stages were defined on the basis of microscopical examination. Eggs belonging to stage 1 were undifferentiated, the vitellum occupying from 70 to 100 % of their volume; stage 2 eggs showed chromatophores and evidence of segmentation, the vitellum occupying from 40 to 70 %; stage 3 eggs contained embryos with well-developed eyes and heart beat, the vitellum occupying less than 40 % of the egg volume.

Statistical procedures

Size-frequency distributions were analyzed for dominating size groups using the procedure described by MacDonald & Pitcher (1979). Size differences were compared by means of Kruskal-Wallis or Mann-Whitney U-tests. A Tukey-type nonparametric multiple comparison test (Zar, 1984, pp. 199-200) was used to determine between which of the sites there were significant differences. Sex ratios were tested for deviations from a hypothetical 1:1 ratio employing a goodness-of-fit test (Chi-square test; Zar, 1984; p. 40). Mann-Whitney U-tests were used to ascertain the significance of size differences between ovigerous and non-ovigerous adult females.

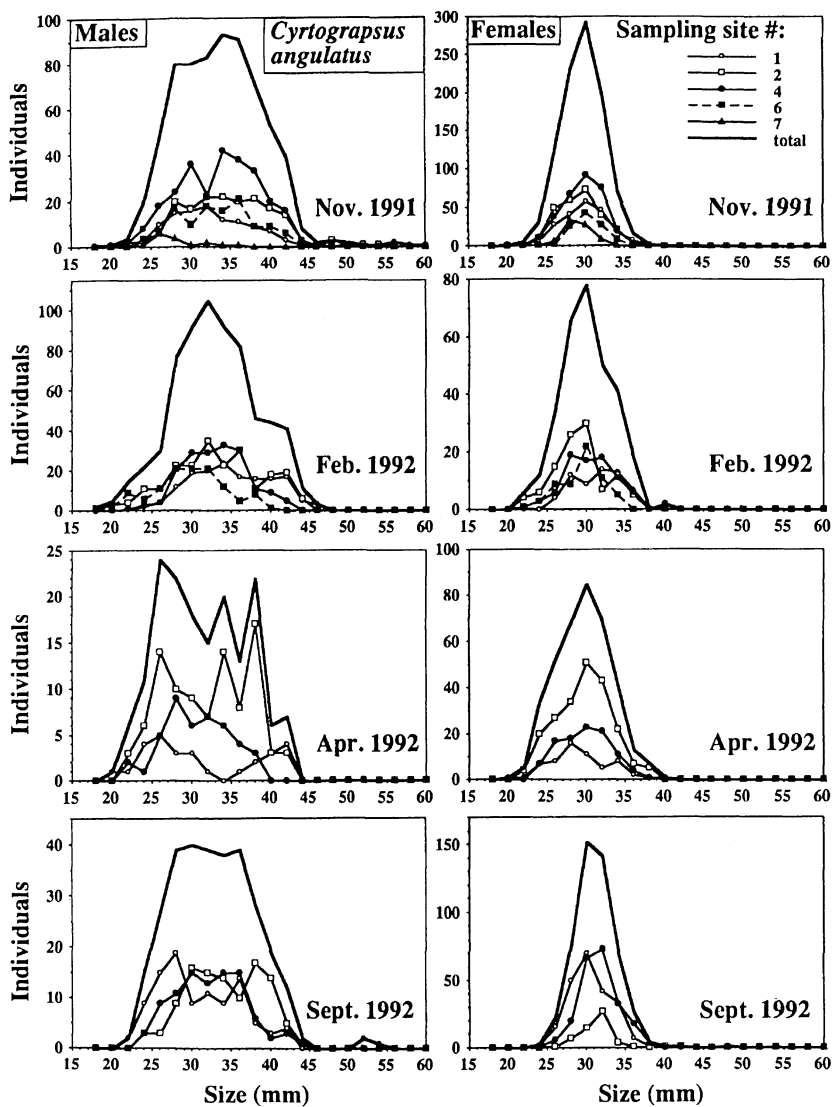


Fig. 3
Seasonal changes in size-frequency distribution (SFD) of males and females of *Cyrtograpsus angulatus* at different sampling sites.

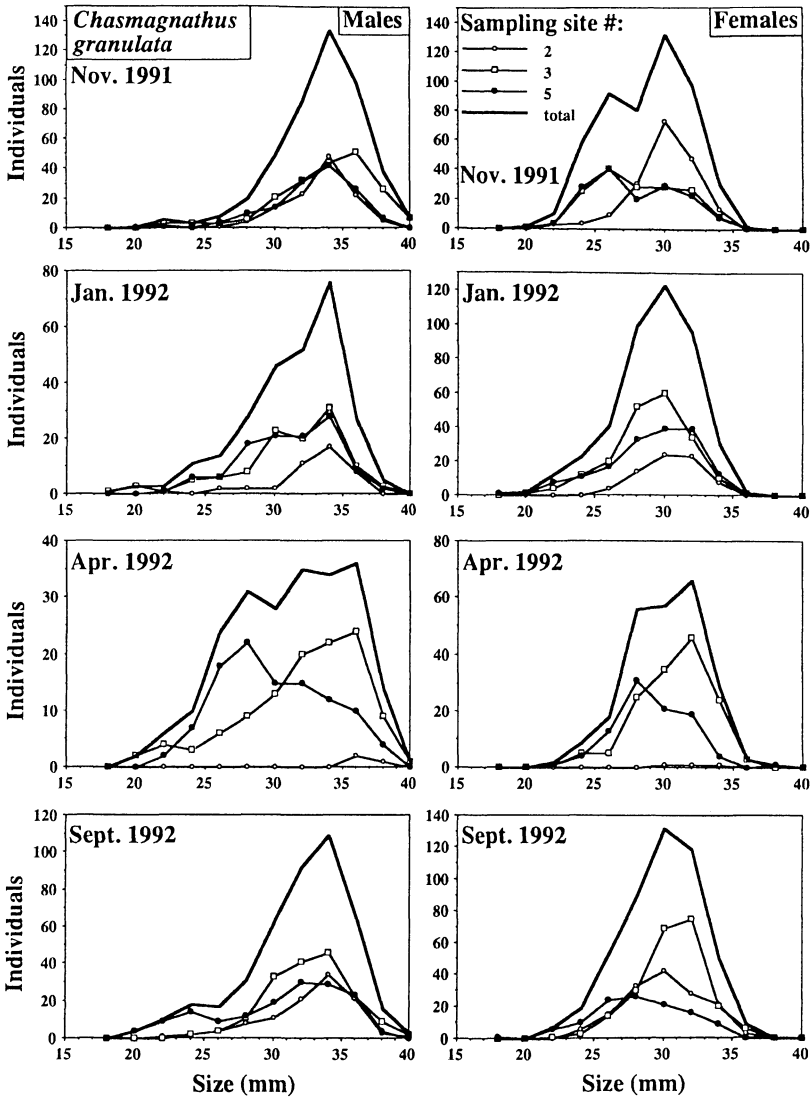


Fig. 4

Seasonal changes in size-frequency distributions (SFD) in males and females of *Chasmagnathus granulata* at different sampling sites.

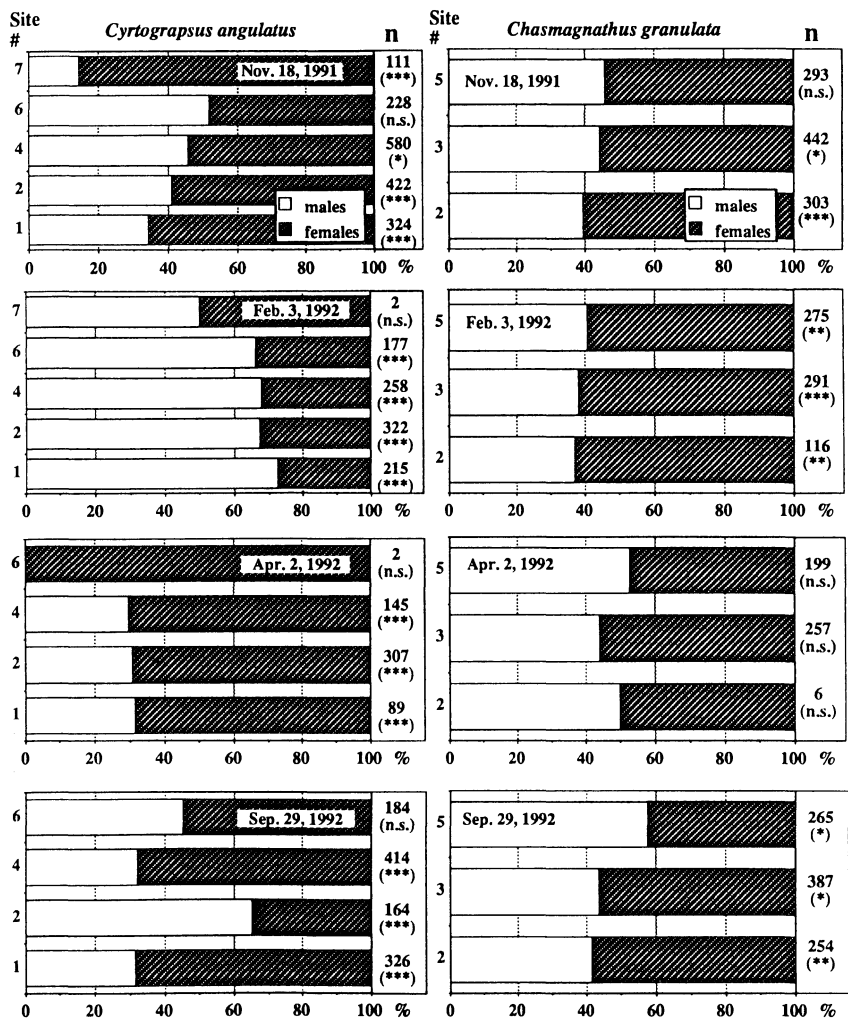


Fig. 5

Seasonal changes in sex ratio of *Cyrtograpsus angulatus* and *Chasmagnathus granulata* at different sampling sites. Tests for deviations from a hypothetical 1:1 ratio: goodness-of-fit test; n = number of observations; P=level of significance. with n.s. = not significant, *, **, ***: $P < 0.05$, < 0.01 , and < 0.001 , respectively).

RESULTS

Adult population structure

Cyrtograpsus angulatus was found at sites 1, 2, and 4 during all seasons, but at site 6 only in November 1991 and February 1992, and at site 7 only in November 1991 (size-frequency distribution, SFD, shown in Fig. 3). The total number of crabs collected in the intertidal zone was highest in late spring (November) and summer (February), minimum in autumn (April), and intermediate in early spring (end of September). SFD of males varied in spring and summer significantly among sites (Kruskall-Wallis test: $P < 0.001$), but not in autumn. A Tukey-type nonparametric test showed that crabs collected at site 7 and 6 were significantly smaller than those collected at all other sites in November 1991 and in February 1992, respectively. Three groups of crabs were identified in the SFD of males and further analysed statistically (MacDonald & Pitcher, 1979). In spring, mean carapace widths (CW) of these groups were calculated as 29, 37 and 53 mm, respectively. The latter group represented crabs near the maximum size of the species; they constituted less than 4% of the adult population (> 18 mm CW) at sites 1 and 2 in November 1991 and at site 1 in September 1992. In summer and autumn, again three groups were identified, with mean sizes of ca. 24-26, 32-30 and 39-37 mm, respectively, and no individuals with > 46 mm CW were found. As in males, SFD of females differed significantly among sites in spring and summer ($P < 0.001$), but not in autumn ($P > 0.1$). Among the significantly different SFD, the Tukey test did not allow for recognizing a clear pattern in relation to sampling sites. Female size structure was dominated throughout the year by a single size group (CW 30-32 mm). A few exceptionally large females were collected in September 1992 at sites 1 and 2 (maximum CW: 47.6 mm).

Chasmagnathus granulata was collected exclusively at sites 2, 3 and 5. Crabs were found at all three sites in spring and summer, but in autumn only at sites 3 and 5 (SFD: Fig. 4). The SFD varied in all seasons significantly among sites (Kruskall-Wallis and Mann-Whitney U tests; $P < 0.001$). The total number of crabs showed the same pattern as in *Cyrtograpsus angulatus*, with maximum numbers in spring and summer, and a minimum in autumn. The size structure of adult males (all sites pooled) was in general characterized by two groups, with mean CW of 24-27 and 34 mm, respectively (calculation method: MacDonald & Pitcher, 1979). Large crabs were mostly predominating; maximum CW was 39.5 mm. The size structure at site 5 changed dramatically in April, when smaller crabs (25-29 mm) became relatively more abundant; larger crabs remained predominant at site 3, but became scarce at site 2. In the following spring, two size groups (22-25 mm and 29-36 mm) were identified at site 5, while only one group (large crabs) was found at sites 2 and 3. Two size groups could in general be distinguished in SFD of adult females, especially in November 1991, with CW 24-27 and about 31 mm, respectively. Both size groups were present at site 3 and, more markedly, at site 5, where smaller females predominated. At site 2, we found in general

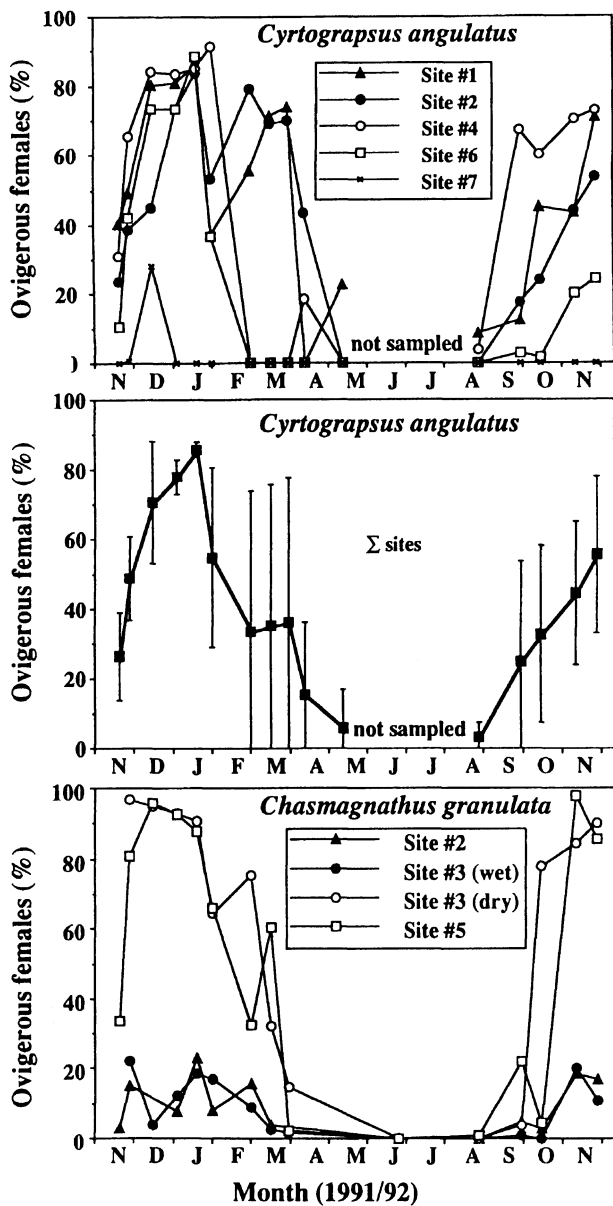


Fig. 6

Seasonal changes in the percentage of ovigerous females (% of all females) of *Cyrtograpsus angulatus* and *Chasmagnathus granulata* at different sampling sites. Error bars: $\bar{x} \pm SD$, with $n=5$.

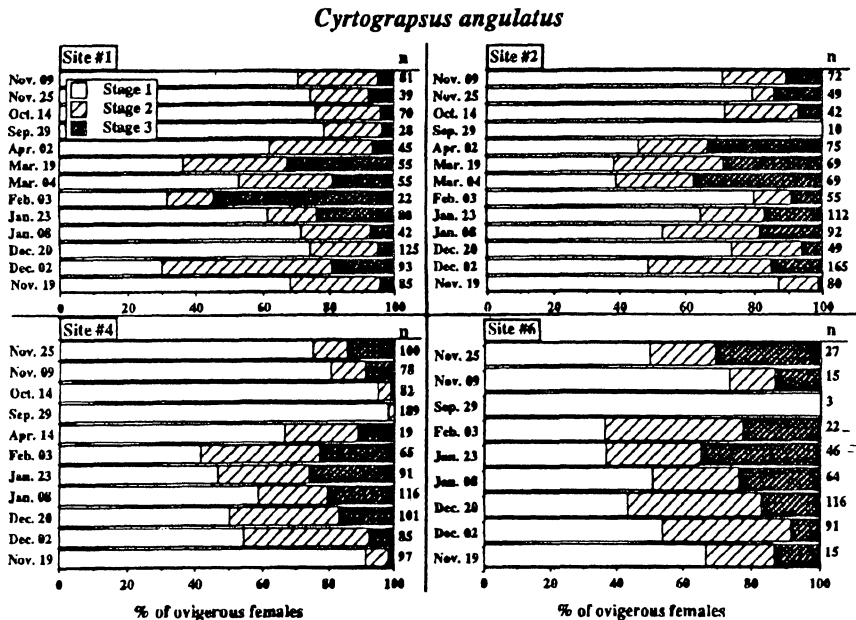


Fig. 7

Seasonal changes in the proportion of embryos *Cyrtograpsus angulatus* in different stages of development at different sampling sites. Stage 1: eggs indifferenciate; 2: with chromatophores and segmentation; stage 3: well developed embryos with eyes (see text for further details)

most exclusively large females which, in summer, predominated also at all other sampling sites. In autumn, until the following spring, site 3 was characterised by large females, whereas numerous small females were found at site 5.

Sex-ratio

In *Cyrtograpsus angulatus*, the sex ratio varied both in space (among sites) and time (seasonally). In most samples it differed significantly from 1:1 (Fig. 5). The operative sex-ratio (OSR = ratio of males:non ovigerous females, expressed in %) includes only those adult females that should be ready for mating (Orensanz and Gallucci, 1988). The OSR showed variation both in space and time that did not always follow the patterns of the overall sex-ratio (all females considered; Fig. 5). On November 18 the OSR varied from 47 to 55% (sites 1-6), differing significantly from 1:1 at

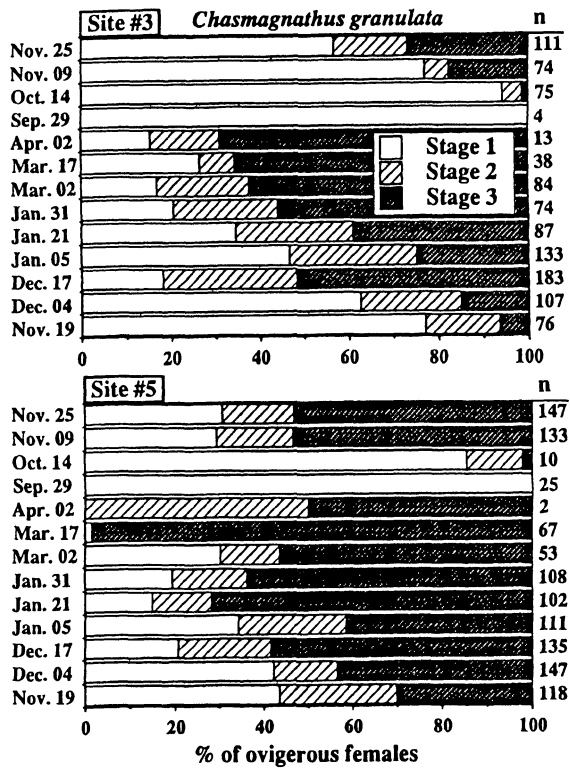


Fig. 8

Seasonal changes in the proportion of embryos *Chasmagnathus granulata* in different stages of development at different sampling sites. Stage 1: eggs undifferentiated; stage 2; with chromatophores and segmentation; stage 3: well developed embryos with eyes (see text for further details)

site 4 (X^2 Test, $P < 0.05$). At site 7, none of the 95 collected females had embryos under their pleon. In February 3, males predominated at all sites; the OSR varied between 82 and 75% (significantly different from 1:1; $P < 0.001$). In April 2, the OSR did not differ significantly from 1:1 at sites 1 and 2 (64 and 46%, respectively) but at site 4 (34%; $P < 0.001$). In September 29, the OSR differed significantly from 1:1 at sites 1, 2 and 4, with females predominating at site 1 (35%; $P < 0.001$), but males at sites 2 (69%; $P < 0.001$) and (59%; $P < 0.01$). At site 6, only 3 out of 101 collected females were ovigerous.

In *Chasmagnathus granulata*, temporal and spatial changes of the sex-ratio were less conspicuous than in *Cyrtograpsus angulatus*. Females predominated in general in spring and summer (Fig. 5). In November 18, there were significantly more females than males at sites 2 and 3, but not at site 5. In January 31, females predominated

significantly at all sites. In April 2, however, the sex-ratio did not differ at any site from 1:1. In September 29, significantly more females than males were collected at sites 2 and 3, but the opposite occurred at site 5.

When the OSR is considered, males were in spring and summer significantly more frequent at site 5 than non-ovigerous females, with 56, 67 and 64% (Chi-square tests: $P < 0.05$, < 0.001 , and < 0.001 , in November 18, January 31 and September respectively), but the opposite was observed at site 2, with 40, 39 and 43% (Chi-square test: $P < 0.001$, < 0.05 , and < 0.05 , respectively). At site 3, significant differences from 1:1 were detected only on September 29 (OSR 44%; Chi-square test: $P < 0.05$).

Breeding period

Cyrtograpsus angulatus females were collected from November 1991 to May 1992, and from August to November 1992. During these sampling periods, ovigerous females were always found at sites 1 and 2, but less frequently at sites 4 and 6, and only occasionally at site 7. No crabs were found in the intertidal during winter (June, July, most of August). The percentage of ovigerous females (POF) varied both in time and space, showing similar seasonal patterns at all sites (Fig. 6). POF values increased in general from the end of spring to the middle of summer, then they decreased (February) and levelled off in autumn. Locally (at sites 1 and 2) a second smaller peak was observed at the end of summer (March).

At site 1, POF values increased from November to January (40 to 86%), decreased in February, increased again in April, and finally decreased in May. By the end of August, only 10% of the few collected females were ovigerous. POF increased continuously again during the following spring. POF had similar patterns at sites 2, 4 and 6 during spring and most of summer. However, a second peak occurred early at site 2 (early March). The maximum POF value (92%) was registered at site 4 in February, while it was decreasing at all other sites. Ovigerous females were not found from March to August at sites 4 and 6. They rarely occurred at site 7 throughout the sampling period; at this site, the maximum POF (28%) was registered in December.

Chasmagnathus granulata females were collected from November 1991 to November 1992, but no data were obtained in April, May, and July 1992. Ovigerous females were frequently found during spring and summer, practically disappeared at the beginning of autumn, and apparently remained absent during winter. The POF varied both in time and space (Fig. 6), with similar seasonal patterns of change at all sites: it increased rapidly in late spring and reached a maximum in mid-summer, then decreased toward autumn. As in *Cyrtograpsus angulatus*, a second smaller peak was observed at the end of summer, before the frequency of ovigerous females decreased sharply in autumn.

At site 2, POF values were in general low, reaching maximum values of 20% only in November and January. Two separate samples were obtained at site 3, beginning in December 1991: "wet mud" (near the water edge) and "dry mud" (upper intertidal).

In wet mud, POF values were similarly low as at site 2. Crabs sampled in the upper intertidal, in contrast, showed much higher POF values. Here, most females (90%) were ovigerous from December to January. The POF decreased later in January, increased again (early March), before it decreased toward autumn. During the following spring, POF figures increased from the end of September to the end of November (from 4 to 90%), with similar figures in a “cangrejal” habitat (site 5) and site 3 (dry mud).

Embryonic stages

Ovigerous female *Cyrtograpsus angulatus* were collected during spring, summer and autumn at all sampling sites. Females with newly laid eggs predominated in most of the samples (Fig. 7). The percentage of females with well developed embryos (stage 3; short before hatching of larvae) varied during the reproductive season and among sites. At site 1, the frequency of embryonic stage 3 was mostly low during spring, but increasing by the end of the season. After a decrease at the beginning of summer, the figures reached another maximum in early February (up to 54%). A third, but smaller peak was reached at the end of summer (March), followed by a sharp decrease. At site 2, also three peaks were observed in the frequency of late embryonic stages: in early December, January and March-April. At sites 4 and 6, two peaks in the frequency of occurrence of stage 3 embryos could be clearly distinguished: in late November and late January.

Ovigerous female *Chasmagnathus granulata* were collected at sites 3 and 5 from spring to early autumn (Fig. 8); only a few were found at site 2. At site 3 (pooled wet and dry mud data), the frequency of females with late (stage 3) embryos showed a first peak in December, another from mid-summer to early autumn (January-April). Three peaks may be distinguished at site 5: mid-December, late January, and the highest (98%) in mid-March.

DISCUSSION

Adult population structure

The analysis of size-frequency distributions (SFD) allows to separate year classes in crustaceans, if several prerequisites are met: there must be a limited breeding season, significant growth from year to year and no changes in the stock due to migration (Hartnoll, 1982). The SFD of crabs belonging to a single year class shows approximately a normal distribution (Hartnoll & Bryant, 1990). When year classes are not well differentiated, they can sometimes be separated by graphical or other analytical methods (Hartnoll, 1982). In populations that produce several clutches per individual or a single brood per individual, but out of phase, a year class can reveal several size groups (Sastry, 1982).

Cyrtograpsus angulatus did not continuously occur at sites 6 and 7, and when present, the crabs were on average smaller here. The wide size range observed in most samples can be explained by long breeding and recruitment seasons, in combination with quite variable, temperature and size-dependent growth rates (Hartnoll, 1982). Moreover, migration of young adults from juvenile to adult habitat should be a continuous process. Hence, the number of male year classes in *C. angulatus* must remain open, in spite of the apparent persistence of three size-groups throughout the year. The mean size in the two smaller groups that were found in spring differed by 20%, and similar figures appeared in summer and autumn. Crabs belonging to the third group were in spring more than 50% larger than those of the second. No evidence allowed for deciding whether the first two size-groups found in spring represented two separate year classes or different cohorts belonging to the same year class. However, the largest male crabs, which were close to the maximum size of this species (sites 1 and 2) should represent a definite year class. Their disappearance in the following summer may be caused by increased death rates in larger crabs observed in particular during hot days (Gavio & Spivak, 1994). Also a few very large females found in early spring suggest that there were two distinct year classes in *C. angulatus*.

Differences in SFD among sampling sites were consistent with previous findings of small-scale distribution patterns in *Chasmagnathus granulata* (Spivak *et al.*, 1994). This species has a shorter reproductive period and probably a more restricted growth season than *Cyrtograpsus angulatus*. *C. granulata* is a semiterrestrial species that is active from spring through most of autumn, but remains dug in its burrows during winter. Consequently, the time available for feeding and growth should be limited by cold periods (Wolcott, 1988). These facts, together with a narrower size range in adult *C. granulata*, allowed to detect growth from SFDs, in spite of possible ontogenetic migrations. For instance, females probably grew conspicuously in late spring and early summer at sites 3 and 5 (Fig. 4), whereas no growth was detected during the course of winter.

SFDs suggested that two year classes appear in both male and female *Chasmagnathus granulata*. They were more evident at site 5 in November (females) and September (males). The decrease in the proportion of older crabs registered at sites 2 and 5, from November to April (at site 3 from November to January; Fig. 4), may be due to mortality. An incorporation of juvenile crabs into the adult group is suggested by two well-defined size groups in males at site 5 (September 1992), and by the presence of smaller females at site 5 in autumn as compared with summer (Fig. 4).

Site 2, where large males and females live throughout spring and summer, appeared to be a marginal habitat for *Chasmagnathus granulata* (Spivak *et al.*, 1994). Large crabs of another burrowing shore crab, the ocypodid *Macrophthalmus japonicus*, were also observed to live in less typical habitats, probably because of a reduced competition at low densities (Henmi, 1992).

Sex-ratio

The average sex-ratio of juvenile crabs does not differ from 1:1 in both species studied here (Spivak *et al.*, 1994), but that of adults, especially in *Cyrtograpsus angulatus*, does frequently. It may vary both in time and space as a consequence of specific environmental requirements for mating and larval release, probably leading to migrations over relatively long distances. *C. angulatus* is a very mobile species, whose spatial distribution shows great small-scale variability. Clusters of males with a few females, or pairs of crabs in precopula or copula, have been observed in shallow waters in early spring and late summer suggesting a “male encounter” mating system (Boschi, 1964; Gavio & Spivak, 1994a). Females may choose their mates from a dense transitory aggregation of males on the basis of their body size and sexually dimorphic traits (Christy, 1987). On the other hand, dense patches of ovigerous female *C. angulatus* were found at site 4, almost completely buried in the mud (Spivak, unpublished). A strongly male biased sex-ratio one week later suggests that most females migrated from the intertidal to deeper water to release their larvae.

Variations in the sex-ratio and other population parameters did not show a clear pattern, since reproductive phenomena have a short transient existence, and possible tidal, daily or seasonal migrations to deeper waters were not investigated. Such migrations were suggested to occur in both marine and estuarine populations of *Cyrtograpsus angulatus* (Mar del Plata Harbour: Spivak, 1986; Tramanda estuary: Cracco, 1994). They were intensively studied also in *Carcinus maenas* (Klein Breteler, 1975), which shows remarkable similarities with *C. angulatus* in its habitat, behaviour and life history.

Chasmagnathus granulata builds elaborated and rather stable burrows. Consequently, this species shows a more steady spatial distribution, in spite of significant small-scale variation occurring also in this species (Spivak *et al.*, 1994). Deviations from a 1:1 sex-ratio are weaker, in particular at site 5, which is a typical “cangrejal” habitat. Mating couples have been observed both in burrows and in shallow waters; on the other hand, one male and several non-ovigerous females were often found together in shallow pitches at site 3 (“wet mud”; Spivak *et al.*, 1994). Other burrowing grapsids, which inhabit similar salt-marsh habitats, have a polygynic mating system: males attract females to their burrows for mating (Christy, 1987). Hence, the operative sex-ratio of polygynic species should be female-biased. In contrast to site 5, however, non-ovigerous female *C. granulata* predominated during the whole reproductive season at site 2, where digging of burrows is more difficult and thus, many crabs remain under stones during ebb tide.

Reproductive cycles

Both species studied have a seasonal cycle of reproductive activity, with females breeding from spring to the beginning of autumn, most probably producing several egg

clutches per season. In general, this period is longer in species living in the low intertidal as compared with those from the high intertidal zone (Sastry, 1982; Emmerson, 1994). Ovigerous females of *Cyrtograpsus angulatus*, which lives in the lower intertidal, were present over a longer period (September-May; a few remained even in winter), whereas those of *Chasmagnathus granulata*, which is more terrestrial, were found only from October to March. Differences in the length of the breeding season may be a consequence of sometimes low temperatures in terrestrial habitats (Wolcott, 1988). On the sea coast near Mar Chiquita, ovigerous *C. angulatus* were found during the whole year, with a clear minimum during winter (Spivak, 1986). A similar seasonal breeding cycle was observed in this species also in the Tramandaí estuary (southern Brazil; Cracco, 1994).

Similar differences between the breeding periods of grapsid crabs with different degrees of terrestrial adaptation were found also in estuarine crabs in Japan (Pillay & Ono, 1978) and South Africa (Emmerson, 1994). Differences may be related to differential exposure to seasonal and daily changes in temperature, light, and food availability. A comparison of water and air temperatures near Mar Chiquita (Fig. 2) showed that an increase from 7 to 14° C takes place in the water by the end of winter (August-September), but only two months later in the air. This may explain why *Cyrtograpsus angulatus* reproduces earlier in the season, while low air temperatures might cause a prolonged dormancy in *Chasmagnathus granulata*, with reduced feeding activity and delayed gonad growth.

It has been suggested that larvae of both species do not develop in this lagoon but exhibit an export strategy, probably based upon exogenously coordinated egg hatching rhythms (Anger *et al.*, 1994). Both species show during the reproductive season various peaks in the percentage of ovigerous females, with highest values at the beginning of summer. The study of embryonic stages provided further evidence for discontinuous hatching patterns during the course of the reproductive cycle. Peak frequencies of females carrying late embryonic stages (near hatching) suggest a synchronous larval hatching in *Chasmagnathus granulata* (Fig. 7). In contrast, several, apparently uncoordinated peaks were observed in *Cyrtograpsus angulatus* (Fig. 6), probably indicating a more continuous release of larvae in this species.

ACKNOWLEDGMENTS

This paper was written as part of the cooperative programme MAR-8, between the Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP) and the Biologische Anstalt Helgoland (BAH). This research was funded by the Secretaría de Ciencia y Tecnología (SECYT, Buenos Aires), the Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, República Argentina (PIA # 0059/92), the UNMdP (grant EXA 27/93), and (on behalf of the German Federal Ministry of Science and Technology, BMFT, Bonn,

Germany) by the International Bureaus of the Alfred-Wegener-Institut, Bremerhaven, and (since 1995) the Forschungszentrum Jülich GmbH (Jülich, Germany).

ABSTRACT

Life history patterns of two grapsid crab species were studied in Mar Chiquita, a brackish coastal lagoon in Argentina. *Chasmagnathus granulata* is a burrowing crab living in the upper intertidal, whereas *Cyrtograpsus angulatus* lives predominantly in the lower intertidal and subtidal. *C. granulata* is active (i.e. foraging and reproducing) during spring, summer and most of autumn, but remains mostly hidden inside its burrows during winter. Two dominant size groups each were found in the size-frequency distributions of males and females. Since this species builds elaborated and rather stable burrows, we found a rather uniform spatial distribution and a stable sex ratio, with only weak local deviations from a 1:1 ratio. In *C. angulatus*, which is a very mobile species, the sex ratio varied greatly in time and space, indicating local migrations with differential intensities or directions in males and females. Adult size structure in this species was similar at different sampling sites, with size frequency distribution of males revealing three dominant size groups, but that of females only one or two. In late autumn, most individuals of this species leave the intertidal zone and stay during winter in deeper water. Both species show a pronounced seasonal reproductive activity pattern, with a maximum percentage of ovigerous females found in the beginning of summer, and both appear to produce several subsequent egg clutches until late summer. The reproductive season is longer in *C. angulatus* (September-May; a few ovigerous females were found also in winter) than in *C. granulata* (October-March). In the intertidal, a low percentage of *C. angulatus* was observed to carry eggs in late embryonic stages. This suggests that ovigerous females of this species may migrate to the subtidal to release their larvae in deeper water.

Key words: Grapsid crabs, intertidal, life history, reproduction, sex ratio

RESUMEN

En Mar Chiquita, una laguna costera de Argentina, fueron estudiados los patrones de historia de vida de dos especies de cangrejos grápsidos. *Chasmagnathus granulata* es un cangrejo excavador que vive en el intermareal superior mientras que *Cyrtograpsus angulatus* vive predominantemente en el intermareal inferior y en el submareal. *C. granulata* está activo (se alimenta y reproduce) durante la primavera, el verano y la mayor parte del otoño, pero durante el invierno permanece casi siempre oculto en sus cuevas. En las distribuciones de frecuencias de tallas se encontraron dos grupos de tallas dominantes. Esta especie construye cuevas elaboradas y bastante estables; coincidentemente, se encontró una distribución espacial bastante uniforme y una proporción de sexos estable, con solo pequeñas desviaciones de la proporción 1:1. La proporción de sexos de *C. angulatus*, una especie muy móvil, varía mucho en el tiempo y el espacio, indicando migraciones locales con intensidades y direcciones diferenciales en machos y hembras. La estructura de tallas de los adultos de esta especie fue similar en diferentes sitios de muestreo; las distribuciones de frecuencia de tallas revelan tres grupos de tallas dominantes en los machos y sólo uno o dos en las hembras. Al avanzar el otoño, la mayoría de los individuos de esta especie abandonan el intermareal y permanecen durante el invierno en aguas más profundas. Ambas especies muestran un patrón de actividad reproductiva marcadamente estacional, con un porcentaje máximo de hembras ovígeras al comienzo del verano, y ambas parecen producir varias camadas sucesivas de huevos hasta el fin del verano. La estación reproductiva es más larga en *C. angulatus* (Septiembre-Mayo; unas pocas hembras ovígeras fueron encontradas también en invierno) que en *C. granulata* (Octubre-Marzo). Un bajo porcentaje de *C. angulatus* llevando huevos en estados embrionarios

avanzados fue observado en el intermareal. Esto sugiere que las hembras ovígeras de esta especie pueden migrar hacia el submareal y liberan sus larvas en aguas más profundas.

Palabras clave: cangrejos grapsidos, intermareal, historia de vida, reproducción, proporción de sexos

REFERENCES

- ALVAREZ, J. A., S. M. ALVAREZ, F. F. RIOS, and A. FERRANTE. 1983. General characteristics of the Mar Chiquita Lagoon (Argentina) and its coastal management aspects. *Atlántica* 5: 3.
- ANGER, K., C. BAS, E. SPIVAK, D. ISMAEL, and T. LUPPI. 1994. Occurrence of decapod crustacean larvae in the plankton of a brackish coastal lagoon. *Helgoländer Meeresuntersuchungen* 48: 445-466.
- ANONYMOUS. 1980. Estadística climatológica (1951-1960). Fuerza Aerea Argentina, Servicio Meteorológico Nacional, 6th ed., Buenos Aires, Argentina.
- BARNES, R.S.K. 1980. Coastal Lagoons. The natural history of a neglected habitat. Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 106 p.
- BOSCHI, E. E. 1964. Los crustáceos decápodos Brachyura del litoral bonaerense (República Argentina). *Boletín del Instituto de Biología Marina de Mar del Plata* 6: 1-76.
- BOSCHI, E. E. 1988. El ecosistema estuarial del Río de la Plata (Argentina y Uruguay). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México* 15 (2): 159-182.
- CHRISTY, J. H. 1987. Competitive mating, mate choice, and mating associations of brachyuran crabs. *Bulletin of Marine Science* 41: 177-191.
- CRACCO, E.B. 1994. Dinâmica populacional de *Cyrtograpsus angulatus* Dana, 1851 no estuário do Rio Tramandá, Imbé, Rio Grande do Sul, Brasil (Crustacea, Decapoda, Grapsidae). Thesis, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 60 pp.
- EMMERSON, W.D. 1994. Seasonal breeding cycles and sex ratios of eight species of crabs from Mgazana, a mangrove estuary in Transkei, Southern Africa. *J. Crust. Biol.* 14: 568-578.
- FASANO, J. L., M. A. HERNÁNDEZ, F. I. ISLA, and E. SCHNACK. 1982. Aspectos evolutivos y ambientales de la laguna de Mar Chiquita. *Oceanologica Acta* (suppl.): 285-292.
- FORWARD, R.B. 1987. Larval release rhythms of decapod crustaceans: an overview. *Bulletin of Marine Science* 41: 165-176.
- GAVIO, M. A. and E. D. SPIVAK. 1994a. Agregación de machos en el comportamiento reproductivo de *Cyrtograpsus angulatus* en la albufera Mar Chiquita: inferencia sobre el sistema de apareamiento. Segundo Taller sobre Cangrejos y Cangrejales, Mar del Plata, 17-19 de Noviembre de 1994.
- GAVIO, M. A. and E. D. SPIVAK. 1994b. Uso del habitat, crecimiento relativo y dimorfismo sexual en dos especies simpátricas de *Cyrtograpsus*. Segundo Taller sobre Cangrejos y Cangrejales, Mar del Plata, 17-19 de Noviembre de 1994.
- GAVIO, M. A., T. A. LUPPI, S. M. OBENAT and E. D. SPIVAK. 1994. Historia de vida de *Chasmagnathus granulata* en la albufera Mar Chiquita. Segundo Taller sobre Cangrejos y Cangrejales, Mar del Plata, 17-19 de Noviembre de 1994.
- HARTNOLL, R. G. 1982. Growth, p. 111-196. In *The Biology of Crustacea*, D. E. Bliss (gen. ed.), vol 2, Embryology, morphology and genetics, L. G. Abele (ed.). Academic Press, New York.
- HARTNOLL, R. G. and A. D. BRYANT. 1990. Size-frequency distributions in decapod Crustacea. The quick, the dead, and the cast-offs. *Journal of Crustacean Biology* 10: 14-19.
- HENMI, Y. 1992. Mechanisms of cross-shore distribution pattern of the intertidal mud crab *Macrophthalmus japonicus*. *Ecological Research* 7: 71-78.
- JONES, M. B. and M. J. SIMONS. 1982. Habitat preferences of two estuarine burrowing crabs *Helice crassa* Dana (Grapsidae) and *Macrophthalmus hirtipes* (Jaquinot) (Ocypodidae). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 56: 49-62.

- KLEIN BRETELIER, W.C.M. 1975. Migration of the shore crab, *Carcinus maenas*, in the Dutch Wadden Sea. *Netherlands Journal of Sea Research* 10: 338-353.
- LUPPI, T. A., C. C. BAS, E. D. SPIVAK and K. ANGER. 1994. Fecundidad en dos grápsidos de Mar Chiquita (Buenos Aires, Argentina). Segundo Taller sobre Cangrejos y Cangrejales, Mar del Plata, 17-19 de Noviembre de 1994.
- MACDONALD, P. D. and T. J. PITCHER. 1979. Age groups from size-frequency data: a versatile and efficient method of analyzing distribution mixtures. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 36: 987-1001.
- McCONAUGHA, J. R. 1988. Export and reinvasion of larvae as regulators of estuarine decapod populations. *American Fisheries Society Symposium* 3: 90-103.
- ORENSANZ, J. M. and V. F. GALLUCCI. 1988. Comparative study of postlarval life-history schedules in four sympatric species of *Cancer* (Decapoda: Brachyura: Cancridae). *Journal of Crustacean Biology* 8 (2): 187-220.
- PILLAY K. K. and Y. ONO. 1978. The breeding cycles of two species of grapsid crabs (Crustacea Decapoda) from the north coast of Kyushu, Japan. *Marine Biology* 45: 237-248.
- SANDIFER, P. A. 1975. The role of pelagic larvae in recruitment to populations of adult decapod crustaceans in the York River estuary and adjacent lower Chesapeake Bay, Virginia. *Estuarine Coastal and Marine Science* 3: 269-279.
- SASTRY, A. N. 1982. Ecological aspects of reproduction. In *The Biology of Crustacea*, D. E. Bliss (gen. ed.), vol 8, Environmental adaptations, F. J. Vernberg and W. B. Vernberg (eds.). Academic Press, New York, p. 179-270.
- SEIPLE, W. 1979. Distribution, habitat preference and breeding periods in the crustaceans *Sesarma cinereum* and *Sesarma reticulatum*. *Marine Biology* 52: 77-86.
- SEIPLE, W. and M. SALMON. 1987. Reproductive, growth and life history contrast between two species of grapsid crab (*Sesarma reticulatum* (Say) and *S. cinereum* (Bosc.)). *Marine Biology* 94: 1-6.
- SPIVAK E.D. 1986. Estudio sobre la muda y el crecimiento de *Cyrtograpsus angulatus*. PhD. Thesis, Buenos Aires University, Argentina, 147 pp.
- SPIVAK, E. D. and M. A. POLITIS. 1989. High incidence of limb autotomy in a crab population from a coastal lagoon in Buenos Aires province, Argentina. *Canadian Journal of Zoology* 67: 1976-1985.
- SPIVAK, E. D., M. A. GAVIO and C. E. NAVARRO. 1991. Life history and structure of the world's southernmost *Uca* population: *Uca uruguayensis* (Crustacea, Brachyura) in Mar Chiquita Lagoon (Argentina). *Bulletin of Marine Science* 48 (3): 679- 688.
- SPIVAK, E. D. and N. SANCHEZ. 1992. Prey selection by *Larus atlanticus* in Mar Chiquita lagoon, Buenos Aires, Argentina: a possible explanation for its discontinuous distribution. *Revista Chilena de Historia Natural*, 65:209-220.
- SPIVAK, E. D., K. ANGER, T. A. LUPPI, C. C. BAS, and D. ISMAEL. 1994. Distribution and habitat preferences of two grapsid crabs in Mar Chiquita lagoon (Buenos Aires, Argentina). *Helgolander Meeresuntersuchungen* 48:59-78.
- WILLASON, S. W. 1981. Factor influencing the distribution and coexistence of *Pachygrapsus crassipes* and *Hemigrapsus oregonensis* (decapoda: Grapsidae) in a California Salt Marsh. *Marine Biology* 64: 125-133.
- WOLCOTT, T. G. 1988. Ecology. In *Biology of Land Crabs*, W. W. Burggren and B. R. McMahon (eds.), Cambridge University Press, New York, U.S.A., p. 55-96.
- ZAR, J. H. 1984. Biostatistical Analysis, 2nd Ed. Prenticehall, New Jersey, 718 p.

HYDROGRAPHY AND ZOOPLANKTON COMMUNITY STRUCTURE: A COMPARATIVE STUDY AMONG ESTUARIES OF THE JURÉIA-ITATINS ECOLOGICAL STATION (SOUTHEASTERN BRAZIL)

Rubens M. LOPES*

INTRODUCTION

The Juréia-Itatins Ecological Station covers the eastern limit of the Ribeira Lowland (Fig. 1), an hydrographic basin containing the larger Ribeira do Iguape River, its tributaries and a network of coastal rivers, tidal creeks and mangrove estuaries bordering the coastline of southern São Paulo State (AbSaber, 1985; Lopes & Por, 1990). The station was established in 1979 to preserve continuous areas of the Atlantic Rainforest in southeastern Brazil (Por & Fonseca, 1984).

The river typology of the Baixada Lowland has been studied by Por (1984) and Lopes & Por (1990) who reported the occurrence of clearwater, blackwater and whitewater river types differing in their general hydrodynamic features, ionic composition, pH regime and land-water interactions. The composition of the aquatic biota also varies among river types (Por & Lopes, 1994). The hydrodynamics and plankton distribution of these rivers are greatly influenced by semidiurnal tides, which lead to strong gradients of physical, chemical and biological properties.

Previous investigations on the zooplankton distribution in the Juréia-Itatins station were carried out separately in each of the main river estuaries, usually with a 1-year interval between surveys (Lansac-Tôha & Lima, 1992; Lopes, 1994; Lopes *et al.*, 1986). Therefore, it is presently difficult to discriminate the reported spatial and

* Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná. Av. Beira Mar, s/n° - Pontal do Sul, PR 83255-000, Brasil.

seasonal variations in the zooplankton community structure from possible interannual variations. The objective of this paper is to analyse the zooplankton community structure of the main river estuaries of the Juréia-Itatins Station in relation to the spatial distribution of physical and chemical properties, during a restricted period of the year (wintertime).

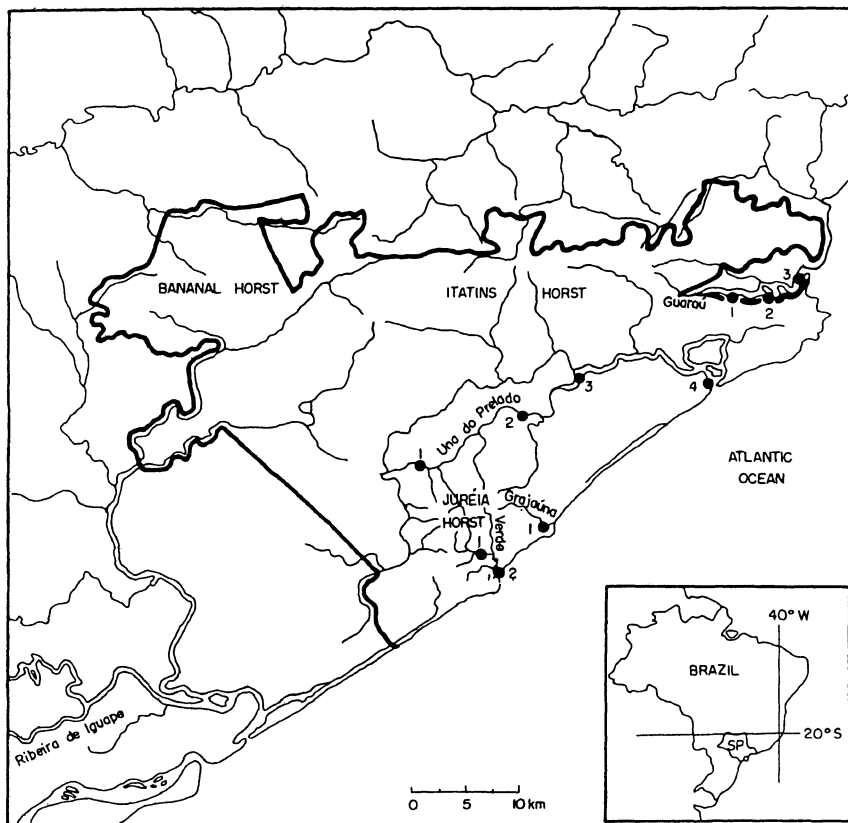


Fig. 1

Map of the study area showing the station positioning in the river estuaries and the limits of the Juréia-Itatins Ecological Station (heavy lines).

MATERIAL AND METHODS

The largest river estuaries of the nature reserve, namely Guaraú, Una do Prelado (henceforth Una), Verde and Grajaúna River estuaries were sampled from August 25 to 27, 1987 (winter period). Guaraú and Verde are clearwater rivers while Una and Grajaúna are blackwater rivers (Por, 1986). Sampling was carried out at 10 stations (Fig. 1) during both flood and ebb tides, except in Grajauna River, where only one station was sampled, during low tide.

Zooplankton samples were obtained at the surface and 0.5 m above the bottom by pouring 12 to 120 liters of water collected with a 6-liter Van Dorn bottle into a 75 μm conical net. Qualitative zooplankton samples were collected by towing a conical net similar to that described by Fraser (1966) in the surface layer and a sledge net (Dall, Almeida Prado, 1973) in bottom waters. Both nets had a similar opening and a 75 μm mesh screen. The samples were preserved in 4% buffered formaldehyde. Both quantitative and qualitative samples were analysed without sub-sampling. The quantitative samples were counted to calculate the absolute and relative abundance of the zooplankton, the former as number of individuals per cubic meter and the latter as percentage. The relative abundance of organisms collected by net tows (qualitative samples) was also calculated. A comparison of the relative abundance between each sample pair (bottle/net tows) showed that only fish larvae were undersampled by bottle sampling. Thus, mesozooplankton collected with the Van Dorn bottle was considered representative of natural assemblages.

Water temperature and salinity were measured with a Kahlsico RS5-3 thermosalinometer and pH with a portable B-278 Micronal pHmeter. Water samples for determination of dissolved oxygen (Winklers method; Grasshoff *et al.*, 1983), chlorophyll and inorganic nutrient concentration (Strickland & Parsons, 1968) were obtained with the Van Dorn bottle at the same depths sampled for zooplankton.

A cluster analysis was performed on the correlation matrix of biotic data using the average linkage method, to characterize the zooplankton assemblages. Principal component analyses (Legendre & Legendre, 1984) were performed to identify and to explain the main trends of variability in both data sets (zooplankton abundance and environmental variables). The zooplanktonic *taxa* that occurred in less than 10% of the samples were excluded from the analysis. The biotic data was standardized and transformed ($\ln x + 1$), while raw data was used in the case of physical and chemical variables.

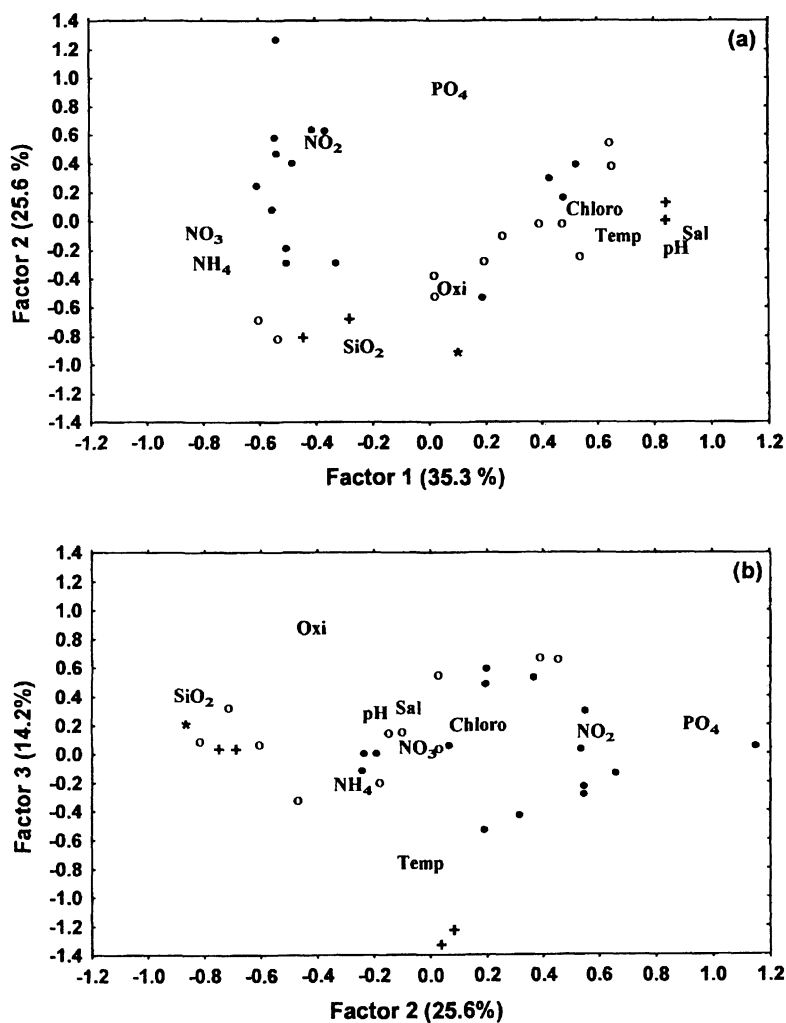


Fig. 2

Principal component analysis of hidrographical data; (a) components 1 and 2; (b) components 2 and 3. Symbols: Black dots = Una River; Open circles = Guarau River; Crosses = Verde River; Asterisk = Grajauna River.

RESULTS

Hydrography

Table 1 shows mean values observed for physical and chemical variables and also for total zooplankton abundance. Salinity varied from 1.5 or less (minimum of 0.01) to more than 33.5 (maximum of 35.3) in each estuary, including the short (3km) Verde River estuary. The salinity gradient had a major influence on the spatial distribution of several variables, and explained 35.3% of the total variance in Factor 1 of PCA (Fig. 2a).

Temperature, pH and chlorophyll were positively associated with salinity while nitrate and ammonia were negatively correlated with salinity (*Pearson's* $r = 0.05$). Total phosphate, nitrite, silicate and dissolved oxygen were uncorrelated with salinity distribution. Factor 2 (explaining 25.6% of the variance) separated the low-salinity stretches of Una River, with high phosphate, nitrite, nitrate and ammonia concentration, from the low-salinity stretches of Guaraú and Verde rivers, containing higher silicate and dissolved oxygen concentration than in Una River. Therefore, this axis represents the differences in the chemical composition of blackwater and clearwater rivers. Vertical stratification of most variables was pronounced in the Verde River estuary but not in Guaraú and Una rivers. Indeed, Factor 3 (14.2% of the total variance) was a component of vertical stratification, indicating that the vertical salinity gradient observed in the Verde River estuary was accompanied by a strong thermal and oxygen stratification (Fig. 2b). For example, at station 1 in Verde River, surface temperature was 6.3°C colder than at the bottom, which in turn had oxygen concentrations as low as 1.50 ml/l. This strong vertical variability is also pointed out by the high standard deviations recorded for several environmental variables in Verde River, especially at station 1 (Table 1).

Zooplankton composition and distribution

The copepods had the highest species richness among the holoplankton (Table 2). Local species are common in Brazilian tropical and subtropical estuaries (Almeida Prado-Por & Lansac-Tôha, 1984; Björnberg, 1981; Lopes, 1994) and ranged from true estuarine (e.g., *Pseudodiaptomus richardi*) to stenohaline marine species (e.g., *Eucalanus pileatus*, *Corycaeus giesbrechti*). Freshwater copepods were mostly tychoplanktonic forms, such as the cyclopoids *Halicyclops* spp. and harpacticoids like *Metis* and *Darcythompsonia*. Other holoplanktonic groups were composed mainly by euryhaline marine species such as the cladoceran *Penilia avirostris*, the appendicularian *Oikopleura dioica* and the arrow worms *Sagitta friderici* and *S. enflata*. However, these groups were not as diverse and abundant as the copepods. The dominant meroplanktonic organisms were polychaete larvae and barnacle nauplii which occurred in all stations subjected to seawater intrusion.

Table 1 - Environmental data and total zooplankton abundance (averages, with standard deviatinons in parenthesis) recorded at the 10 stations of the river estuaries in the Juréia-Itatins area (37 observations from surface and bottom samples, obtained during high tide and low tide). Data form Grajaúna River represent single observations; n.d. = no data. Salinity values are expressed according to the Practical Salinity Scale (UNESCO, 1984).

River/ station	Temperature (°C)	salinity	pH	Dissolved oxygen (ml/l)	Chlorophyll (mg/l)	PO ₄ (μM)	NO ₂ (μM)	NO ₃ (μM)	NH ₄ (μM)	SiO ₂ (μM)	Total zooplankton (ind.m ⁻³)
Verde 1	21.67 (3.14)	17.12 (18.23)	7.25 (0.95)	3.78 (2.59)	1.69 (1.88)	0.26 (0.10)	0.06 (0<01)	1.06 (1.24)	0.13 (0.07)	38.87 (4.82)	45,516 (50,682)
Verde 2	21.40 (2.17)	17.47 (17.30)	7.52 (1.25)	5.10 (0.83)	1.87 (1.98)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d. (61,392)
Guaraú	(18.82)	2.75 (0.66)	6.60 (2.60)	4.94 (0.89)	3.85 (0.45)	0.23 (0.04)	0.09 (0.01)	2.02 (0.46)	0.15 (0.04)	47.51 (17.44)	10,241 (8,270)
Guaraú 2	19.80 (0.42)	17.12 (7.64)	7.85 (0.47)	4.35 (0.45)	7.77 (2.42)	0.30 (0.09)	0.11 (0.02)	1.91 (0.48)	0.12 (0.08)	21,43 (8.97)	18,645 (18,671)
Guaraú 3	19.60 (0.94)	30.25 (6.23)	8.62 (0.09)	5.33 (0.13)	6.89 (1.17)	0.57 (0.20)	0.08 (0.02)	0.47 (0.46)	0.04 (<0.01)	24.92 (6.31)	42,454 (37,260)
Una 1	18.65 (0.41)	0.05 (0.10)	5.42 (0.10)	2.92 (0.27)	2.20 (1.08)	0.67 (0.03)	0.11 (0.01)	3.88 (1.82)	0.40 (0.28)	18.60 (2.16)	3,902 (1,216)
Una 2	18.72 (0.05)	0.22 (0.05)	5.50 (0.08)	3.17 (1.24)	1.65 (0.81)	0.56 (0.18)	0.32 (0.42)	8.63 (9.82)	0.61 (0.46)	19.93 (6.98)	12,873 (14,314)
Una 3	18.60 (0.35)	2.70 (2.66)	5.95 (0.06)	4.39 (0.07)	1.59 (0.21)	0.48 (0.25)	0.07 (0.01)	2.79 (1.53)	0.52 (0.44)	27.07 (5.65)	12,383 (9,284)
Una 4	19.40 (0.69)	33.80 (0.00)	8.80 (0.11)	5.26 (0.17)	1.92 (0.58)	0.60 (0.21)	0.06 (0.01)	0.90 (1.28)	0.13 (0.10)	25.08 (7.47)	58.879 (3.699)
Grajaúna 1	19.50	26.1	7.20	5.01	2.40	0.18	0.07	1.29	0.20	78.90	18,667

Table 2 - List of zooplankton *taxa* recorded in the river estuaries of the Juréia – Itatins area during the studied period. Symbols used in the PCA are shown in parenthesis.

Holoplankton

Copepoda

Eucalanus pileatus (Ep)
Paracalanus quasimodo (Pq)
P. crassirostris (Pc)
Temora stylifera
Centropages velificatus
Pseudodiaptomus acutus (Pa)
P. richardi (Pr)
Acartia lilljeborgi (Al)
Oithona hebes (Oh)
O. oswaldocruzi (Ow)
O. plumifera
Tropocyclops prasinus (Tp)
Microcyclops anceps
Halicyclops bjornbergae (Hb)
Halicyclops sp 1
Saphirella sp.
Ergasilidae sp 1-3
Oncaea curta
O. media (Om)
O. subtilis
Corycaeus giesbrechti
Euterpina acutifrons (Ea)
Tisbella sp (Tb)
Metis sp.
Darcythompsonia sp. (Da)

Harpacticoida sp 1-3

Foraminifera

Acantharia

Tintinninnina

Eutintinnus lusus-undae
Favella ehrenbergi (Fe)
Leprotintinnus nordqvisti
Tintinnopsis spp. (Ti)

Hydromedusae

Siphonophora

Turbellaria – Acoela (Ac)

Rotifera

Brachionus falcatus
Lepadella patela
Synchaeta bicornis (Sb)
Synchaeta sp 1 (Ss)

Nematoda

Halacaridae

Cladocera

Penilia avirostris
Bosminopsis deitersi (Bd)

Chydoridae (Ch)

Decapoda

Lucifer faxoni

Ostracoda

Tanaidacea

Kalliapseudes schubarti

Amphipoda

Epicaridae sp 1-2

Appendicularia

Oikopleura dioica (Oi)

Chaetognatha

Sagitta friderici (Sf)
S. enflata.

Meroplankton

Gastropoda (Ga)

Bivalvia (Bi)

Polychaeta (Po)

Cirripedia (Ci)

Brachyura (Br)

Insecta

Chironomidae (Ch)

Culicidae

Ephemeroptera (Eh)

Trichoptera

Echinodermata (Ed)

Piscis – eggs and larvae

The numerical abundance of total zooplankton varied from 567 to 124,533 organisms m^{-3} . Higher concentrations were associated with higher salinities; i.e., the abundance of organisms increased seawards in Guaraú River and Una River and was higher in the bottom waters of Verde River.

Distinct zooplanktonic associations were observed in each of the river estuaries, as shown by cluster analysis (Fig. 3). The calanoid copepod *P. richardi* dominated at the low-salinity areas of both Guaraú River and Una River, attaining higher abundance in the latter. Therefore, *P. richardi* appears in group A of the cluster analysis together with other representative taxa of the inner stations of Una River (st. 1-3), namely the copepods *Tropocyclops prasinus* and *Darcythompsonia* sp., cladocerans including *Bosminopsis deitersi* and chydorids, and insect larvae of ephemeropterans and chironomids. In the Guaraú River (st. 1), *Pseudodiaptomus richardi* was associated with the copepods *Oithona oswaldocruzi* and *Halicyclops bjornbergae* and with the rotifer *Synchaeta bicornis*, which formed the group B in cluster analysis. There were no freshwater or typical estuarine plankton (*sensu* Jeffries, 1967) associated with the thin (< 0.5 m) surface water layer of near-zero salinity observed in the Verde River estuary. Estuarine-marine and marine-euryhaline species, such as the tintinnids *Favella ehrenbergi* and *Tintinnopsis* spp., the copepods *Oithona hebes*, *Acartia lilljeborgi* and *Tisbella* sp., the appendicularian *Oikopleura dioica*, the rotifer *Synchaeta* sp. and acael turbellarians represented the zooplanktonic association of this river estuary (group C1 of cluster analysis), occurring only in the high-salinity bottom waters. The copepods *Acartia lilljeborgi* and *Oithona hebes* were also observed in the other estuaries, but at much lower abundances as compared to Verde River. The taxa associated with the outer stations of Guaraú (st. 2 and 3) and Una (st. 4) estuaries were basically the same, corresponding to group C2 of the cluster analysis (Fig. 3). However, the two sub-groups formed by *Sagitta friderici* and *Paracalanus quasimodo*, and by brachyuran zoeae, cirripede nauplii and polychaete larvae, were more strongly associated with the outer stations of Una and Guaraú rivers, respectively. The remaining species had similar abundances in both estuaries.

The PCA computed for the biological data shows the positioning of the above-mentioned associations in relation to the points-objects corresponding to the zooplankton samples (Fig. 4). Each component of this analysis matches the previous interpretation suggested for the environmental variables. Factor 1 (31.2% of variance explanation) represents the salinity gradient affecting the zooplankton distribution. Factor 2 (14.1%) is related to the distinct associations found at low-salinity areas of blackwater and clearwater estuaries. Factor 3 (12.0%) indicates the influence of vertical stratification on the zooplankton composition of the Verde River estuary.

DISCUSSION

Hydrography

Since the river estuaries of the Juréia-Itatins area are short and empty directly into the sea, their whole extension is under the combined influence of semi-diurnal tides and freshwater discharge (Lopes & Por, 1990; Por et al., 1984), which ultimately determine the observed high salinity variations. The salinity gradient was predominantly vertical in the Verde River, in opposition to the horizontal pattern verified in Guaraú and Una River estuaries. This was probably due to the occurrence of a sandy bar in its mouth, limiting tidal movement and water exchange between the river and the adjacent sea. Indeed, during the present survey the mouth of Verde River was about 1.5 m wide and 0.5 m deep, and only a thin layer of cold ($\sim 18.5^{\circ}\text{C}$) freshwater originated in the upper stretch was flowing out to the sea. Therefore, in this case water column stability may have contributed to the development of the salinity vertical stratification and the associated low-oxygen concentrations close to the bottom. This seems to be a recurrent situation in the Verde River estuary during the dry winter period (Lopes *et al.*, 1986).

Differences in the chemical properties at the low-salinity sections of the estuaries agree with previously reported characteristics of blackwater and clearwater stream. Both river types are chloride-dominated and poor in ionic content as compared to the well-buffered whitewater rivers, such as the Ribeira do Iguape River (Lopes & Por, 1990; Por, 1986). However, blackwater streams are strongly influenced by the podzolic soils of the post-Pliocenic alluvial plain, which contribute with high amounts of humic and fulvic substances. Thus, it is likely that the high concentrations of phosphorus and nitrogen (in the form of NO_2^- , NO_3^- and NH_4^+) found at the inner stations of Una River are connected to decomposition processes of organic matter. In contrast, clearwater streams are originated on Pre-Cambrian horsts, whose soil is extremely lixiviated but rich in minerals composed by a high proportion of silica in a relatively soluble form (e.g., feldspars; Bigarella, 1978). This might explain the higher concentrations of silicate found in the well-oxygenated waters of Guaraú River (st. 1) and Verde River (surface water of both stations) together with the observed low phosphorus and nitrogen content, as shown by the PCA.

Zooplankton community

Distinct zooplanktonic associations were recorded at the low-salinity areas of the Una and Guaraú river estuaries while near-zero zooplankton densities were observed at the thin freshwater layer occurring in the Verde River estuary. Although the spatial distribution of zooplankton showed a close relationship with most physical and chemical properties, as demonstrated by the PCA, the analyzed abiotic factors might not explain alone the occurrence of different populations in these closely situated river

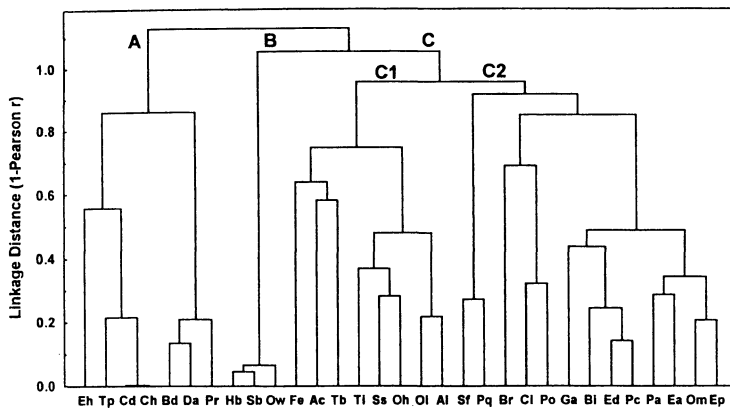


Fig. 3

Cluster analysis of the dominant zooplankton taxa. Letters A-C refer to the main zooplanktonic associations recorded in the 4 river estuaries during the studied period. Species symbols are explained in Table 2.

estuaries. The effect of river size on the structuring of zooplankton communities in the Atlantic lowland may be as important as the influence of other abiotic factors (Brönmark *et al.*, 1984). It is to be expected since river size influences estuarine hydrodynamics, which in turn affects the transport of planktonic populations together with physical and chemical properties. This is exemplified by comparing the studied river estuaries.

The short (~3 km) Verde River estuary is strongly influenced by the sea and most of its water column is dominated by high (30) salinity water (Lopes *et al.*, 1986). Short river estuaries emptying directly into the sea, like Verde River, do not support permanent populations of freshwater or typical estuarine zooplankton, including here the copepod *Pseudodiaptomus richardi*. Guaraú River estuary (~15km long) has a near-permanent oligohaline stretch (Lopes, 1994; present study) which provides a habitat for estuarine species such as *P. richardi* (the dominant one), *Synchaeta bicornis*, *Oithona oswaldo-cruzi* and *Halicyclops* spp. Una River estuary (~80 km long) is apparently large enough to stand for permanent freshwater populations.

However, most taxa recorded at the inner stations of Una River corresponded to a typical drifting community (the kinon community of Fittkau, 1977). This gives further support to the idea that the low pH and high humic acid content of blackwater rivers such as Una River affects negatively the development of planktonic populations (Lopes & Por, 1990; Por, 1986; Por *et al.*, 1984). In this case, most of the aquatic fauna seems to be confined to the well-buffered micro-habitat provided by macrophyte roots (Lopes & Por, 1990). The low diversity and abundance of the planktonic biota in blackwaters are well documented in the Amazonian rivers (Sioli, 1984), but the ultimate causes for

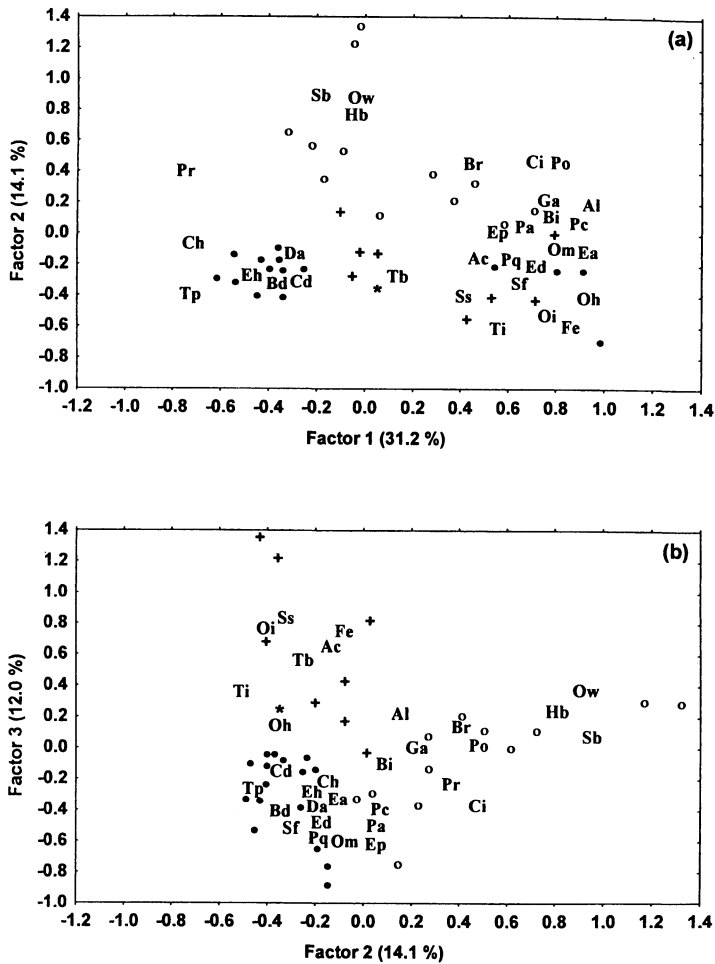


Fig. 4

Principal component analysis of zooplankton abundance data; (a) components 1 and 2; (b) components 2 and 3. Symbols of point-objects as in Figure 2. Abbreviations used for the variables are explained in Table 2.

this phenomenon are still under debate (see Walker, 1987). This points out the need for detailed experimental work on the physiological responses of zooplanktonic organisms to high humic acid concentrations.

Lopes & Por (1990) mentioned that the zooplankton composition is relatively similar in the high-salinity sections of the river estuaries of the Juréia-Itatins area. Accordingly, most estuarine-marine and marine-euryhaline species grouped together in the cluster analysis (Fig. 3), but the results also suggested that significant differences may occur in certain periods of the year. This was the case for species forming group C1 of the cluster analysis, including tintinnid ciliates, appendicularians, acol turbellarians and three species of copepods. These species were closely associated with the low-oxygen bottom layers of the Verde River, occurring at low densities in the other estuaries. The high abundance of these zooplankters was possibly related to high numbers of pico- and nanoplanktonic organisms that comprise their direct or indirect food source (see Lopes, 1994). Thus, the observed low oxygen concentrations, associated with limited water circulation and strong thermohaline stratification, might have favored the development of a microbial-based food web in the Verde River estuary during the studied period. Seasonal differences in the zooplankton community structure among river estuaries of the Atlantic lowland are therefore to be expected, especially in the areas more strongly influenced by the sea.

ACNOWLEDGEMENTS

I thank Prof. J.G. Tundisi (CRHEA/EESC, University of São Paulo) for providing technical facilities during the field and lab activities. Suggestions by F. Brandini and P. Lana (CEM-UFPR) are fully acknowledged. This work was supported by FAPESP grants 85/2925-0 and 86/0004-7.

ABSTRACT

The spatial distribution of zooplankton and hydrographical variables was investigated in the larger river estuaries of the Juréia-Itatins Ecological Station and compared through multivariate analysis. The distribution of most abiotic and biotic descriptors paralleled the salinity gradient, which explained a high percentage of the observed variance. The low-salinity stretches of clearwater rivers presented low phosphorus and nitrogen but comparatively high silicate concentrations, the opposite occurring in equivalent areas of blackwater rivers. Distinct zooplanktonic associations occurred in each river estuary. The copepod *Pseudodiaptomus richardi* dominated in the inner reaches of Guaraú and Una rivers, but this species was accompanied by different associations in each of these systems. No freshwater or typical estuarine species occurred in Verde River estuary. Only slight differences were observed between Guaraú and Una River estuaries regarding the estuarine-marine and marine-euryhaline biota. On the other hand, the dominant

estuarine-marine species that occurred in Verde River estuary were not abundant in the other estuaries. The present results suggest a major influence of chemical properties and river size on the distribution of estuarine zooplankton communities along the Brazilian coast.

Key words: Zooplankton, estuaries, distribution, hydrography, Brazil.

RESUMO

Hidrografia e estrutura da comunidade zooplancônica: um estudo comparativo de estuários da Estação Ecológica de Juréia-Itatins (Brasil). A distribuição espacial do zooplâncton e de variáveis hidrográficas foi investigada nos principais estuários da Estação Ecológica de Juréia-Itatins e comparada através de técnicas multivariadas. A distribuição da maioria dos descritores bióticos e abióticos acompanhou o gradiente de salinidade, que explicou uma alta porcentagem da variância. Nos trechos de baixa salinidade dos rios de águas claras ocorreram concentrações baixas de fosfato e nitrogênio, associadas com concentrações comparativamente altas de silicato. O oposto foi observado em áreas equivalentes dos rios de águas pretas. Diferentes associações zooplancônicas ocorreram em cada rio. O copépode *Pseudodiaptomus richardi* dominou nos setores mais internos dos rios Guaraú e Una, mas foi acompanhado por associações distintas em cada um dos sistemas. Não ocorreram espécies tipicamente estuarinas ou de água doce no estuário do rio Verde. Foram notadas somente pequenas diferenças entre os estuários dos rios Guaraú e Una, com relação à biota estuarino-marinha e marinho-eurihalina. Por outro lado, as espécies estuarino-marinhas dominantes no estuário do rio Verde não foram abundantes nos demais estuários. Estes resultados sugerem que as propriedades hidroquímicas e o tamanho do rio exercem uma influência importante sobre a distribuição das comunidades zooplancônicas nos ambientes estuarinos da costa do Brasil.

Palavras-chave: zooplâncton, estuários, distribuição, hidrografia, Brasil

REFERENCES

- ABSABER, A.N. 1985. O Ribeira de Iguape: uma setorização endereçada ao planejamento regional. *Bolm tec. SUDELPA*, 1: 1-35.
- ALMEIDA PRADO, M.S., 1973. Distribution of Mysidacea (Crustacea) in the Cananéia region. *Bolm Zool. Biol. Mar. S. Paulo*, 30: 395-417.
- ALMEIDA PRADO-POR, M.S. & F.A. LANSAC-TÔHA, 1984. The distribution of brackish water Calanoida (Copepoda) along the coast of Brazil. *Hydrobiol.*, 167/168: 435-444.
- BIGARELLA, J.J. (Coord.), 1978. *A serra do mar e a porção oriental do Estado do Paraná: Um problema de segurança ambiental e nacional*. Governo do Paraná/ADEA, Curitiba, 249 pp.
- BJÖRNBERG, T.K.S. 1981. Copepoda. In: Boltovskoy, D. (Ed.), *Atlas del Zooplancton del Atlantico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. INIDEP, Mar del Plata, p. 587-679.
- BRÖNMARK, C., J. HERRMANN, B. MALMQVIST, C. OTTO & P. SJÖSTRÖM, 1984. Animal community structure as a function of stream size. *Hydrobiol.*, 112: 73-79.
- FRASER, J.H. 1968. *Zooplankton Sampling*. UNESCO, Paris, 174 pp. (Monographs on Oceanographic Methodology, n. 2).
- GRASSHOFF, K., M. EHRHARDT & K. KREMLING, (Eds.), 1983. *Methods of seawater analysis*. 2nd ed., Verlag Chemie, Weinheim, 419pp.

- JEFFRIES, H.P. 1967. Saturation of zooplankton by congeneric associates. In: LAUFF, G.H. (Ed.) *Estuaries*. AAAS Publ., Washington, p. 500-508.
- LANSAC-TÔHA, F.A. & A.F. LIMA, 1993. Ecologia do zooplâncton do estuário do Rio Una do Prelado (São Paulo, Brazil). *Acta Limnol. Bras.*, 6: 82-96.
- LEGENDRE, L. & P. LEGENDRE, 1984. *Ecologie Numérique, 2. La structure des données écologiques*. Masson Presses de l'Université du Québec, Québec (2^{ème} éd.), 335pp.
- LOPES, R.M. 1994. Zooplankton distribution in the Guaraú River estuary (South-eastern Brazil). *Est. coast. Shelf. Sci.*, 39: 287-302.
- LOPES, R.M. & F.D. POR, 1990. Tipos fluviais da área de Juréia-Itatins e Baixo Ribeira (São Paulo). *Publ. ACIESP*, 71 (2): 85-94.
- LOPES, R.M., M.S. ALMEIDA PRADO-POR & F.D. POR, 1986. Zooplankton seasonality in the Rio Verde estuary. *Rev. Hydrobiol. trop.*, 19: 207-214.
- PARSONS, T.R., Y. MAITA & C.M. LALLI, 1984. *A manual of chemical and biological methods for seawater analysis*. Pergamon Press, Oxford, 173 pp.
- POR, F.D. 1986. Stream type diversity in the Atlantic lowland of the Juréia area (subtropical Brazil). *Hydrobiol.*, 131: 39-46.
- POR, F.D. 1992. *Sooretama: The atlantic rain forest of Brazil*. SPB Academic Publ., The Hague, 130pp.
- POR, F.D. & IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. 1984. The Juréia Ecological Reserve, São Paulo, Brazil - facts and plans. *Environ. Conservation*, 11: 67-70.
- POR, F.D. & LOPES, R.M. 1994. The streams of the Atlantic rainforest of Brazil. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 25: 1871-1875.
- POR, F.D.; SHIMIZU, G.Y.; ALMEIDA PRADO-POR, M.S.; LANSAC-TÔHA, F.A. & OLIVEIRA, I.R. 1984. The blackwater river estuary of Rio Una do Prelado (São Paulo, Brazil): preliminary hidrological data. *Rev. Hydrobiol. trop.*, 17: 245-258.
- SIOLI, H., 1984. The Amazon and its main affluents: Hydrography, morphology of the river courses, and river types. In: SIOLI, H. (Ed.), *The Amazon, Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. W. Junk Pub., p. 127-165.
- UNESCO, 1985. *The international System of units (SI) in oceanography*. IAPSO Publication Scientifique, 32: 1- 124.
- WALKER, I. 1987. The biology of streams as part of Amazonian forest ecology. *Experientia*, 43: 279-287.

BENTHIC MACROFAUNA OF *SPARTINA ALTERNIFLORA* MARSHES AND NEARBY UNVEGETATED TIDAL FLATS OF PARANAGUÁ BAY (SE BRAZIL)

Sérgio Antonio NETTO*
Paulo da Cunha LANA**

INTRODUCTION

The presence of plants in intertidal coastal areas can affect the composition and distribution of benthic associations. Plant structures increase environmental heterogeneity and food availability, besides providing additional substrata and protection from predation. Plants can also modify the hydrodynamic conditions, oxygen distribution and the stability of sediment (Kneib, 1984; Caperhart & Hackney, 1989; Lin, 1989). The extent of plant effects on invertebrate populations will depend, however, on the different shape, length and density of above- and below-ground structures, such as roots and rhizomes.

Spartina alterniflora marshes are typical features of estuarine systems along the Brazilian southeastern coast. The presence of mangrove woodlands restricts local *S. alterniflora* marshes to narrow pioneer formations at the seaward edge of tidal plains (Lana & Guiss, 1991; Angulo 1992; Costa & Davy 1992). Although the composition and distribution of salt marsh invertebrates from temperate areas of the northern hemisphere have been extensively investigated (Nichol, 1936; Kneib, 1984; Adam, 1990), studies of tropical and subtropical marsh fauna in Brazil are comparatively recent (Tararam & Wakabara, 1987; Takeda, 1988; Flynn, 1993; Netto, 1993; Bonnet *et al.*, 1994; Cunha, 1994).

Lana & Guiss (1991, 1992) stated that the presence of above- and below-ground biomass of *S. alterniflora* marshes exerts a strong influence on the composition and

*University of Plymouth, Plymouth Marine Laboratory, Prospect Place, West Hoe, Plymouth PL1 3DH, United Kingdom. Fax (01752) 670637, e-mail: sem@wpo.nerc.ac.uk.

**Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, Av. Beira Mar s/n, Pontal do Sul, Paraná, 83255-000, Brazil. Fax: (041) 4551105, e-mail: lana@aica.cem.ufpr.br.

abundance of benthic macrofauna in the euhaline sector of Paranaguá Bay. They suggested that physical and chemical parameters may have a secondary role in determining local macrobenthic diversity and abundance. These studies, however, did not attempt to quantify the spatial variability of plant cover along the bay. It is known that the biomass and production of *S. alterniflora* is negatively correlated with the salinity (Gross *et al.*, 1990). Therefore, the presence of a distinct gradient of salinity and the degree of exposure along the bay, as shown by Lana (1986) for the sublittoral benthic macrofauna and by Knoppers *et al.*, (1987) for physical and chemical variables, could also modify salt marsh structure, affecting below- and above-ground plant biomass as well as associated benthic fauna.

In this paper, we investigate if the composition and distribution of the benthic macrofauna of *S. alterniflora* marshes and nearby unvegetated flats of Paranaguá Bay are affected along this salinity and environmental energy gradient.

MATERIALS AND METHODS

Study site

Paranaguá Bay (2520S - 2535S / 4820W - 4845W) is an estuarine system bounded by mangroves and salt marshes, extending for almost 50 km inland from Mel Island to the city of Antonina (Fig. 1). The regional climate is subtropical humid mesothermic with hot summers. Air temperature ranges from 16° C in winter to 34° C in summer. The annual precipitation averaged 2,248 mm between 1975 and 1984 (IPARDES, 1991). Although few studies have been carried out on the hydrodynamic conditions (Knoppers *et al.*, 1987; Marone & Camargo, 1993), Paranaguá Bay has semidiurnal tides, characterized by diurnal inequalities with maximum amplitudes of ca. 2 m. According to Bigarella *et al.* (1978) and Knoppers *et al.* (1987), the bay can be divided into two sectors based on sediment nature and hydrographic characteristics. The first sector, including the area from Antonina to Paranaguá, is estuarine with silt-clay sediments. The second, from Paranaguá to Mel Island, presents both poly- and euhaline high energy characteristics and well sorted fine sand bottoms.

Sampling

In order to describe the specific composition and analyze the spatial distribution patterns of benthic invertebrates of the salt marshes and adjacent unvegetated tidal flats, 20 sites were sampled along a salinity and environmental energy gradient during July and August of 1991 (Fig. 1). At each site, faunal and sedimentological samples were taken in vegetated (1v to 20v) and nearby unvegetated (1nv to 20nv) areas.

Faunal samples were taken with a 25 cm in diameter and 30 cm height core tube (area of 0.05 m²). Samples were fixed with 10 % formalin and sieved through 0.5 and 1 mm meshes. All specimens were identified to the lowest possible taxonomic level

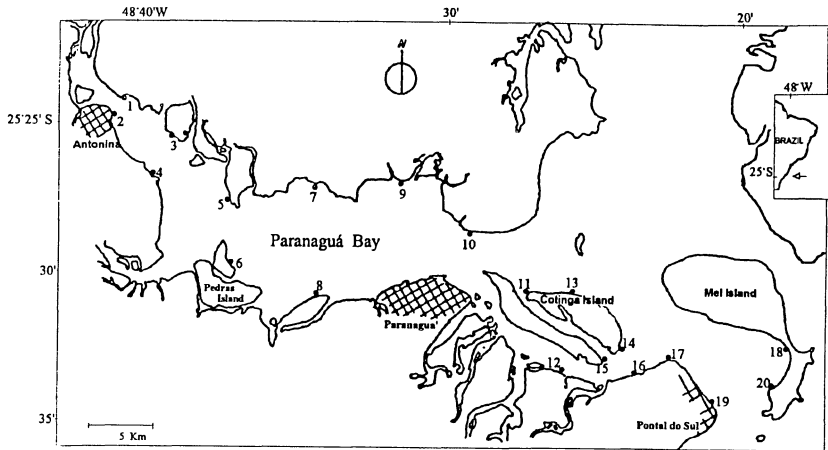


Fig. 1
Location of sampling sites along Paranaguá Bay, SE Brazil.

and counted under a dissecting microscope. The maximum height of *S. alterniflora* and density of stems (counted inside the core tube) were recorded.

Sediment samples were taken with a 50 mm in diameter and 100 mm height core adjacent to each faunal sample. Water content was estimated through water loss after the sediment was dried for 24 h at 70°C. Dried subsamples were combusted at 550°C for 60 min in order to determine organic content (Dean, 1974). Granulometric data was obtained by sieving and pipette analyses. Samples from the inner area of the bay were first treated with 30 % H₂O₂ due to the high percentages of silt-clay and organic content (Carver, 1972). Salinity of interstitial water (temperature-compensating refractometer, ± 1 ppt) and sediment temperature ($\pm 1^\circ$ C) were also recorded.

Data analysis

Cluster analyses were conducted in order to verify the degree of association between stations (Q mode) and species (R mode) of benthic macrofauna. Analyses were performed using log (x+1) transformed data. Clustering was carried out with the Bray-Curtis measure of similarity and the unweighted arithmetic average sorting strategy (Romesburg, 1984).

Statistical parameters of Folk & Ward (1957) were initially determined for sediment samples. Sample clustering (Q mode) was also performed using the Bray-Curtis index of similarity and the group-average linking of normalised data. Principal component analyses (Q and R mode) were used to characterise plant cover (*S. alterniflora* height and stem density) and its relationship with physical and chemical parameters of salt marshes (Hair *et al.*, 1979).

On the basis of the classification and ordination analyses, the bay was divided into sectors. Differences between faunal and sedimentological parameters, comparing vegetated and unvegetated areas of each sector, were tested with one-way ANOVA. Data was $\log(x+1)$ transformed to increase the normality distribution. The Bartlett test was used to check for the homogeneity of variances. The Least Significance Difference (LSD) multiple comparison test was used whenever significant differences were detected (Hair *et al.*, 1979).

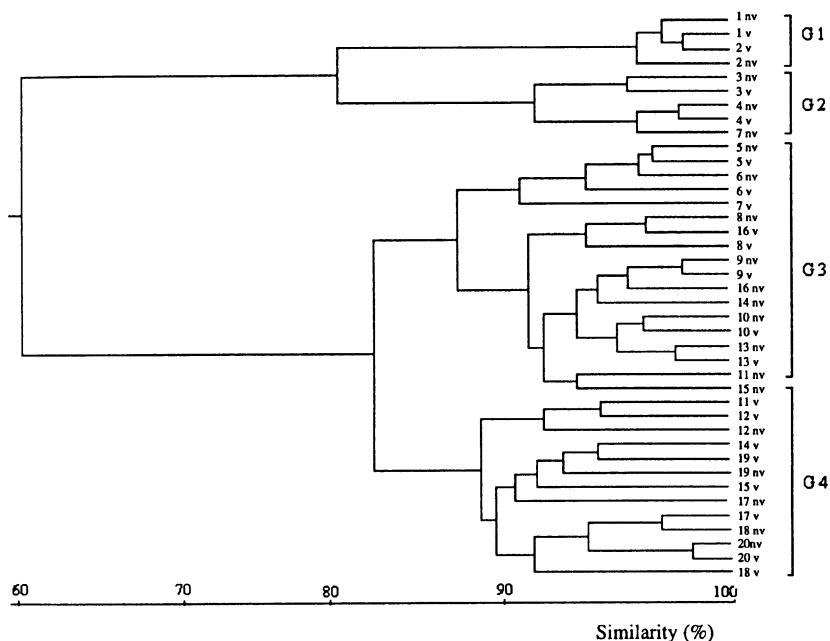


Fig. 2

Dendrogram (Q mode) of sedimentological parameters. v - vegetated sites; nv - nearby unvegetated sites.

RESULTS

Physical and chemical parameters

Classification analyses of sedimentological parameters yielded 4 station groups at 80 % similarity level (Fig. 2): - group 1, inner stations (1nv, 1v and 2v); - group 2, stations around Antonina (3v, 3nv, 4v, 4nv and 7nv); - group 3, intermediate bay stations

(8nv, 16v, 8v, 9nv, 9v, 16nv, 14nv, 10nv, 10v, 13nv, 13v, 11nv, 15nv); - group 4, outer bay stations (11v, 12v, 12nv, 14v, 19v, 19nv, 15v, 17nv, 17v, 18nv, 20nv, 20v and 18v).

Interstitial water salinity ranged from 17 - 21 in inner stations to 35 in outer stations. The salinity of salt marshes and unvegetated flats did not differ significantly (Table 1). Sediment temperatures varied between 17°C to 20°C with similar values in vegetated and unvegetated areas.

Water content was higher in stations next to Antonina (69.3 to 82.3 %) than those close to Mel Island (22.4 to 35.6 %). Water content of marshes and unvegetated flats did not differ significantly (Table 1).

Table 1. Results of one-way ANOVA evaluating the effects os sampling sites (vegetated vs unvegetated) on physical and chemical parameters after the division of the bay into sectors. NS-no significant difference.

	Inner bay	Intermediate portion	Outer bay
Salinity (ppt)	0,2 NS	0,4 NS	0,2 NS
Mean grain size (PHI)	0,1 NS	0,3 NS	0,7 NS
Standart deviation	0,6 NS	0,6 NS	0,4 NS
Sorting	0,8 NS	0,4 NS	0,4 NS
Skewness	0,5 NS	0,2 NS	0,1 NS
Sand (%)	0,8 NS	0,3 NS	0,6 NS
Silt (%)	0,3 NS	0,1 NS	0,8 NS
Clay(%)	0,4 NS	0,8 NS	0,4 NS
Water content (%)	1,2 NS	1,3 NS	1,1 NS
Organic content (%)	1,4 NS	1,4 NS	0,7 NS

Organic content ranged from 20 - 25 % next to Antonina, decreasing towards the outer stations (0.5 - 2.7 %). Although salt marshes showed higher sediment organic content, the difference was not significant (Table 1).

Sediment parameters were variable along the bay with mean grain size ranging from 2.4 - 5.4 . Sediments were medium silt around Antonina, very fine sand in the intermediate zone, and fine sand near Mel Island. Sorting values varied between 2.1 and 0.3. The sediments were poorly sorted with exception of the outer bay stations. A distribution towards fine sediments in most of the stations was indicated by negative skewness, with most sediment samples being leptokurtic. Analyses of variance between sediment parameters of marshes and unvegetated sites (divided into sectors according to classification analyses) did not show any significant differences (Table 1).

Salt marsh characterisation

Stem densities in salt marshes ranged from 120 to 560 m⁻² and did not shown any gradient along the bay (Fig. 3). The maximum height of *S. alterniflora* was significantly greater in the inner bay (average of 110 cm) than in the outer bay (average of 50 cm, Fig. 3).

Principal component analyses relating plant cover and sediment variables are shown in Figure 4. On the R mode, the first and second axes were responsible for 89.9 % of total variance. In the first component, which accounted for 76.5 % of the total variability, the greatest positive value was sand percentage, and the greatest negative value was silt percentage. The second component (13.4 % of total variance) was related to sand content and *S. alterniflora* height. *S. alterniflora* height was shown to be primarily related to the sediment gradient. Higher marshes in the inner bay were associated with higher silt percentage and organic content, whilst the lower marshes, in the outer bay, were related to higher sand percentages.

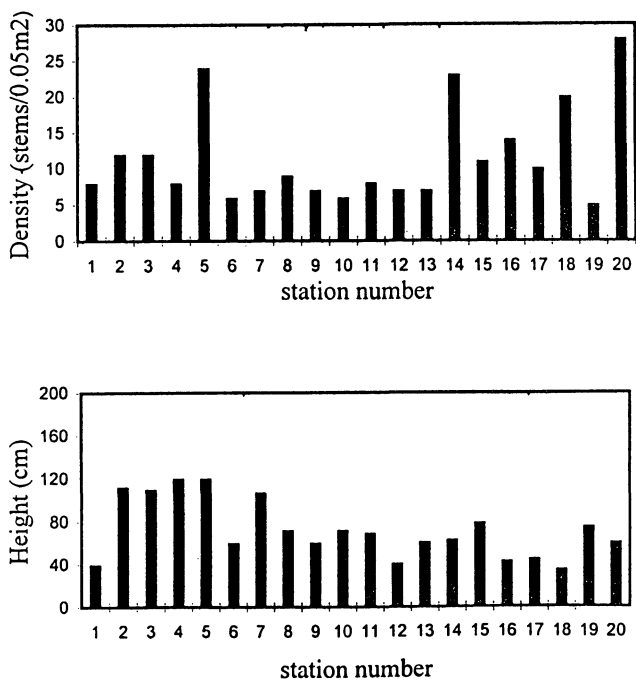


Fig. 3

Maximum height (cm) and stem density (number of stems/ 0.05 m²) of *S. alterniflora* along Paranaguá Bay.

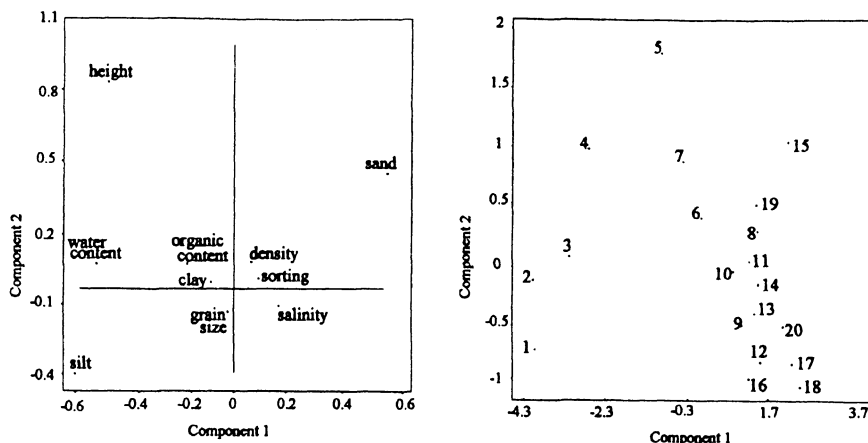


Fig. 4

Principal component analyses on R- and Q-mode, relating plant cover (*S. alterniflora* height and stems density) and sediment characteristics of marshes.

Benthic macrofauna

Faunal samples yielded 78 taxa with densities ranging from 1 to 1,038 inds.0.05 m⁻² (Table 2). Species number increased towards the outer stations as shown in Figure 5.

A total of 72 taxa were found in unvegetated tidal flats (2,707 organisms). The bivalve *Anomalocardia brasiliensis*, the deposit-feeding polychaete *Laeonereis acuta*, and the surface crawling gastropod *Heleobia australis* were the numerically dominant species, accounting for 40% of total macrofauna. The bivalve *Tellina* sp. and the polychaete *L. acuta* were the most widespread species on the unvegetated areas. Although representing less than 1 % of total fauna, *Tellina* sp. was found in 75 % of the unvegetated tidal flats samples.

In salt marshes, a total of 64 taxa were identified among 4,276 organisms. The omnivorous polychaete *Nereis oligohalina*, the tube-building deposit-feeding polychaete *Isolda pulchella* and the gastropod *Neritina virginea* accounted for 54% of total macrofauna. These species occurred in almost 80% of marshes, indicating a clear preference for the vegetated sites of the bay.

Cluster analyses in Q mode (Fig. 6a) of faunal data showed that the distribution of salt marshes and unvegetated areas of bay is clearly influenced by the salinity and environmental energy gradient. The analyses also separated vegetated and unvegetated areas, particularly those from Paranaguá to the outer bay (groups 3 and 4). Cluster analyses yielded four groups of stations: group 1 formed by the inner stations (1nv, 3nv,

1v, 2nv, 5nv and 3v); group 2 composed by stations 4nv, 4v, 5v, 7v, 7nv, 19v and 19nv; group 3 included the intermediate and outer marshes (8v, 9v, 10v, 14v, 15v, 16v, 17v, 18v and 20v); group 4 composed of the unvegetated flats from the same area of group 3. Stations 12nv, 12v and 13v were considered not grouped.

Table 2. Results of one-way ANOVA evaluating the effects of sampling sites (vegetated vs unvegetated) on faunal parameters after the division of the bay into sectors.

	Inner bay	Intermediate portion	Outer bay
Species number	1,9 NS	1,3 NS	0,1 NS
Total macrofauna	0,2 NS	1,5 NS	0,4 NS
<i>Neritina virginea</i>	5,4 NS	6,2*V>NS	6,8*V>NV
<i>Heleobia australis</i>	2,3 NS	0,1 NS	2,1 NS
<i>Anomalocardia brasiliiana</i>	-	1,9 NS	2,4 NS
<i>Nereis oligohalina</i>	-	7,1* V>NV	11,9***V>NV
<i>Laonereis acuta</i>	0,1 NS	3,2 NS	0,1 NS
<i>Isolda pulchella</i>	1,8 NS	4,6 NS	12,9***V>NV
<i>Glycera americana</i>	1,0 NS	2,7 NS	5,1**NV>V
<i>Sphaeromopsis mourei</i>	-	6,6*V>NV	15,1***V>NV

* $0,05 < p < 0,01$; ** $0,01 < p < 0,001$; *** $p < 0,001$; NS- no significant differences; V - vegetated sites; NV - nearby unvegetated.

Classification analysis of the inverse matrix discriminated 3 groups of organisms (Fig. 6b). Group I comprised species characteristic of salt marshes, such as *N. virginea* and *N. oligohalina*. Group II was divided into three subgroups: A - *Leucozonia nassa* and *Platynereis dumerilli*, widespread on the vegetated and unvegetated areas but not found in the inner bay; B - formed by species characteristic of unvegetated flats, such as *Tellina sp.* and *Sigambra grubii*; C - constituting species that occurred in both vegetated and unvegetated sites along all sectors of bay, such as *Lucina pectinata* and *Diopatra viridis*. Group III was formed by the polychaete *Nephtys fluviatilis* and the deposit-feeding gastropod *H. australis*. The gastropod *Acteocina bidentata*, the isopod *Sphaeromopsis mourei* and the tanaid *Kalliapseudes schubartii* were not grouped.

On the basis of classification and ordination analyses of sediment parameters, the bay was divided into sectors and analyses of variance were performed with the objective of testing differences between species number, total macrofaunal density, and abundance of numerically dominant species in salt marshes and unvegetated habitats (Table 2). Species number, total macrofauna and the densities of dominant organisms

did not differ between marshes and unvegetated areas in the inner bay. In the intermediate area (stations 8 to 14, Table 2) *N. virginea*, *N. oligohalina* and *S. mourei* were significantly more abundant in salt marshes. Differences between vegetated and unvegetated flats were more evident in the high energy sector, where *N. virginea*, *N. oligohalina*, *I. pulchella* and *S. mourei* were significantly more abundant in salt marshes. Conversely, *Glycera americana* recorded significant higher population densities at unvegetated sites (Table 2).

DISCUSSION

Brandini *et al.* (1986) and Knoppers *et al.* (1987) reported the presence of a strong physico-chemical gradient in Paranaguá Bay, from the inner area, next to Antonina, to the outer bay, around Mel Island. The hydrographic characteristics of the inner bay are more influenced by the rainfall regime than the eastern sector, where the oceanic influence is more evident.

Spartina alterniflora marshes of Paranaguá Bay occur from poorly sorted silt-clay sediments, in the interior region, to well sorted fine sand near Mel Island. Sediment nature appears not to be a limiting factor for the colonisation process of local *S. alterniflora* marshes. Marsh structure, mainly stem height, is influenced by the exposure degree and salinity gradient. This gradient, however, seems not to affect total stem densities, as also shown by Netto (1993). Our results suggest a close relationship between higher forms of *S. alterniflora* and high clay and water contents, as well as poorly sorted sediments, typically found at the inner sector of Paranaguá Bay.

According to water mass classification based on salinity (Venice System), the area of the bay investigated could be divided into three different sectors: mesohaline (stations 1 to 7), corresponding to the Antonina region; polyhaline (stations 8 to 14), including the area from Pedras Island to Cotinga Island; euhaline (stations 15 to 20) from the eastern end of Cotinga Island to Mel Island (Fig. 1).

In the mesohaline sector, the benthic macrofauna and sediment characteristics of stations west of Antonina clearly differ from more eastern stations. In this sector, although species richness is low, the composition and abundance of benthic invertebrates differ between unvegetated flats and *S. alterniflora* marshes. In the unvegetated sites, the surface crawling gastropod *Heleobia australis*, an eurihaline and r-strategist species (Lana, 1986), is the numerical dominant. Epibenthic forms are also the most abundant organisms in local salt marshes, though represented by *Cassidinidea tuberculata* and *Neritina virginea*. Sediments of the mesohaline sector, with high proportions of fine particles, organic and water contents are suggestive of a highly anaerobic habitat. The area, probably subjected to elevated sedimentation rates, is practically devoid of infaunal species, with the exception of some polychaetes, such as *Nephtys fluviatilis*. Conversely, shoots and stems of local *Spartina alterniflora* support a dense epifauna,

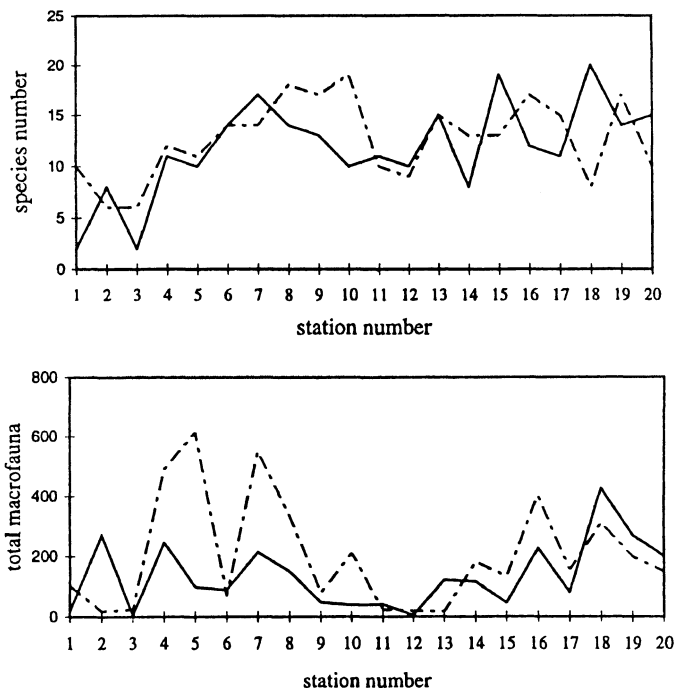


Fig. 5

Number of species and total macrofauna at salt marshes (---) and nearby unvegetated area (—) along Paranaguá Bay.

as also recorded in the euhaline sector by Lana & Guiss (1991, 1992). The presence of this epifauna can be attributed to an increase in substratum availability and to the development of micro- and macroalgae on the living and dead tissues of *S. alterniflora*. However, *Heleobia australis*, a typical epibenthic form that probably also feeds on the algal film associated with the sediment, was either absent or occurred only in low densities in mesohaline salt marshes. *H. australis* is a well known opportunistic species which can be found from sublittoral to intertidal areas in almost all estuarine systems from S to SE Brazil (Bemvenuti *et al.*, 1992; Lana, 1986). This unexpected pattern can not be explained by present data.

In the stations east of Antonina, still inside the mesohaline sector, species richness increases as a direct effect of the decrease in fine sediment content. Infaunal organisms, such as *Laeonereis acuta* on the unvegetated flats and *Isolda pulchella* on salt marshes, are the dominant species. Analyses of variance did not show any significant differences between population densities at vegetated and unvegetated sites, suggesting that in the mesohaline sector, species are not characteristic of either environment. High sedimen-

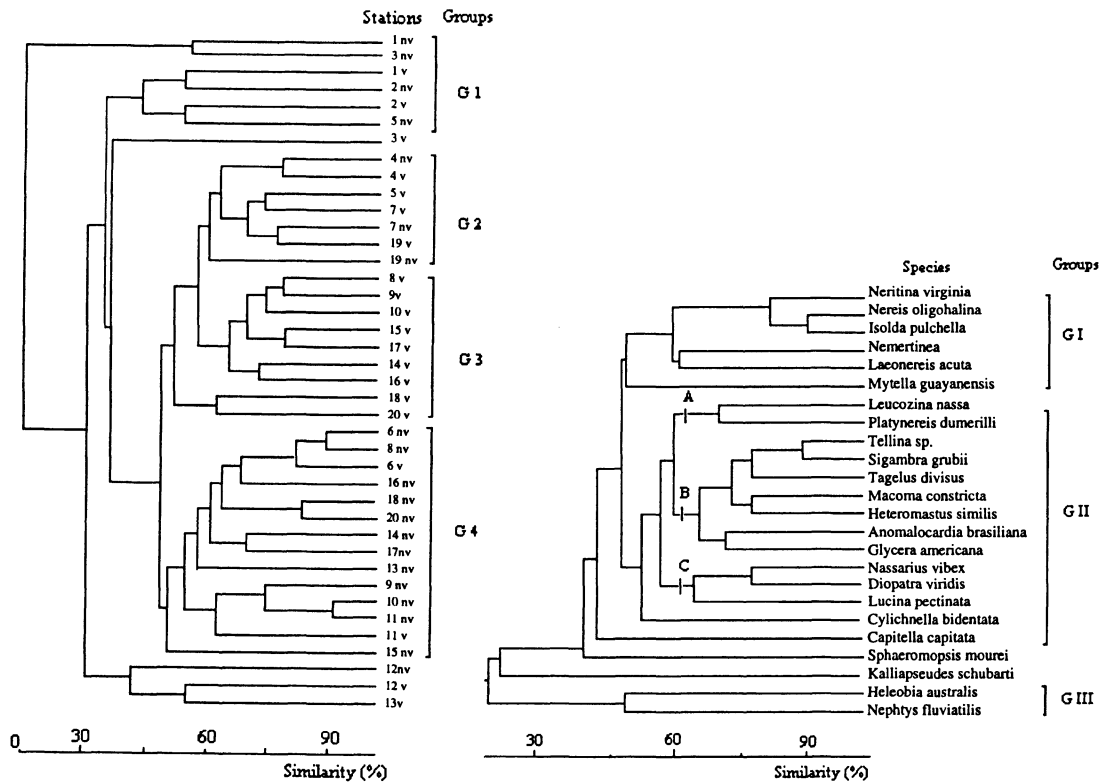


Fig. 6a

Fig. 6b

Similarity dendrogram of sampling sites (a) and macrofaunal species (b) at vegetated (v) and nearby unvegetated sites (nv).

tation rates appear to prevent the development of a more stable association when compared with other sectors.

The polyhaline sector, which covers the area from Paranaguá to Cotinga Island (Fig. 1), presents more visible differences between benthic invertebrates in *S. alterniflora* marshes and nearby unvegetated areas. The bivalve *Anomalocardia brasiliiana*, absent in the mesohaline sector, is the most abundant species in the unvegetated areas together with the predatory polychaete *Glycera americana*. An increase in the abundance of species characteristic of salt marshes, such as the polychaete *N. oligohalina*, also occurs. Population density of *N. oligohalina* is positively correlated with above-ground biomass of *S. alterniflora* (Lana & Guiss 1992), and sand percentages, but negatively correlated with water content (Netto, 1993). This species is closely associated with poly- and euhaline marshes. Although these salt marshes are lower than those from mesohaline sector, the sedimentation rates are also probably low, determining an increase of epibenthic richness and abundance, as shown by the high densities of the isopod *Sphaeromopsis mourei*.

The higher environmental energy of the euhaline sector, near Mel Island, is apparent from sediment characteristics, such as fine, well-sorted sand, and low water and organic contents. Benthic associations in this sector seem to be heavily influenced by the degree of exposure of local flats to waves and currents. In more exposed sites, such as stations 17 and 20, sediments are very sandy with low organic content and the number of species is low, similar to the mesohaline sector, although with a different species composition. The very compacted sands of these flats, together with occasional wave action during winter, tend to hinder the establishment of infaunal populations. The suspension-feeding *A. brasiliiana* and *K. schubartii* were numerically dominant species in unvegetated areas. In the salt marshes, *Scolecopsis squamata*, a common polychaete in adjacent sandy beaches (Souza & Gianuca, 1995), is the most abundant, species besides *N. oligohalina*, a typical species of sandy marshes. Conversely, in sheltered sandy areas, species richness is the highest recorded of all sectors. Besides suspension-feeding forms, a great number of infaunal species, such as the polychaete *G. americana*, were found in unvegetated tidal flats. In the salt marshes, where species number is higher, *N. oligohalina* and *I. pulchella* are numerically dominant species. Population densities of *I. pulchella* are positively correlated with above-ground biomass of *S. alterniflora* (Lana & Guiss, 1992) and negatively correlated with clay percentage (Netto, 1993). The higher population densities of *I. pulchella* in the euhaline marshes could also be attributable to the higher detritus biomass in flats of this sector of Paranaguá Bay (Netto, 1993).

In conclusion, the composition and distribution patterns of benthic associations in salt marshes and unvegetated tidal flats of Paranaguá Bay are clearly conditioned by the degree of exposure and the salinity gradient. Although sediment characteristics are very similar between salt marshes and nearby unvegetated areas, the composition and abundance of benthic invertebrates can differ, particularly in the poly- and euhaline

sectors. Those differences reflect the different sedimentation patterns prevailing along the bay.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work is part of the M. Sc. thesis of the first author (Zoology Department, Universidade Federal do Paraná). It was partially supported by the Brazilian agencies CAPES and CNPq under grants to Sérgio Netto and Paulo Lana. We thank the Brazilian Environmental Agency (IBAMA-Paranaguá) for supporting field work. We also thank Drs. Carlos Borzone (CEM), Rodolfo Angulo (UFPR), Martin Attrill (University of Plymouth) and Mike Kendall (Plymouth Marine Lab) for critical comments, and Brian Kelly, for improving the text. Prof. Carlos Soares (CEM) provided laboratory facilities for sediment analyses.

ABSTRACT

The composition and distribution of benthic macrofauna in *Spartina alterniflora* marshes and nearby unvegetated tidal flats of Paranaguá Bay (SE, Brazil) were investigated. Samples were taken along a salinity and physical gradient, from the inner to the outer bay. The bay was divided into sectors according to its physico-chemical and faunal characteristics. Salt marshes were affected by the gradient, with the tallest formations developing in the mesohaline sector and the lowest ones in the euhaline sector. Macrobenthic associations were also affected, with the mesohaline sector presenting a low species richness of predominantly epibenthic forms. In this sector, the composition and abundance of benthic macrofauna of the salt marshes and unvegetated flats were distinct. Species richness of the polyhaline sector, particularly of the infaunal taxa, was higher than that of the mesohaline sector. Differences between the fauna of marshes and flats became increasingly evident towards the euhaline, high energy sector, characterized by the highest species richness along the bay. Benthic associations from marshes and unvegetated flats were clearly structured by the salinity and physical gradient. Although salt marsh and flats present a relative homogeneity in physico-chemical parameters, the composition and abundance of associated benthic fauna can vary widely, particularly in poly- and euhaline sectors.

Key words: Macrofauna, *Spartina alterniflora* marshes, tidal flats, Brazil

RESUMO

Macrofauna benthica de marismas de Spartina alterniflora e baixios não vegetados da Baía de Paranaguá (Brasil). A composição e a distribuição da macrofauna benthica em marismas de *Spartina alterniflora* e em baixios não vegetados adjacentes foram investigadas na Baía de Paranaguá (Paraná, Brasil). As amostras foram tomadas ao longo de um gradiente de salinidade e energia ambiental, desde a entrada até a região interior da baía, dividida em setores de acordo com suas características faunísticas e físico-químicas. As marismas foram afetadas por este gradiente, com as formações mais altas presentes no setor mesohalino e as mais baixas no euhalino. As associações macrobênticas foram igualmente afetadas, com o setor mesohalino apresentando um baixo número de espécies, predominantemente epibênticas. Neste setor, a

composição e abundância da macrofauna benthica variaram entre áreas vegetadas e não vegetadas. A riqueza de espécies, principalmente das formas infaunais, aumentou no setor polihalino. Diferenças na composição e abundância da fauna entre áreas vegetadas e não vegetadas tornaram-se progressivamente mais evidentes em direção ao setor euhalino, de alta energia, caracterizado pela maior riqueza de espécies ao longo de todo o gradiente. As associações benthicas de áreas vegetadas e não vegetadas foram claramente condicionadas pelo gradiente de salinidade e energia ambiental. Embora marismas e áreas não vegetadas adjacentes apresentem características físico-químicas similares, a composição e a abundância de suas faunas benthicas podem sofrer grandes variações, principalmente nos setores mesohalino e euhalino, devido aos diferentes padrões de sedimentação ao longo da baía.

Palavras-chave: Macrofauna, *Spartina alterniflora*, marismas, planícies de maré, Brasil.

REFERENCES

- ADAM, P. 1990. *Saltmarsh ecology*. Cambridge University Press: New York. 461pp.
- ANGULO, R.R. 1992. *Geologia da planície costeira do Estado do Paraná*. D. Sc. thesis, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 334 p.
- BEMVENUTI, C. E., S.A. CATANEO & S.A. NETTO. 1992. Características estruturais da macrofauna bentônica em dois pontos da região estuarial da Lagoa dos Patos. *Atlântica*, Rio Grande, 14: 5-28.
- BIGARELLA, J.J., R.D. BECKER, D.J. MATOS & A. WERNER 1978. *A Serra do Mar e a porção oriental do Estado do Paraná*. Secretaria de Estado do Planejamento do Paraná, ADEA: Curitiba. 248 p.
- BONNET, B.R.P., P. C. LANA & C. GUISS. 1994. Influência da gramínea *Spartina alterniflora* sobre a distribuição e densidade de *Neritina virginea* (Gastropoda: Neritidae) em marismas da Baía de Paranaguá (Paraná, Brasil). *Nerítica*, 8: 99-108.
- BRANDINI, F.P., C.A. THAMM & I. VENTURA. 1988. Ecological studies in the Bay of Paranaguá. III. Seasonal and spatial variations of nutrients and chlorophyll a. *Nerítica*, 3: 1-30.
- CAPEHART, A.A. & C.T. HACKNEY. 1989. The potential role of roots and rhizomes in structuring salt marsh benthic communities. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 60: 17-33.
- CARVER, R. E. 1971. *Procedures in sedimentary petrology*. John Wiley & Sons Inc.: New York. 653 p.
- COSTA, C.S.B & A.J. DAVY. 1992. Coastal saltmarsh communities of Latin America. In. *Coastal Plant Communities in Latin America*. U. Seeliger (ed.), American Press: New York p. 179-199.
- CUNHA, S. R. 1994. *Modelo ecológico das marismas de Spartina alterniflora Loisel (Poaceae) do estuário da Lagoa dos Patos, RS*. M Sc. thesis, Departamento de Oceanografia, Fundação Universidade do Rio Grande. 105 pp.
- DEAN, W.E. 1974. Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition: comparison with other methods. *Journal of Sedimentary Petrology*, 44: 242-248.
- FLYNN, M.N. 1993. *Aspectos ecológicos das associações de espécies e avaliação do efeito da predação sobre a estrutura da macrofauna bentônica de bancos de Spartina (Cananéia, SP, Brasil)*. D. Sc. thesis, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 84 p.
- FOLK, R.L. & W.C. WARD. 1957. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27: 3-27.
- GROSS, M.F., A. HARDISKY & V. KLEMAS. 1990. Inter-annual spatial variability in the response of *Spartina alterniflora* biomass to amount of precipitation. *Journal of Coastal Research*, 6: 949-960.
- HAIR, J.F.JR, R.R. ANDERSON, R.L. TATHAM & B.J. GRABLOWSKY. 1979. *Multivariate data analysis*. Petroleum Publishing Company: Oklahoma. 360 p.
- IPARDES. 1991. *Diagnóstico físico-ambiental da Serra do Mar: área sul*. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. IPARDES: Curitiba. 257 p.

- KNEIB, R.T. 1984. Patterns of invertebrates distribution and abundance in the intertidal salt marsh: causes and questions. *Estuaries*, 7: 392-412.
- KNOPPERS, B.A.; F.P. BRANDINI & C.A. THAMM. 1987. Ecological studies in the Bay of Paranaguá. II. Some physical and chemical characteristics. *Nerítica*, 2: 1-36.
- LANA, P.C., 1986. Macrofauna benthica de fundos sublitorais não consolidados da Baía de Paranaguá (Paraná). *Nerítica*, 1: 79-89.
- LANA, P.C. & C. GUISS, 1991. Influence of *Spartina alterniflora* on the structure and temporal variability of macrobenthic associations in a tidal flat of Paranaguá Bay (southeastern Brazil). *Marine Ecology Progress Series*, 73 : 231-244.
- LANA, P.C. & C. GUISS, 1992. Macrofauna-plant-biomass interactions in a euhaline salt marsh in Paranaguá Bay. *Marine Ecology Progress Series*, 80: 57-64.
- LIN, J., 1989. Influence of location in a salt marsh on survivorship of ribbed mussels. *Marine Ecology Progress Series*, 56: 105-110.
- MARONE, E. & R. CAMARGO. 1993. A maré do Rio Perequê, PR: características e tempo de inundação. *III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira*, Academia Brasileira de Ciências: São Paulo 34-36.
- NETTO, S.A. 1993. *Composição, distribuição e variabilidade sazonal da macrofauna benthica de marismas e bancos não-vegetados da Baía de Paranaguá (Paraná, Brasil)*. M. Sc. thesis, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná. 91 pp.
- NICHOL, E.A. 1936. The ecology of a salt marsh. *Journal of Marine Biological Association of UK*, 20: 203-261.
- ROMESBURG, H. C. 1984. *Cluster analysis for researchers*. Lifetime Learning Publications: California. 334 p.
- SOUZA, J.R.B. & N.M. GIANUCA. 1995. Zonation and seasonal variation of intertidal macrofauna on a sandy beach of Paraná State, Brazil. *Scientia Marina*, 59: 103-111
- TAKEDA, A.M. 1988. *Estrutura de associações macrobênticas da Spartina alterniflora Loiseleur, 1807 no complexo estuarino-lagunar de Cananéia*. D. Sc. thesis, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 70 p.
- TARARAM, A.S. & Y. WAKABARA. 1987. Benthic fauna living on *Spartina alterniflora* of Cananéia estuarine region (2502S - 4756W). *Boletim do Instituto Oceanográfico*, São Paulo, 35:103-113.

NOVAS OCORRÊNCIAS DE GASTRÓPODES NO LITORAL DO RIO DE JANEIRO (BRASIL)

Ricardo Silva ABSALÃO^{*,**}
Alexandre Dias PIMENTA^{*}
Paulo Márcio Santos COSTA^{*}

INTRODUÇÃO

Em 1993 foi realizado um convênio entre a Universidade Federal do Rio de Janeiro e a PETROBRÁS S. A., de modo a viabilizar o treinamento dos estudantes dessa Universidade em uma série de atividades práticas a bordo do rebocador adaptado Astro Garoupa. Criou-se, então, o PITA (Programa Integrado de Treinamento de Alunos), que envolveu a UFRJ e várias outras instituições de ensino superior do Estado do Rio de Janeiro. O PITA restringiu sua área de atuação ao litoral norte do Estado do Rio de Janeiro, município de Macaé, mais marcadamente ao redor da Área de Proteção Ambiental do Arquipélago de Santana (42° 0' W 22° 30' S).

Durante a perna de bentos foram realizadas 14 estações de coleta no interior da referida APA e mais três em suas cercanias, tendo como objetivo primário o levantamento faunístico dos invertebrados marinhos.

Os moluscos constituíram-se no grupo dominante dos bentos, seguindo-se os anelídeos poliquetos. Dentre os moluscos, destacaram-se por sua frequência os piramidélídeos (especificamente *Turbonilla*), mas também vários outros táxons de pequenas dimensões que permaneciam sem identificação específica. Recentemente, ao se revisar este material com a finalidade de construir uma chave de identificação para a malacofauna da APA do Arquipélago de Santana, conseguimos identificar seis gastrópodes diminutos até então desconhecidos para as águas brasileiras, e que são objeto deste trabalho.

* Departamento de Zoologia, Instituto de Biologia, C. C. S., Universidade Federal do Rio de Janeiro, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, Brasil. CEP 21941-590.

** Departamento de Biologia Animal e Vegetal, Instituto de Biologia PHLC, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier, 524. CEP 20550-013 – Rio de Janeiro, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

A identificação do material foi baseada, sempre que possível, em comparações conquiológicas com material-tipo ou, na ausência deste, com as descrições e figuras originais da literatura. Secundariamente, também foi utilizado para as comparações o material malacológico depositado na coleção de moluscos do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro e no Museu Oceanográfico Prof. E. C. Rios da Fundação Universidade do Rio Grande, RS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise conquiológica foi conclusiva quanto ao estabelecimento das identidades específicas dos gastrópodos *Calliostoma nordenskjoldi* Strebel, 1920, *Turritelopsis marplatensis* Castellanos & Landoni, 1980, *Epitonium turnerae* Altena, 1971, *Turbonilla arnaldoi* Jong & Coomans, 1988, *Eulimella bahiense* Castellanos, 1982 e *Eulimastoma weberi* (Morrison, 1965), até então não assinalados para o Brasil (Rios, 1994). Estas espécies devem, a partir de agora, ser consideradas integrantes da malacofauna brasileira.

TROCHIDAE Rafinesque, 1815

Calliostoma Swainson, 1840

Calliostoma (*Calliostoma*) *nordenskjoldi* Strebel, 1920 (fig. 1)

Descrição

Concha de tamanho médio para o gênero, atingindo 13,1 mm de comprimento e 9,5 mm de maior diâmetro. Troquiforme e imperforada. Protoconcha paucispiral (uma volta), total ornamentada por pequenas depressões de contornos circulares. Teleconcha com seis anfractos ombreados, com formação de carena nodulosa. Presença de cordas espirais nodulosas sobre toda a teleconcha, três no primeiro anfracto e de nove a doze no último. Há uma suprasural lisa em todos os anfractos sendo que, no último anfracto esta corda suprasural se destaca marcando o limite entre a base e o restante da concha.

Base ligeiramente convexa, ornamentada com 10-15 cordas espirais com nódulos obsoletos, mais fortes nas cordas próximas à columela. Região umbilical coberta pelo lábio parietal. Abertura subpentagonal apresentando periferia com aparência



Fig. 1

Calliostoma nordenskjoldi.

A barra branca corresponde a 5mm.

serrilhada devido a projeção das cordas espirais nodulosas. Columela regularmente côncava em toda extensão, branca. Opérculo redondo, amarelo.

Coloração da concha marrom claro nacarado, com tons róseos nos espaços entre as cordas espirais. Manchas brancas e marrons alteram-se na corda suprasural, mais visível nos dois últimos anfractos.

Discussão

A espécie era conhecida apenas para a Província Zoogeográfica Argentina entre 30° e 43° S (Castellanos & Fernandez, 1976). O presente registro amplia consideravelmente sua área de ocorrência. Consideração adicional sobre sua ocorrência em águas fluminenses pode ser vista na discussão de *Eulimella bahiense*, pois *C. nordenskjoldi* tem um padrão de distribuição geográfica idêntico aos de *E. bahiense* e de *Turritellopsis marplatensis*.

Quinn (1992), em sua revisão do Atlântico Oeste, apenas cita a espécie mas não a ilustra ou discute sua área de ocorrência. Após confrontar nossos exemplares com a literatura e com espécimens de *Calliostoma coppingeri* (Smith, 1880) constatamos que vínhamos erroneamente confundindo as duas espécies que apresentam um perfil ombreado. Além disso, *Calliostoma coppingeri* var. *tipica* mostra dois cordões nodulosos subestruturais, o que aumenta sua aparente semelhança com *C. nordenskjoldi*. No entanto, *C. nordenskjoldi* pode ser diferenciada de *C. coppingeri* por ter a espira sensivelmente mais alta, um maior número de cordões espirais (inclusive na base), e pela coloração marrom claro com tons róseos, enquanto que *C. coppingeri* apresenta-se branco marfim iridescente. A coloração e a ornamentação de *C. nordenskjoldi* facilmente a distinguem das demais espécies do gênero.

TURRITELLIDAE Clarke, 1851

Turritellopsis Sars, 1878

Turritellopsis marplatensis Castellanos & Landoni, 1980 (figs. 2 e 3)

Descrição (baseada em Castellanos & Landoni, 1980)

Concha alongada, estreita, podendo apresentar até nove anfractos convexos e atingir 3mm de comprimento. Protoconcha com dois anfractos globosos e lisos. Teleoconcha com cordões espirais proeminentes projetando-se do contorno da concha, separados por intervalos amplos (mais de duas vezes a largura dos cordões) e ligeiramente côncavos. Suturas profundas.

Os três primeiros anfractos apresentam três cordões espirais, o quarto e quinto anfractos quatro cordões e os últimos anfractos cinco cordões. A região subsutural é plana e mais extensa que os intervalos, sendo suave mas axialmente estriada. Intervalos lisos.

Base lisa. Abertura ovalada, com perístoma suave e borda basal expandida. Lábio externo com saliências produzidas pelos cordões espirais.

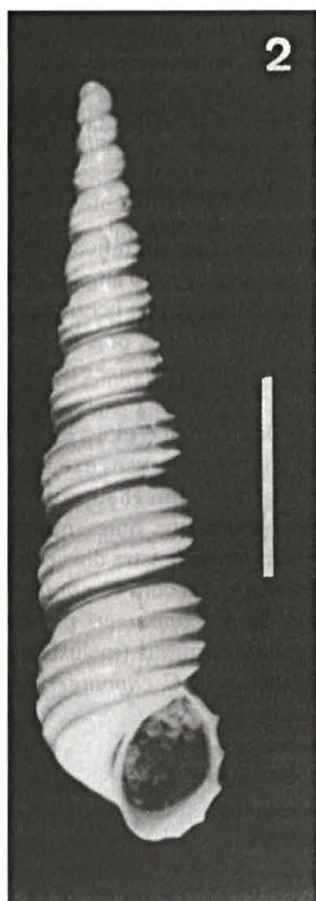


Fig. 2
Turretellopsis marplantensis.
A barra branca corresponde a 1 mm.

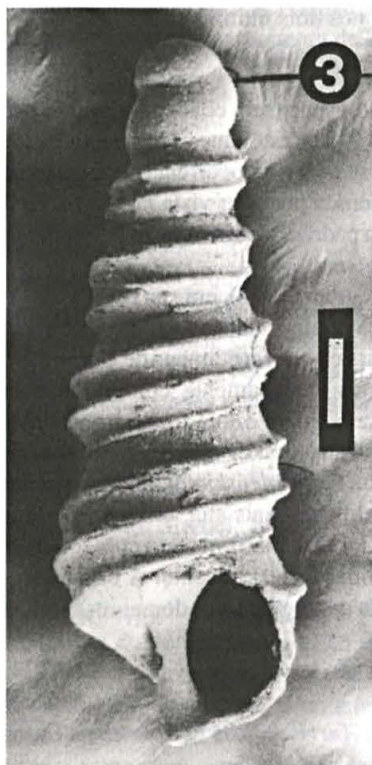


Fig. 3
Turretellopsis marplantensis.
A barra branca corresponde a 0,2 mm.

Discussão

Castellanos & Landoni (1980) descreveram *Turretellopsis marplatensis* baseados apenas em dois exemplares provenientes de Mar del Plata (Argentina), o que sugere tratar-se de espécie pouco abundante. Também em águas brasileiras é bastante rara, pois até o momento só é conhecida no norte do Estado do Rio de Janeiro. Por outro lado, a atual distribuição geográfica sugere que também possa ocorrer ao longo da costa sul do Brasil.

Conquiologicamente *T. marplatensis* apresenta semelhança superficial com os jovens de *Turritella hookeri* Reeve, 1849 (fig. 4), mas mesmo uma inspeção superficial revela diferenças marcantes, tanto em sua protoconcha como em suas teleoconchas. Por outro lado, notamos uma discrepância entre os nossos exemplares e a descrição e figura de Castellanos & Landoni, que enfatizaram a existência de finas linhas axiais visíveis entre a sutura e o primeiro cordão espiral. Em poucos dos nossos exemplares pudemos observar tal ornamentação. Na verdade, sob magnificação muito forte, o que se constatou foi a existência de finíssimas linhas espirais.

Deve-se ressaltar que Abbott (1974, p. 94) relacionou o gênero *Turritellopsis* às águas frias boreais. A ocorrência de *T. marplatensis* em Mar del Plata (38°S), sua localidade-tipo, e agora o registro da espécie no Rio de Janeiro (22°S) incorpora ao gênero uma maior valência ecológica que a anteriormente estabelecida.



Fig. 4

Jovem de *Turritella hookeri*.
A barra branca corresponde a 0,2 mm.

EPITONIIDAE S. S. Berry

Epitonium Roding, 1793

Epitonium (Gyroscala) turnerae Altena, 1971 (figs. 5 e 6)

Descrição

Concha medindo cerca de 3mm de comprimento, protoconcha lisa e globosa, composta de 2,5 voltas. Teleoconcha com quatro anfractos bem convexos e suturas marcadas. Presença de uma corda espiral basal no último anfracto.

Costelas axiais curvas, como cordões baixos e estreitos, mas podendo apresentar uma aparência laminar próximo à sutura. São cerca de 12 no primeiro anfracto e 16 no último, terminando na região sutural. Essas costelas estão, freqüentemente, alinhadas com as do anfracto precedente com as quais, no entanto, não se fundem. No último anfracto, avançam além da corda basal, tornando-se mais suaves a partir desse ponto até atingirem o lábio parietal.

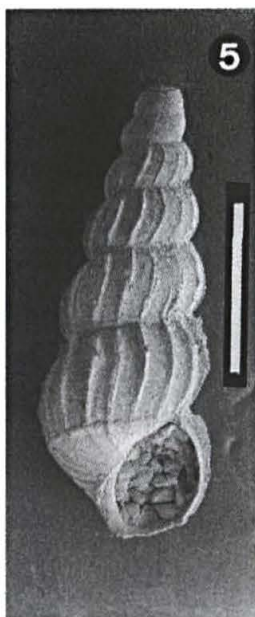


Fig. 5
Epitonium turnerae.
A barra branca corresponde a 1mm.



Fig. 6
Epitonium turnerae.
A barra branca corresponde a 0,2mm.

Discussão

Epitonium turnerae tinha, até o presente trabalho, distribuição restrita ao Suriname, norte da América do Sul. Antes do seu registro na área do Arquipélago de Santana (22°S), havíamos obtido exemplares do delta do Rio Amazonas quando da realização do AMASSEDs (A Multidisciplinary Amazon Shelf Sediment Study - 1992), que tinha por objetivo primordial estudar a sedimentologia do delta do Rio Amazonas.

A descrição original de *E. turnerae* em Altena (1971) nos permite destacar quatro diferenças em relação ao nosso material:

1- há costelas laminares nos primeiros anfractos de *E. turnerae sensu* Altena, enquanto que os nossos exemplares as apresentam como cordões;

2- segundo Altena as costelas de um anfracto não estão alinhadas com as dos outros, enquanto em nosso material o alinhamento é muito mais freqüente que o não alinhamento;

3- as costelas são mais eqüidistantes no nosso material que no descrito por Altena;

4- a partir da magnificação de 10x, Altena constatou a presença de numerosas linhas espirais em nossos exemplares este tipo de ornamentação esteve ausente.

Embora o holótipo não tenha sido examinado, a excelente ilustração de Altena (1971, p. 81, fig. a,b) permite uma discussão segura. As diferenças apontadas nos itens 1, 2 e 3 acima seriam atribuídas às variações geográficas, normalmente encontradas em algumas espécies do gênero, como as que ocorrem em *Epitonium angulatum* (Say, 1830) (Clench & Turner, 1951, págs. 271-272, pl. 121-122).

Quanto à quarta diferença apontada acima, a microscopia eletrônica de varredura não revelou as finas linhas espirais em nosso material. Mas essas linhas espirais estavam presentes no material examinado por Altena (1971), assim como a presença de uma corda basal. Como estas ornamentações são, respectivamente, diagnósticas para a caracterização dos subgêneros *Asperiscala* de Boury, 1909 e *Gyroscala* de Boury, 1887, é compreensível a dúvida de Altena quanto ao posicionamento subgenérico de *E. turnerae* (Altena, 1971, pág. 82). A presença de uma corda basal foi decisiva na alocação de *E. turnerae* no subgênero *Gyroscala*, o que sugere que as estrias espirais seriam um caractere secundário em comparação com a presença de uma corda basal.

Consideramos provável que *E. turnerae* também esteja presente em toda a costa norte e nordeste do Brasil.

PYRAMIDELLIDAE Gray, 1840

Turbonilla Risso, 1876

Turbonilla arnaldoi Jong & Coomans, 1988 (figs. 7 e 8)

Descrição (modificada de Jong & Coomans, 1988)

Concha pequena, medindo cerca de 4mm de comprimento. Protoconcha heterostrófica com núcleo visível. Teleoconcha com anfractos angulados na metade inferior, ornamentada com cerca de 16 costelas axiais sinoidais que continuam sobre a base até a parede parietal, e com quatro cordões espirais, sendo três na metade anterior dos anfractos e um abaixo da sutura.

Discussão

Turbonilla arnaldoi foi originalmente descrita para Curaçao e vem sendo confundida com *Turbonilla elegans*, como fizeram Vokes & Vokes, 1983 (p.131, fig. 9), talvez porque os próprios autores da espécie ressaltaram sua semelhança com esta última. No entanto, o exame da série-tipo de *T. elegans* (USNM 226467) mostrou que não existem quaisquer semelhanças entre as duas espécies. Merlano & Hegedeus (1994) registraram *T. arnaldoi* para o litoral colombiano e, em 1993, obtivemos perto de três dezenas de exemplares provenientes da área do Arquipélago de Santana (22° S). A distribuição geográfica conhecida para a espécie abrange da Península de Yucatan (21° N), no México (Vokes & Vokes, 1983), até o norte da América do Sul (Merlano &

Hegedeus, 1994). Com o presente registro, sua área de ocorrência se estende até o Estado do Rio de Janeiro (22° S), sudeste do Brasil.

Turbonilla arnaldoi foi descrita com base em apenas dois exemplares de 2mm, conforme relato dos autores da espécie. Contudo, pudemos constatar que são comuns exemplares medindo até 4mm. Notamos que o número de costelas axiais pode variar de 13 a 27 no último anfracto, sendo o valor médio 19 costelas. Os cordões espirais também variam em número e em posição (fig. 7). Neste último caso, há exemplares com um número maior de cordões espirais distribuídos regularmente sobre todo o último anfracto. São caracteres consistentes a angulação na metade anterior dos anfractos e o tipo de costela axial (sigmoidal).

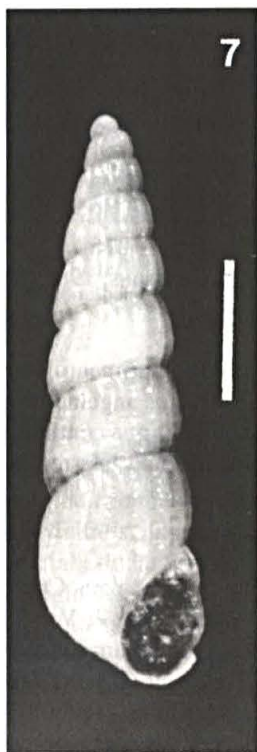


Fig. 7
Turbonilla arnaldoi. A barra
branca corresponde a 1mm.

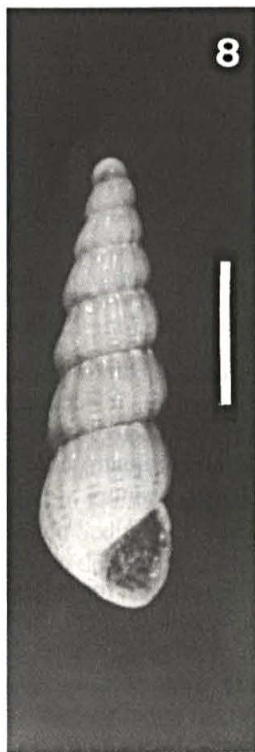


Fig. 8
Turbonilla arnaldoi. A barra
branca corresponde a 1mm.

Eulimella (Forbes) Gray, 1847*Eulimella* (*Careliopsis*) *bahiense* Castellanos, 1982 (fig. 9)

Fig. 9
Eulimella bahiense.

A barra branca corresponde a 1mm.

Descrição (baseada em Castellanos, 1982):

Concha pequena, podendo atingir cerca de 4mm, esbelta, com até sete anfractos e perfil regularmente convexo. Protoconcha heterostrófica com núcleo visível. Presença de costelas axiais baixas variando, em número, de 16 a 26 no último anfracto. Essas costelas prolongam-se até o lábio parietal. Espaço entre as costelas com pelo menos duas vezes a largura destas, podendo haver alguma variação. Esses espaços estão ornamentados com finas linhas espirais que não sobrepassam as costelas axiais e se distribuem regularmente sobre toda a teleoconcha. Abertura piriforme com a parte mais anterior ligeiramente expandida.

Discussão

Eumille bahiense tem no Golfo de São Matias (41° e 46'S) sua localidade-tipo. Posteriormente, foi identificada como integrante da malacofauna de Mar del Plata (38° S) e agora é encontrada em latitudes tão baixas como 22° S. Boltovskoy (1968) demonstrou que a influência das águas frias da Corrente das Malvinas alcança o Estado do Rio de Janeiro e Absalão (1989) e Absalão & Cruz (1990) especularam sobre a importância dos ramos costeiros dessa corrente como vetores de dispersão de espécies de moluscos meridionais da América do Sul até o sudeste do Brasil. *E. bahiense*, assim como *Turritellopsis marplatensis* e *Calliostoma nordenskjoldi* parecem ajustar-se bem a essa hipótese, sendo provável que também ocorram na região sul do Brasil.

Castellanos (1982) e Farinati (1993) afirmaram que *E. bahiense* apresenta 16 costelas axiais no último anfracto. No entanto, a fotografia publicada por Farinati (*op. cit.*, p. 307, fig. 20) mostra 10-11 costelas, na metade do último anfracto, o que totalizaria de 20 a 22 costelas no último anfracto e não 16 como afirmam as autoras supracitadas. Nossos exemplares apresentaram sempre entre 20-26 costelas axiais no último anfracto.

Castellanos (1982, p.79-80) registrou a presença de duas bandas escuras sobre o último anfracto; no entanto, nem Farinati (1993) e nem nós observamos tais bandas. Possivelmente tais diferenças refletem características particulares de alguns indivíduos e não caracteres diagnósticos da espécie.

Eulimastoma Bartsch, 1904

Eulimastoma weberi (Morrison, 1965) (fig. 10)

Descrição (baseada em Morrison, 1965):

Concha medindo cerca de 2,5 mm, branca, com 4 anfractos pós-nucleares. Núcleo da protoconcha não visível; parte visível da protoconcha convexa. Anfractos aplanados e sutura canaliculada. Presença de uma quilha supra-sutural arredondada, mais evidente nos últimos anfractos. Sob forte magnificação, toda a teleoconcha apresenta finíssimas linhas espirais. Abertura piriforme, lábio externo com um espessamento na região correspondente a corda supra-sutural. Lábio parietal com um dentículo. Base arredondada, lisa, sem umbilicus.

Discussão

Altena (1975) reportou *E. weberi* para o Suriname. Em 1992, com a realização do AMASSEDS, foram obtidos exemplares do delta do Rio Amazonas. Sua ocorrência no sudeste do Brasil, mais especificamente na APA do Arquipélago de Santana, reforça um padrão de distribuição geográfica já delineado para *Epitonium turnerae*.

Morrison (1965) não fez menção a qualquer dentículo no lábio parietal e, de fato, na fotografia do tipo da espécie não se visualiza dentículo algum. No entanto, Altena (1975) ressaltou que os exemplares encontrados por ele diferiam da série-tipo por apresentarem um dentículo no lábio parietal, ausente nestes últimos. Nosso material concorda com a figura 28 de Altena (*op. cit.*, p. 28)

Além disso, constatamos que sob forte magnificação alguns exemplares revelavam a presença de finas linhas espirais, às vezes restritas à base, outras vezes restritas aos anfractos restantes ou presentes em ambos. Nem Morrison (1965) nem Altena (1975) fizeram menção a essas linhas. Tampouco o fizeram em relação ao umbílico em forma de fenda apresentado por alguns de nossos exemplares. Dada a expressiva semelhança conquiológica entre o nosso material e o ilustrado por Morrison (1965) e Altena (1975), acreditamos que a presença de um umbílico em forma de fenda e das finas linhas espirais representam variações intra-específicas ou, talvez, intra-populacionais, que não devem ser utilizadas como caracteres taxonômicos.



Fig. 10

Eulimastoma weberi.

A barra branca corresponde a 1mm.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Robert Moolenbeeck, do Museu de Amsterdam pelo acesso à série-tipo de *Turbonilla arnaldoi*. Ao Dr. Harasewich, do Smithsonian Institution, pelo empréstimo da série-tipo de *Turbonilla elegans*. À Dra. Ester Farinati, pela confirmação da identificação de *Eulimella bahiense*. Aos dois revisores anônimos, que melhoraram significativamente a clareza do texto. Ao Centro de Pesquisas da PETROBRÁS (CENPES) que através do Dr. Eduardo Koutzoukos (SEPIBE-DIVEX) permitiu a utilização do Microscópio Eletrônico de Varredura. À Fundação José Bonifácio da Universidade Federal do Rio de Janeiro e ao CNPq, que apoiaram financeiramente este trabalho.

RESUMO

São pela primeira vez registradas para o Brasil *Calliostoma nordenskjoldi* Strebel, 1920, *Turritellopsis marplatensis* Castellanos & Landoni, 1980, *Epitonium (Gyroscala) turnerae* Altena, 1971, *Turbonilla arnaldoi* Jong & Coomans, 1988, *Eulimella (Careliopsis) bahiense* Castellanos, 1982 e *Eulimastoma weberi* (Morrison, 1965). *C. nordenskjoldi*, *T. marplatensis* e *E. bahiense* eram conhecidas como integrantes da Província Argentina e, possivelmente, correntes costeiras subantárticas atuaram como vetor de dispersão dessas espécies até o Estado do Rio de Janeiro. É provável sua ocorrência ao longo de todo o litoral sul do Brasil. *E. turnerae*, *T. arnaldoi* e *E. weberi*, antes conhecidas do norte da América do Sul e no Caribe, têm seus limites meridionais estendidos até 22° S.

Palavras-chave: Malacofauna, gastrópodes, novas ocorrências, distribuição geográfica.

ABSTRACT

New records of gastropods of Rio de Janeiro State (Brazil). *Calliostoma nordenskjoldi* Strebel, 1920, *Turritellopsis marplatensis* Castellanos & Landoni, 1980, *Epitonium (Gyroscala) turnerae* Altena, 1971, *Turbonilla arnaldoi* Jong & Coomans, 1988, *Eulimella (Careliopsis) bahiense* Castellanos, 1982 and *Eulimastoma weberi* (Morrison, 1965) are recorded for the first time in Brazilian waters. *C. nordenskjoldi*, *T. marplatensis* and *E. bahiense*, previously known from the Argentinean Province, reached Rio de Janeiro through coastal subantarctic currents. These species probably occur along all the southern Brazilian coast. *E. turnerae*, *T. arnaldoi* and *E. weberi*, seemingly restricted to northern South America and the Caribbean region, had their southern distribution boundary extended to 22° S.

Key words: Malacofauna, gastropods, new occurrences, geographic distribution.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, R. T. 1974. *American Seashells*. 2nd. Ed. Van Nostrand Reinhold. New York. 663p.
- ABSALÃO, R. S. 1989. Padrões distributivos e zoogeografia dos moluscos da plataforma continental brasileira. Parte III. Comissão Oceanográfica Espírito Santo I. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 84 (Supl. IV): 1-6.
- ABSALÃO, R. S. & CRUZ, R. L. S. 1990. Moluscos da plataforma continental brasileira. Parte II. Comissão oceanográfica GEOMAR X. *Naturalia*, 15: 21-33.
- ALTENA, C. A. van Regteren. 1971. On six species of marine Mollusca from Suriname. Four of which are new. *Zoologische Mededelingen*, 45: 75-86.
- ALTENA, C. A. van Regteren. 1975. The marine Mollusca of Suriname (Dutch Guiana) holocene and recent. Part III. Gastropoda and Cephalopoda. *Zoologische Verhandelingen*, 139: 1-104 + 10 pl.
- BOLTOVSKOY, E. 1968. Hidrologia de las aguas superficiales de la parte occidental del Atlántico Sur. *Comunicaciones del Museu Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia*, II 6: 61-85.
- CASTELLANOS, Z. J. A. 1982. Los Pyramidellidae de la Republica Argentina. *Comunicaciones del Museu Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia*, 7: 61-85.
- CASTELLANOS, Z. J. A. & FERNANDEZ, D. 1976. Los generos *Calliostoma* y *Neocalliostoma* del mar argentino con especial referencia al area subantartica. *Revista del Museu de La Plata*, XIII (149): 291-299.
- CASTELLANOS, Z. J. A. & LANDONI, N. A. 1980. Nueva contribucion al conocimiento de los micro-moluscos de la plataforma continental argentina. *Revista del Museu de La Plata*, XIII (149): 291-299.
- CLENCH, W. J. & TURNER, R. D. 1951. The genus *Epitonium* in the Western Atlantic. *Johnsonia*, 2 (31): 289-356, pl. 131-177.
- FARINATI, E. A. 1993. Pyramidellidae (Mollusca, Gastropoda) en sedimentos holocenos de Bahia Blanca, Argentina. *Ameghiniana*, 30 (3): 297-310.
- JONG, K. M. & COOMANS, H. E. 1988. *Marine Gastropods from Curaçao, Aruba and Bonaire*. E. J. Brill, Leiden, 261 pp.
- MERLANO, J. M. D. & HEGEDEUS, M. P. 1994. *Moluscos del Caribe Colombiano*. Colciencias Y Fundación Natura. 291 pp + 37 pls.
- MORRISON, J. P. E. 1965. New brackish water mollusks from Louisiana. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 78: 217-224.
- QUINN, J. F. 1992. New species of *Calliostoma* Swainson, 1840 (Gastropoda: Trochidae), and notes on some poorly known species from the Western Atlantic Ocean. *The Nautilus*, 106 (3): 77-114.
- RIOS, E. C. 1994. *Seashells of Brazil*. 2nd ed. Museu Oceanográfico Prof. E. C. Rios da Fundação Universidade do Rio Grande, Rio Grande, 368pp + 113pls.
- VOKES, H. E. & VOKES, E. H. 1983. Distribution of shallow-water marine Mollusca, Yucatan Peninsula, Mexico. *Middle American Research Inst.*, 54: 1-183, Tulane University, New Orleans, 183 pp.

A EXTRAÇÃO DE CORRUPTO, *CALLICHIRUS MAJOR* (DECAPODA: CALLIANASSIDAE), PARA USO COMO ISCA EM PRAIAS DO LITORAL DO PARANÁ: CARACTERÍSTICAS DA PESCA

Carlos Alberto BORZONE^{*}
José Roberto Botelho de SOUZA^{*,**}

INTRODUÇÃO

Callichirus major é um crustáceo da família Callianassidae, que vive permanentemente enterrado em galerias feitas em sedimentos arenosos. No Brasil, esta espécie ocorre desde o Estado do Pará até o de Santa Catarina (Rodrigues, 1971). Conhecido vulgarmente como *corrupto*, a sua presença numa praia é facilmente identificável através dos orifícios feitos na superfície do sedimento. No Estado do Paraná, é o representante exclusivo da família no intermareal de praias expostas diretamente às ondas vindas de mar aberto e caracterizadas pela presença de sedimentos finos, baixa inclinação e zona de arrebentação de ondas bem definida (Souza & Borzone, 1996). Este tipo de praia encontra-se bem representado ao sul da desembocadura da Baía de Paranaguá, ao longo da planície costeira de Praia de Leste.

Nos últimos dez anos, como consequência da comercialização de uma bomba de sucção manual que permite extrair os organismos das suas galerias (Hailstone & Stephenson, 1961), registrou-se no litoral brasileiro um incremento importante na utilização desta espécie como isca pelos pescadores amadores. Este incremento vem preocupando grupos de ambientalistas, não existindo no entanto nenhum estudo da pesca e do seu possível impacto negativo sobre as populações naturais da espécie.

Este trabalho está inserido em um projeto desenvolvido no litoral do Estado do Paraná, com o objetivo de se estudar a extração de corruptos e conhecer o seu impacto, a médio e longo prazo, sobre as populações naturais. Na presente contribuição são

^{*} Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, Av. Beira Mar s/n, Pontal do Sul, Pontal do Paraná, Brasil, CEP 83255-000.

^{**} Curso de Pós-Graduação em Zoologia, Universidade Federal do Paraná, Bolsista CBPq.

analisadas as características da pesca e do pescador ao longo de um ciclo anual, reconhecendo as épocas de maior extração, estimando a quantidade de corruptos extraídos e delineando, de uma forma geral, o perfil comportamental do próprio pescador. Os resultados apresentados visam oferecer subsídios aos órgãos oficiais de preservação do meio ambiente para uma futura regulamentação na exploração deste recurso natural.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido ao longo de uma faixa de 11 km de praia, entre o Balneário de Pontal do Sul e o de Shangrilá, ao sul da desembocadura da Baía de Paranaguá, na planície de Praia de Leste (Fig. 1). Esta faixa foi dividida em cinco setores, em função das condições de acesso do pescador à área de extração. O Setor I representa o limite norte de distribuição da espécie na planície. Possui uma extensão de 1.000m e é de fácil acesso através de uma larga avenida aberta na restinga do Balneário de Pontal do Sul. O Setor II tem 2.100m de extensão, podendo ser acessado pelo Balneário Village ou por uma estrada que sai no limite entre a Av. Beira Mar, em Pontal do Sul, e a rodovia de comunicação entre os balneários. O Setor III, com 2.400m de extensão, tem seu acesso praticamente limitado à entrada do condomínio privado denominado de Atami, sem que exista uma estrada através da extensa restinga que separa as casas da praia. O setor IV compreende uma faixa de 3.100m de extensão, com poucas construções, e acesso por duas estradas até a praia, pelo Balneário Barrancos. Finalmente, o Setor V abrange, nos seus 2.600m, o Balneário de Shangrilá, com vários e fáceis acessos até a praia.

A área de estudo foi amostrada a cada três dias, de dezembro de 1994 a novembro de 1995. Procurou-se com esta metodologia reduzir o esforço amostral a um mínimo representativo, com todos os dias da semana amostrados pelo menos uma vez em cada mês do ano. Em cada amostragem, denominada informalmente de *acompanhamento*, foi contado o número de pescadores com bomba de sucção, em cada setor da praia. Este acompanhamento foi realizado entre as 8 e as 8h 30min, horário de maior fluxo de pescadores. O regime de marés no local é principalmente semi-diurno, verificando-se portanto a repetição das marés de sizígia. Isto ocorre devido à periodicidade das marés, sendo que a cada metade de mês lunar (29,53 dias) as preamares e baixa-mares de sizígia acontecem aproximadamente no mesmo horário, nas primeiras horas da manhã (Marone, com. pess.). No entanto, para estimar o número total de pescadores que atuariam durante todo um período de extração, foi feita uma calibração no Setor II no dia 25 de fevereiro de 1995. Esta calibração consistiu na contagem total de pescadores atuando neste setor, das 7 às 12 horas, obtendo-se um fator de correção para a contagem feita no acompanhamento padrão, já que este último representou apenas uma contagem instantânea do número de pescadores.

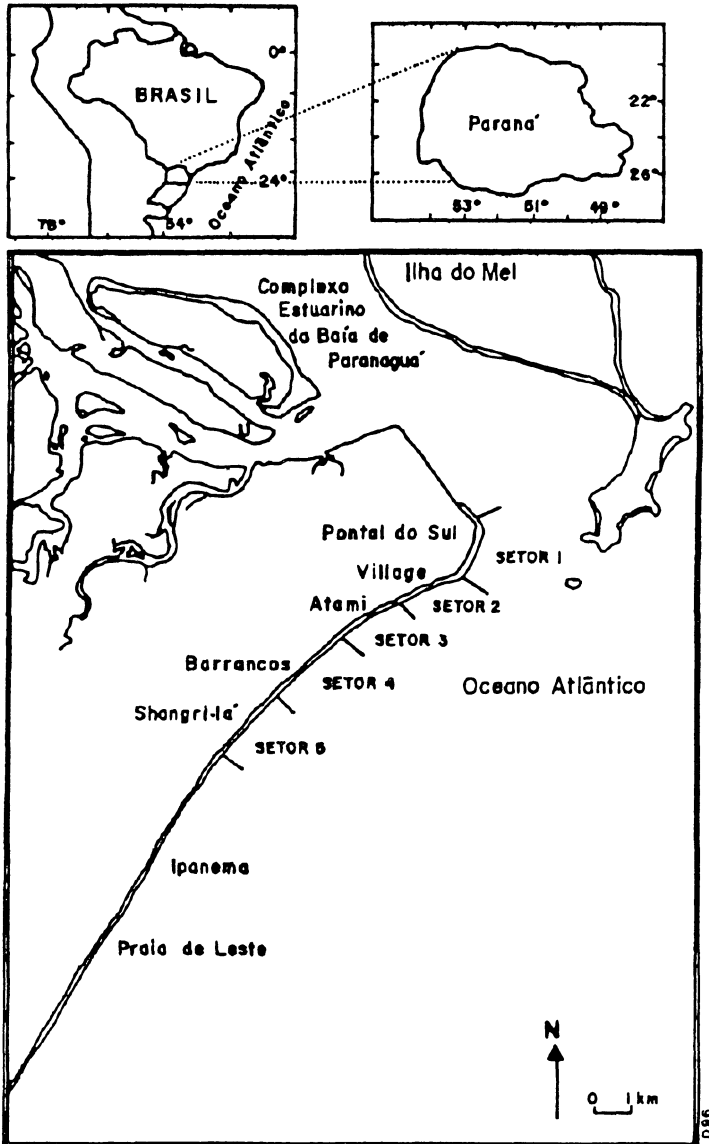


Fig. 1
Faixa de praia do litoral paranaense onde foi desenvolvido o trabalho.

Os resultados do acompanhamento foram agrupados, *a priori*, de acordo com a época do ano, em função do movimento de veranistas no litoral, nas seguintes categorias: *temporada*, que começa nos feriados de final de ano e se estende até o final das férias escolares (no ano estudado, de 24 de dezembro até 10 de fevereiro), *meses quentes* (de 1.º de novembro até 23 de dezembro e de 11 de fevereiro até 30 de abril) e *meses frios* (de 1.º de maio até 31 de outubro). Dentro destas categorias foram ainda consideradas outras duas: *dia de semana* (de segunda a sexta-feira) e *final de semana* (sábado e domingo), com os feriados incluídos nesta última categoria. Uma análise de variância multifatorial (MANOVA) do número de pescadores contados foi utilizada considerando-se a época do ano, o setor da praia e o dia da semana como fatores de variação. O efeito das condições meteorológicas, classificadas como *tempo bom* (com sol e/ou com poucas nuvens, vento fraco, mar calmo), *regular* (muitas nuvens e/ou com chuva fraca, vento fresco, mar agitado) e *ruim* (chuva e vento forte, mar muito agitado) sobre o número de pescadores contados foi testado através de uma análise de variância unifatorial (ANOVA), para as diferentes épocas do ano. Foi utilizado como teste *a posteriori* o de Diferença Significativa Mínima (Snedecor & Cochran, 1967).

Outras características da pesca (*e.g.* número de iscas extraídas por pescador, tempo empregado na captura, qualidade do corrupto como isca) foram analisadas através de entrevistas. As mesmas foram realizadas ao longo do ano e nos diferentes setores da praia. Além de questões visando conhecer o perfil do pescador, foi solicitada a opinião dos pescadores sobre a necessidade de se implementar uma legislação estabelecendo limites para extração do corrupto.

Finalmente, foi feita uma estimativa da quantidade total de corruptos extraída durante um ano para cada setor da praia, a partir dos resultados obtidos nas amostragens e nas entrevistas com os pescadores.

RESULTADOS

Acompanhamentos

A análise de variância aplicada para um total de 116 acompanhamentos mostrou a existência de variações significativas entre os três efeitos principais analisados, assim como entre as suas duplas interações (Tabela 1). A quantidade de pescadores foi significativamente diferente nas três épocas do ano consideradas, e e nos cinco setores em que a praia foi dividida. A época de maior extração foi a temporada, seguida dos meses quentes e finalmente dos meses frios. Estas diferenças foram significativas nos setores 2, 4 e 5. Nos setores 1 e 3 apenas as diferenças entre temporada e meses frios foram significativas. Por sua vez, os setores tiveram presenças diferentes de pescadores, mais numerosos nos setores 2, 4 e 5, e menos numerosos nos setores 1 e 3. Estas diferenças foram mais acentuadas na temporada e nos meses quentes (Fig. 2a). A diferença entre os dias de semana e os do final de semana foram significativas, tanto

para o total como para cada época do ano, praticamente triplicando o número de pescadores durante os dias do final de semana e os feriados (Fig. 2b). Este incremento foi significativo para todos os setores da praia considerados (Fig. 2c).

Condições meteorológicas desfavoráveis afetaram negativamente o número de pescadores extraindo corruptos. Isto aconteceu nas três épocas do ano (Fig. 2d-f, Tabela 2); no entanto o pescador de temporada mostrou ser mais sensível às condições meteorológicas, diminuindo significativamente com tempo tanto regular como ruim (Fig. 2d).

Tabela 1 - Resultados da análise de variância multifatorial (MANOVA) do número de pescadores contados, considerando a época do ano (época), o setor da praia (setor) e o dia da semana (dia) como fatores de variação.

Fatores principais	SC	GL	CM	F	p > F
A: época	482,86	2	241,43	50,65	0,00
B: setor	489,18	4	122,30	25,66	0,00
C: dia	455,15	1	455,15	95,48	0,00
Interações					
A-B	197,45	8	24,68	5,18	0,00
A-C	50,90	2	25,45	5,34	0,00
B-C	116,04	4	29,01	6,09	0,00
A-B-C	38,36	8	4,79	1,01	0,43
Resíduos	2621,72	550	4,77		

Entrevistas

A análise das 88 entrevistas realizadas mostrou que a extração de corrupto nas praias do litoral do Paraná é uma atividade relativamente recente. Em média, os entrevistados praticam esta atividade há 3,6 anos (erro padrão, [e.p.], = 0,356; n = 88). Entre os moradores permanentes do litoral (17% dos entrevistados), esta atividade é mais antiga (média = 5,33 anos; e.p. = 1,44; n = 15), existindo quatro entrevistados que praticam a extração há mais de dez anos. Deve-se considerar que a bomba de sucção manual, feita em PVC, começou a ser amplamente comercializada pelos supermercados do litoral há aproximadamente seis anos. A pesca de corruptos com o emprego desta bomba é altamente seletiva; 67% dos entrevistados afirmam capturar só corrupto, sendo que os entrevistados restantes capturam de forma rara ou ocasional organismos como minhoca (provavelmente o poliqueta *Australonuphis casamiquelorum* e o hemicordado *Balanoglossus paranaicola*), tambarutaca (*Coronis scolopendra*), tatuíra (*Emerita brasiliensis* e *Lepidopa richmondi*) e mariscos (*Donax hanleyanus*, *Mesodesma macrotoides* e *Tivela* spp.), entre outros.

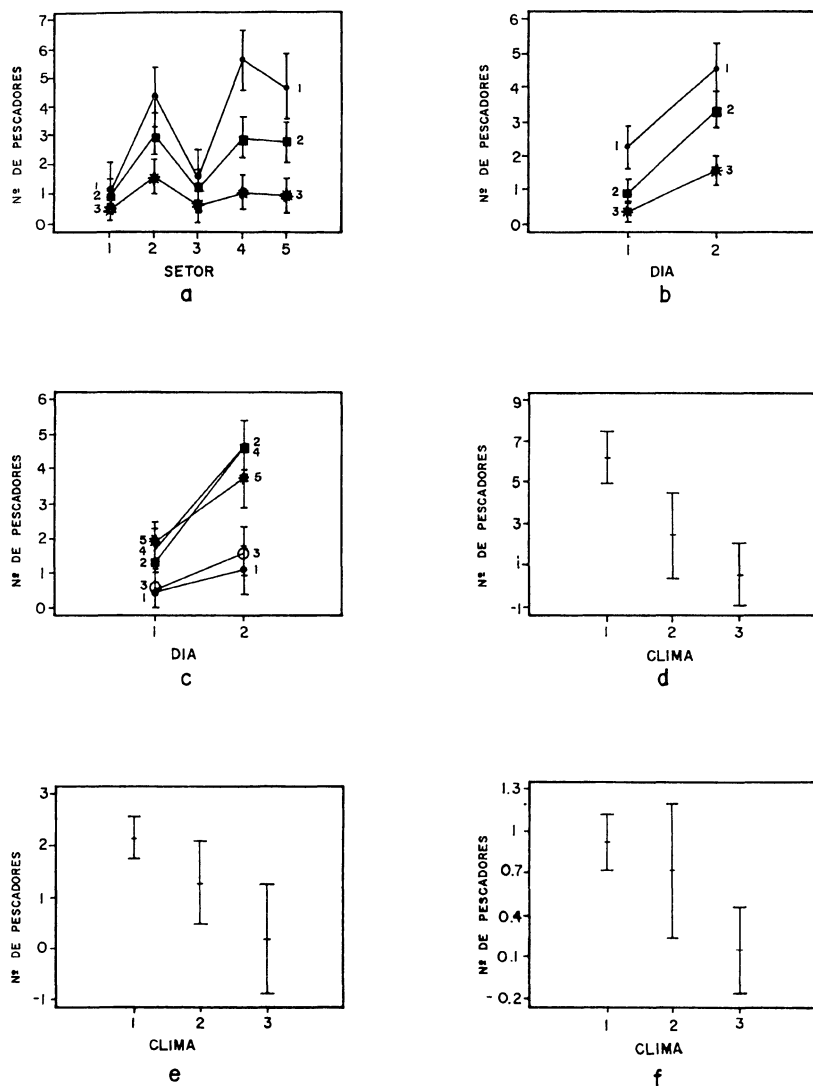


Fig. 2

Média e intervalo de confiança ($\alpha = 0,05\%$) do número de pescadores por: a) setor da praia, 1 = temporada, 2 = meses quentes, 3 = meses frios; b) dia da semana (1) e fim de semana (2), 1 = temporada, 2 = meses quentes, 3 = meses frios; c) dia da semana (1) e fim de semana (2), 1 a 5 = setor da praia; d) clima (1 = bom, 2 = regular, 3 = ruim) durante a temporada; e) clima (1 = bom, 2 = regular, 3 = ruim) durante os meses quentes; f) clima (1 = bom, 2 = regular, 3 = ruim) durante os meses frios.

O corrupto não é a única isca utilizada pelos pescadores. 59% dos entrevistados utilizam outras iscas, nas suas pescarias, além do corrupto, principalmente camarão. No entanto, 72% destes pescadores reconheceram o corrupto como a melhor de todas as iscas utilizadas. Embora achando uma isca pior, os restantes 28% extraem corrupto principalmente como isca alternativa e pelo fato de ser fácil de se obter (está sempre na mão). De fato, a maioria dos pescadores (86%) pesca na praia, tanto no local onde captura o corrupto (45%), como em outros locais da planície de Praia de Leste. Poucos (14%) pescam em locais mais distantes, principalmente embarcados, ou então em molhes ou costões da Baía de Paranaguá e da Ilha do Mel. O robalo (*Centropomus* spp.) e a betara (*Menticirrhus* spp.) são os peixes mais capturados (48 e 37%, respectivamente) pelos pescadores entrevistados.

Dos pescadores entrevistados, 78% extraem corruptos exclusivamente na área monitorada neste trabalho, e os 22% restantes estendem as suas atividades a outros locais da planície de Praia de Leste ou do interior da Baía de Paranaguá. A hora da maré é levada em conta pela maioria (66%) para ir à praia extrair corruptos. A atividade de extração é feita uma vez por dia e de forma ininterrupta, sendo que cada pescador gasta em média 55 minutos (e.p. = 8,20; n = 38) para obter a sua isca; a quantidade média de corruptos capturada por pescador é de 46,61 indivíduos (e.p. = 6,27; n = 85).

Tabela 2 - Resultados da análise de variância unifatorial (ANOVA) avaliando o efeito das condições meteorológicas sobre o número de pescadores monitorados nas diferentes épocas do ano.

Fonte de variação	SC	GL	CM	F	p>F
Temporada					
Entre	574,37	2	287,18	17,59	0,00
Dentro	1338,87	82	16,33		
Meses quentes					
Entre	81,14	2	40,57	7,09	0,00
Dentro	1098,38	192	5,72		
Meses frios					
Entre	33,04	2	16,52	8,14	0,00
Dentro	603,13	297	2,03		

Quando questionados sobre uma possível diminuição do número de corruptos no local onde eram entrevistados, apenas 14% dos pescadores concordaram com esta diminuição. Outros 51% acharam que não estava diminuindo e 18% consideraram que o número de corruptos estava aumentando. Os restantes não souberam responder. A diminuição em outras praias, principalmente em praias ao sul da área de estudo, foi indicada por 19% dos entrevistados. Apesar de não existir, na opinião dos pescadores,

uma diminuição do recurso, a maioria (73%) manifestou-se favorável à colocação de um limite máximo no número de corruptos que poderiam ser extraídos por pescador por jornada de pesca. Este limite seria, segundo a opinião dos entrevistados, de 47 indivíduos (e.p. = 3,79; n = 60), valor muito semelhante ao que se estaria capturando em média atualmente.

Estimativa da captura total anual

A partir dos valores médios do número de pescadores obtidos para cada setor da praia, discriminados entre dias da semana e finais de semana, para as três épocas do ano (Tabela 3), foram calculados valores totais considerando a distribuição de dias e feriados do período de dezembro de 1994 a novembro de 1995 (Tabela 4). Estes dados mostram, ainda, a quantidade instantânea de pescadores, faltando multiplicar pelo fator de correção obtido na calibração do monitoramento, que foi de 2,14. Considerando que este fator de correção é o mesmo para as diferentes categorias discriminadas, o número total de pescadores extraindo corruptos durante o período foi de 5.386. Finalmente, se cada pescador obteve uma média de 46,61 indivíduos, o total capturado durante o ano foi de 251.041 corruptos.

Tabela 3 - Valor médio e erro padrão (entre parênteses) utilizados na estimativa do número de pescadores para o período de dezembro de 1994 a novembro de 1995.

N = número amostral.

SETOR	ÉPOCA DO ANO					
	Temporada		Mês quente		Mês frio	
	Dia da semana	Final de semana	Dia da semana	Final de semana	Final de semana	Final de semana
N	9	8	26	13	42	18
Setor I	0,88 (0,51)	1,12 (0,61)	0,33 (0,13)	1,31 (0,40)	0,05 (0,03)	0,83 (0,27)
Setor II	2,66 (1,32)	6,00 (1,61)	0,80 (0,23)	5,23 (0,81)	0,38 (0,11)	2,78 (0,60)
Setor III	0,66 (0,37)	2,25 (0,82)	0,54 (0,21)	1,70 (0,51)	0,38 (0,11)	0,89 (0,31)
Setor IV	3,33 (1,79)	7,87 (2,49)	1,34 (0,25)	4,46 (1,31)	0,45 (0,11)	1,67 (0,69)
Setor V	3,66 (1,57)	7,37 (2,22)	1,92 (0,35)	4,07 (0,83)	0,36 (0,12)	1,55 (0,56)

DISCUSSÃO

A extração de talassinídeos para uso como isca por pescadores amadores e profissionais está amplamente difundida em diferentes litorais do mundo. Na Austrália,

onde foi desenvolvida a primeira bomba de sucção manual, *Callianassa (Trypaea) australiensis* já mostrava sinais de sobreexploração nos anos 60 (Hailstone & Stephenson, 1961). No litoral do Estado de Washington (Estados Unidos da América), duas espécies são utilizadas como isca, *Upogebia pugettensis* e *Callianassa californiensis* (Dumbauld *et al.*, 1988). Nas costas sul-africanas, *Upogebia africana* e *Callianassa Kraussi* vêm sendo extraídas desde 1967, quando foi introduzida a bomba de sucção manual, feita em aço inoxidável. Contudo, poucos estudos foram realizados para conhecer o impacto da extração destes organismos e prover subsídios para o manejo da pesca (Wynber & Branch, 1991).

Tabela 4 - Número de pescadores estimados a partir dos valores médios da Tabela 3, e do número de dias de semana e feriados do período de dezembro de 1994 a novembro de 1995. N = número de dias considerados.

SETOR	ÉPOCA DO ANO					
	Temporada		Mês quente		Mês frio	
	Dia da semana	Final de semana	Dia de semana	Final de semana	Dia da semana	Final de semana
<i>N</i>	35	13	88	44	127	56
Sector I	31	15	29	58	6	46
Sector II	93	78	70	230	48	156
Sector III	23	29	47	75	48	50
Sector IV	116	100	118	196	57	93
Sector V	128	96	169	179	46	87
Somatória	391	318	433	738	205	432
Total						2.517

No litoral brasileiro, o desenvolvimento desta atividade seria bem mais recente quando comparado com outros países. No entanto, a rápida difusão observada nos últimos seis anos indica que rapidamente poder-se-ia chegar a uma sobreexploração da espécie. É assim que o conhecimento da própria atividade e a quantificação da extração constituem-se em fatores básicos para o entendimento da pesca, e a futura avaliação dos riscos de uma possível sobre exploração. Os resultados deste trabalho permitiram identificar as épocas do ano em que a atividade de extração atinge o seu máximo. Trabalhos de quantificação a longo prazo, assim como divulgação de futuras medidas de manejo e fiscalização, deverão ser concentrados nestas épocas. As estimativa feitas sobre captura total anual devem ser consideradas como bastante grosseiras, existindo vários fatores que não foram bem acertados e que podem aumentar consideravelmente o erro da estimativa. A calibração dos acompanhamentos, a influência do clima e a quantidade de corruptos obtidos por pescador podem ser consideradas como os parâmetros menos precisos. A primeira poderia ser melhorada a partir de várias

calibrações em diferentes épocas do ano e em diferentes setores. A última, só pode ser melhorada através da contagem direta dos corruptos capturados por pescador. Isto não foi realizado por causa da resistência observada nos pescadores a se mexer na sua captura, devido em parte ao fato de estarem sempre apressados para pescar. Desta forma, desistiu-se da contagem direta e optou-se pelo valor obtido através das entrevistas. Finalmente, o fator climático, que não foi considerado para a estimativa total, poderia ser acertado através da conferência de dados meteorológicos locais.

O fato de a extração do corrupto ser demorada e grandemente afetada pelas condições meteorológicas faz com que o pescador opte por outras iscas, o que reduz de certa forma a pressão sobre o recurso. Este fato pode sofrer uma reversão caso surja algum dia a comercialização da isca, ou seja, a sua extração por profissionais. Isto sem dúvida aumentaria de forma alarmante o esforço atual de pesca e o seu conseqüente impacto sobre as populações naturais. Finalmente, as entrevistas mostraram a boa aceitação pelos pescadores de uma futura regulamentação da pesca, que sem dúvida redundaria em benefícios para os próprios exploradores do recurso.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é dedicado à memória de João Batista da Silva, funcionário da Universidade Federal do Paraná e motorista do Centro de Estudos do Mar, que prestou uma inestimável ajuda na realização das amostragens, sem a qual o presente trabalho não teria sido realizado.

RESUMO

As características da pesca e do pescador de corrupto (*Callichirus major*) foram estudadas ao longo de um ciclo anual, a partir de censos e entrevistas realizadas numa faixa de 11km de praia, entre o Balneário de Pontal do Sul e o de Shangrilá, no litoral do Paraná. A faixa foi dividida em cinco setores e percorrida a cada três dias, de dezembro de 1994 a dezembro de 1995. Os resultados indicaram diferenças significativas entre o número de pescadores, as épocas do ano, os dias da semana e os setores das praias analisados. A época de maior extração foi a denominada de *temporada* (de 24 de dezembro até 10 de fevereiro), sendo os dias de final de semana e feriados os preferidos pelos pescadores. Os setores mais freqüentados foram aqueles de mais fácil acesso. O corrupto representa uma isca alternativa para 59% dos pescadores entrevistados. Embora 14% dos entrevistados achem que está havendo uma diminuição do recurso, 73% manifestaram-se favoráveis à colocação de um limite máximo na captura de corruptos por pescador por dia. Para o período estudado, foi estimada uma extração total de 251.041 corruptos. Destaca-se que, pelas características da pescaria, a comercialização da isca através da extração feita por profissionais levaria a um considerável aumento no esforço atual de pesca.

Palavras-chave: *Callianassidae*, *Callichirus major*, corrupto, praia arenosa, isca natural, Paraná, Brasil.

ABSTRACT

Bait collecting of the corrupt *Callichirus major* (Decapoda; Callianassidae) at Paraná beaches (SE Brazil). I. The fishery. Bait-collecting and bait-collectors characteristics were studied through monitoring and conducting interviews, along 11 km of sandy beaches from Pontal do Sul to Shangrilá, Paraná coast. Five sectors were established and monitored once every third day during a one year period for counting bait-collectors at each sector. Results showed significant differences between the number of bait-collectors for different seasons, days of the week and beach sectors. The holiday season (from December 24 to February 10) is the period of the year with the highest activity, week ends and holidays being the preferential days of the bait-collectors. Easily accessible sectors were more heavily visited. For 59 % of the collectors interviewed, corrupt represented an alternative bait. Only 14 % of the collectors interviewed pointed out a decrease of the resource. However, 73 % accorded to a limit of prawns extracted per person per day. A capture of 251,041 individuals was estimated for the study period. It is suggested that bait commercialisation through professional extraction would result in decline of local corrupt populations.

Key words: bait-collecting, *Callianassidae*, *Callichirus major*, sandy beach, Paraná, Brazil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DUMBAULD, B. R.; ARMSTRONG, D. A.; DOTY, D. C. 1988. Burrowing shrimp: new bait fishery resource and historical pest to the oyster industry: a preliminary look at their biology in Washington coastal estuaries. *Journal of Shellfish Research*, v. 8, n. 1, p. 320.
- HAILSTONE, T. S.; STEPHENSON, W. 1961. The biology of *Callianassa (Trypaea) australiensis* Dana 1852 (*Crustacea, Thalassinidea*). University of Queensland Papers, 1(12): 259-285.
- RODRIGUES, S. A. 1983. Aspectos da biologia de *Thalassinidea* do Atlântico tropical americano. Tese de Livre Docência, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 174 p.
- SNEDECOR, G. W. & COCHRAN, W. G. 1967. Statistical methods. The Iowa State University Press, Iowa, 703 p.
- SOUZA, J. R. B.; BORZONE, C. A. 1996. Distribuição de Callianassídeos (*Crustacea: Decapoda: Thalassinidea*) em praia do litoral paranaense, com especial referência à *Callichirus major* (Say, 1818). *Arq. Biol. Tecnol.* v. 39, n. 3.:
- WYNBER, R. P.; BRANCH, G. M. 1991. An assessment of bait collecting for *Callianassa kraussi* Stebbing in Langebaan Lagoon, Western Cape and of associated avian predation. *S. Afr. J. Mar. Sci.*, v. 11, p. 141-52..

**REGISTRO DE ÁCAROS
DE LAS FAMILIAS HYADESIIDAE (ACARI: ACARIDIDA)
Y HALACARIDAE (ACARI: ACTINEDIDA)
EN EL INTERMAREAL ROCOS
DE MAR DEL PLATA, ARGENTINA**

Pablo A. MARTINEZ*
Eduardo A. VALLARINO**
Nestor M. LUCERO***
Marcelo A. SCELZO****

INTRODUCCIÓN

Durante un estudio de la diversidad biológica del bentos de sustrato duro en el intermareal de la ciudad de Mar del Plata, se detectó la presencia de varios representantes de la clase Acari (Scelzo *et al.*, 1993), siendo ésta la primera mención de la fauna de ácaros marinos para la región bonaerense (Martínez *et al.*, 1993). Consideramos de interés dar cuenta de las principales especies halladas, esta nota asimismo, puede contribuir a futuros estudios sobre la distribución y dinámica de las mismas, que serían de interés dado que estos organismos son indicadores de condiciones ambientales y sensibles a los efectos antrópicos (Luxton, 1989).

Las muestras analizadas provinieron de dos áreas:

a) Escollera Norte del Puerto de Mar del Plata, sobre las paredes de las rocas cuarcíticas que conforman la cara sur de la misma, en niveles correspondientes al intermareal superior y supralitoral.

* Laboratorio de Biología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCE y N), Universidad de Mar del Plata. (UNMDP) Funes 3350, (7600) Mar del Plata.

** Departamento de Ciencias Marinas, FCE y N, UNMDP.

*** Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC). Y Departamento de Ciencias Marinas, FCEYN, UNMDP.

**** Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Y Departamento de Ciencias Marinas, FCEYN, UNMDP.

b) Espigones costeros en playas céntricas de la Ciudad de Mar del Plata, a niveles entre 1m y -2m en relación al nivel de marea.

En el área A se muestreó en poblaciones del cirripedio *Balanus glandula* (Darwin, 1854) que en algunos lugares forman densos agrupamientos (Vallarino & Elías, 1995) y en sectores de roca sin esta comunidad. En el área B se muestreó la comunidad del bivalvo *Brachidontes rodriguezi* (D'Orbigny, 1846).

A partir del abundante material recogido a lo largo de un año de muestreo se trabajó sobre las dos especies más frecuentes, determinándose el género o subgénero al que pertenecían o vinculándolas con especies afines.

SISTEMÁTICA

Clase Acari

Orden Acaridida

Superfamilia Hyadesioidea Fain, 1981

Familia Hyadesiidae Halbert, 1915

Diagnosis: Tarsos I y II con una fuerte espina apical y llevando un pretarso largo y flexible, terminado en una uña; surco sejugal presente, más o menos bien demarcado; histerosoma con un sistema de canales de aceite que se originan en los orificios de las glándulas del aceite; macho con ventosa apicoventral en los tarsos I, III y IV (Luxton, 1989).

Género *Hyadesia* Mégnin, 1891

Diagnosis: además de las características mencionadas para la familia se cuenta la presencia de una placa con puntuaciones cubriendo el prodorsum, grandes puntuaciones sobre la placa dorsal y sin ellas en la placa ventral, región lateral del propodosoma con o sin estructuras tipo vejiga o lente y/o un par de depresiones ovales con bordes elevados y con una hendidura central en la región lateral del propodosoma, hembras con o sin epiginium, tarsos III y IV terminados en un pretarso más corto y ancho llevando una uña más robusta que los tarsos I y II, tibias I y II con dos setas de las cuales la ventral es frecuentemente una espina (Luxton, 1989, 1990).

Subgénero *Hyadesia* (*Parahyadesia*) sp. Luxton, 1989

Hyadesia (*Paraliyadesia*) sp.

Diagnosis: Proceso ventral presente en el femur II del macho.

La especie aquí tratada (Fig. 1 y 2) se diferencia de las otras especies del subgénero (*Hyadesia* (*Parahyadesia*) *mollis*; *H. (P.) plicata*; *H. (P.) reticulata* y *H. (P.) tessellata*) (Luxton, 1989) por la siguiente combinación de caracteres: cutícula lisa o solo con leves rugosidades, sin formar un retículo, pelos d 1 a d3 y l1 a l4 muy cortos

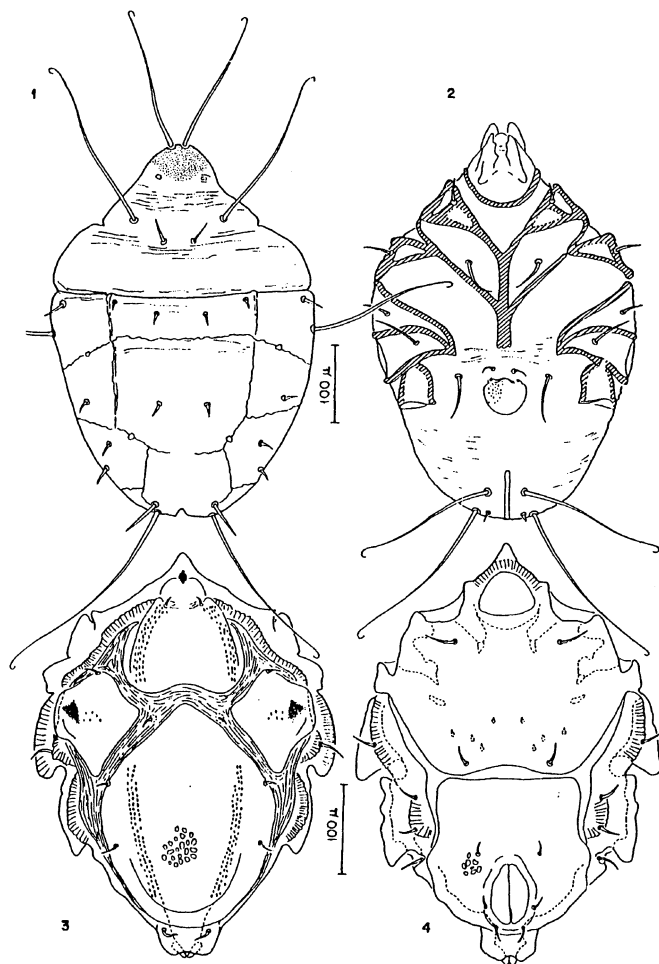


Fig. 1: *Hyadesia* (*Parahyadesia*) sp. adulto, sin las patas, en vista dorsal.

Fig. 2: *Hyadeia* (*Parahyadesia*), en vista ventral.

Fig. 3: *Agauopsis* cf. *similis* adulto hembra, sin las patas, en vista dorsal.

Fig. 4: *Agauopsis* cf. *similis*, en vista ventral.

(aproximadamente 20), sutura entre propodosoma e hysterosoma conspicua. Los individuos colectados presentan una coloración pardo rojiza oscura debido a material interno pigmentado, siendo incolora la cutícula del cuerpo, mientras que la de las patas es marrón clara.

Distribución: *Hyadesia (Parahyadesia)* sp. se halló en el área A, y rocas cercanas al puerto en playas alledañas firmemente adherido al sustrato, en grietas e intersticios y sobre el cinturón de cirripedios del intermareal superior.

Orden Actinedida

Familia Halacaridae Murray, 1877

Diagnosis: Principalmente marinos; con placas esclerotizadas ventrales y dorsales; dígito móvil del quelícero reducido a una estructura membranosa; palpo simple o raptorial; aberturas estigmáticas aparentemente ausentes; ojos presentes; apoteles presentes en todas las patas; con tres pares de discos genitales (Krantz, 1970).

Género *Agauopsis* Viets, 1927

Diagnosis: hembras con tres pares de setas perigenitales; dígitos móviles de los quelíceros denticulados; palpos con quatro segmentos, el penúltimo con una seta espiniforme; tibia I con una seta espiniforme impar; genu I más corto que fémur I o tibia I (Luxton, 1990). Siendo conocidas especies de éste género para aguas de Nueva Zelanda, USA y Europa (Bartsch, 1982).

Agauopsis similis Bartsch, 1979

Agauopsis cf. *similis*

Diagnosis: Rostro en punta, con un largo aproximado a tres veces el ancho de su base (Fig. 3 y 4). La especie de Bartsch ha sido descrita para las costas de Nueva Zelanda.

Distribución: intermareal superior, medio e inferior.

De ambas especies se hallaron tanto ejemplares adultos de los dos sexos (apertura genital bien desarrollada) como inmaduros pertenecientes a diferentes estaseos (*sensu* Grandjean, 1938): larva, protoninfa, deutoninfa y tritoninfa (ésta sólo en Hyadesiidae), reconocibles por el número de patas (tres pares en las larvas), de papilas genitales (un par en las protoninfas y dos pares en las deuto y tritoninfas) y por su tamaño relativo.

DISCUSIÓN

Este trabajo es la primera cita de ácaros marinos para la provincia de Buenos Aires, Argentina. La determinación de las especies halladas solo fue posible en la medida de reconocer características identificables con los ejemplares de Nueva Zelanda.

En lo que respecta al género *Hyadesia* el mismo fue creado a partir de una especie hallada en Tierra del Fuego por Mégnin (1891), citado por Luxton (1989). Los ejemplares de *Hyadesia* sp. fueron hallados en el puerto de Mar del Plata y sus alrededores. Ejemplares del mismo género fueron también hallados en la zona cercana al puerto de la ciudad de Necochea (prov. de Buenos Aires) 180 km al sur de Mar del Plata (Lopez Gappa, com.pers.). La detección *in situ* de esta especie se facilita porque presenta una fuerte coloración parda a pardo rojiza brillante, que resalta sobre el fondo claro del sustrato. En los sectores de roca desnuda del supralitoral, *Hyadesia* (*Parahyadesia*) sp. fue el único invertebrado macroscópico presente.

Por su parte, *Agauopsis* cf. *similis* provino de las muestras de el área B, (espigones artificiales), donde los organismos están vinculados a la comunidad del mejillín, *Brachidontes rodriguezi*, en la cual hallan alimento y refugio, coincidiendo con las características del hábitat ocupado por el género en otras océanos (Bartsch, 1982). Esta especie se halla acompañada por al menos otras dos de la misma familia, determinándose, en un primer examen, como pertenecientes a los géneros *Halacarellus* sp. y *Copidognathus* sp. (Martínez, *et al.*, 1993), y cuyas menciones también serían novedosas para el Atlántico sur, siendo que dichos géneros se encuentran presentes en las costas de Nueva Zelanda, de Europa y Costa Atlántica de Estados Unidos (Bartsch, 1982). Existe una zonación vertical de estas tres especies, que dadas sus distintas preferencias de hábitat, determinan una sucesión espacial como la hallada en otras comunidades de ácaros costeros (Pugh & King, 1985). A. cf. *similis* constituye alrededor del 77% del total de ácaros hallados en el área B a lo largo del año.

ABSTRACT

Record of mites from the families Hyadesiidae (Acari: Acaridida) and Halacaridae (Acari: Actiniedida) in the intertidal rocky shore of Mar del Plata, Argentina. Hyadesiid and Halacarid mites are recorded for the first time in intertidal rocky shores of Mar del Plata, Argentina. Diagnoses and distribution notes are provided for *Hyadesia* (*Parahyadesia*) sp. and *Agauopsis* cf. *similis*.

Key words: Intertidal mites, Hyadesiidae, Halacaridae, *Hyadesia*, *Agauopsis*.

RESUMEN

Acaros de las familias Hyadesiidae (Acari: Acaridida) y Halacaridae (Acari: Actinedida) son registrados por primera vez en el intermareal rocoso de la ciudad de Mar del Plata, Argentina. Se describen las características distintivas de cada organismo (*Hyadesia* (*Parahyadesia*) sp. y *Agauopsis* cf. *similis*) y de la zona que habitan.

Palavra clave: Acaros intermareales, Hyadesiidae, Halacaridae, *Hyadesia*, *Agauopsis*.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BARTSCH, I. 1982. Halacaridae (Acari) von der Atlantikküste des borealen Nordamerikas. Ökologische und tiergeographische Faunenanalyse. *Helgoländer Meeresunters.* 35: 13-46.
- GRANDJEAN, F. 1938. Sur l'ontogenie des acariens. *Compte Rendu Hebdomadaire des Séances de L'Académie des Sciences, Paris*, 206: 146-150.
- KRANTZ, G. W. 1970. *A manual of acarology*. Oregon State Univ. Book Stores, EEUU, 335 pp.
- LUXTON, M. 1989. Mites of the family Hyadesiidae from New Zealand. *Zool. J. Linnean Soc.*, 95: 71-95.
- LUXTON, M. 1990. The marine littoral mites of the New Zealand region. *J. Royal Soc. N. Zealand.*, 20 (4): 367-417.
- MARTINEZ, P.A., N.M. LUCERO, M.A. SCELZO & N. FERNANDEZ. 1993. Estudio preliminar sobre la presencia de ácaros marinos en el mediolitoral marplatense, provincia de Buenos Aires. *Resumen Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar 93, Puerto Madryn, Argentina*, p. 61.
- PUGH, P.J.A. & P.E. KING. 1985. The vertical distribution of the British intertidal Acari- the non-Halacarid fauna. *J. Zool.*, 207: 22-33.
- SCELZO, M.A., R. ELIAS, E.A. VALLARINO, M. CHARRIER & N.M. LUCERO. (en prensa). Variación estacional de la fauna acompañante del mejillín (*Brachidontes rodriguezi* D'Orbigny, 1846) en Mar del Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Frente Marítimo*, 14(A): 7-16.
- VALLARINO, E.A. & R. ELIAS. 1995. La dinámica poblacional de *Balanus glandula* como un factor estructurante en la comunidad intermareal del Atlántico Sur. *Res. VI Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar, Mar del Plata*, p. 199.

**VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA ESTRUCTURA
COMUNITARIA DEL BIVALVO INTERMAREAL
BRACHIDONTES RODRIGUEZI (D'Orbigny, 1846)
EN SUSTRATOS ARTIFICIALES
(MAR DEL PLATA, ARGENTINA)**

Marcelo Alberto SCELZO*

Rodolfo ELIAS**

Eduardo Alberto VALLARINO**

María CHARRIER ***

Néstor LUCERO**

Fabiana ALVAREZ

INTRODUCCIÓN

Las comunidades bénticas intermareales adquieren una fisonomía particular en los sustratos duros, en función de la región geográfica, la moda del lugar y el tipo de sustrato. Además, un conjunto de factores biológicos como predación, competencia y reclutamiento, se interrelacionan con el estrés físico y las relaciones tróficas para determinar la estructura comunitaria y su dinámica espacio-temporal (Menge y Farrel, 1989).

En la región costera bonaerense, rodeando a la ciudad de Mar del Plata, un afloramiento de rocas cuarcíticas de Tandilia interrumpe el cinturón arenoso que se extiende al norte y al sur. Allí, se desarrolla una comunidad intermareal de dominancia cambiante según el sector considerado: sustratos naturales (rocas cuarcíticas) o artificiales (espigones de defensa costera y zona portuaria).

Los estudios realizados en la zona sobre sustratos cuarcíticos muestran al bivalvo *Brachidontes rodriguezi* (D'Orb., 1846) como la especie estructurante de la comunidad,

* Investigador CONICET. Depto. Ciencias Marinas.

** Dpto. Ciencias Marinas (UNMDP).

*** Dpto. Biología (UNMDP). Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), Dean Funes 3350 (7600) Mar del Plata, Argentina.

con gran diversidad de organismos asociados, siendo la presencia de los mismos más conspicua en las pozas de marea y el submareal (Olivier *et al.*, 1966a). Estudios posteriores describen procesos de recolonización (Penchaszadeh, 1973; Nugent, 1986), la introducción de cirripedios (Bastida, 1968; 1971; Spivak y L'Hoste, 1976; Bastida *et al.*, 1980; Nugent, 1986; Vallarino y Elías, 1995), así como diversos estudios sobre organismos y poblaciones bénticas.

Sin embargo, los estudios sobre la relación entre esta comunidad intermareal y la contaminación ambiental sólo fueron realizados para la localidad de Necochea (120 km al sur), donde se evidenció su confiabilidad como bioindicadora (Lopez Gappa *et al.*, 1991). Estos estudios faltan para la ciudad de Mar del Plata (580.000 habitantes), cuya población se duplica o triplica durante el verano, y cuyo sistema cloacal descarga entre 3,5 y 8 (durante lluvias fuertes) $\text{m}^3 \cdot \text{seg}^{-1}$ de efluentes prácticamente sin tratamiento y en forma directa a las playas del norte.

El uso de organismos del bentos como indicadores de condiciones ambientales fue establecido en relación a plantas de pulpa de madera y vertido cloacal (Pearson y Rosenberg, 1978), por cuanto evidencian las condiciones actuales y precedentes, reflejadas a través de su estructura comunitaria o específica (Reish, 1987), o por cambios en su abundancia relativa (Hily *et al.*, 1986). Según Rosenberg (1985) el enriquecimiento orgánico, bajo influencia antrópica, será un fenómeno común en áreas costeras, con la posibilidad de daño potencial sobre pesquerías y zonas recreacionales.

Dado que la comunidad intermareal de sustratos cuarcíticos es muy variable, debido a la distribución irregular de los bloques, se hace necesario caracterizar un área de fácil monitoreo, como por ejemplo las caras verticales de los espigones de defensa de playas. En vista de la falta de información básica sobre la comunidad desarrollada sobre estos sustratos artificiales y la necesidad de contar con una línea de base para evaluar en forma rápida y confiable las variaciones sobre el ambiente afectado por la descarga cloacal, se realizó un análisis mensual de la estructura de la comunidad intermareal desarrollada sobre espigones. En este trabajo se analizan y presentan los datos de composición y distribución de *B. rodriquezi* y de su fauna acompañante, correspondientes a cuatro meses representativos del otoño, invierno, primavera y verano, y sobre los niveles superior y medio del intermareal y superior del submareal.

MATERIAL Y METODOS

Mensualmente, se realizaron cuatro transectas verticales, dos en la cara sur del espigón (A) y dos en la cara norte (B), sobre dos niveles del intermareal, superior (IS) y medio (IM) (correspondiente a horizonte mediolitoral superior o HMS, y el horizonte mediolitoral medio o HMM – Olivier *et al.*, 1966a), y el submareal (o infralitoral) superior (SS). Cada una de las 12 unidades de muestreo (dos por nivel en cada cara) fue obtenida por medio de cilindro plástico de PVC de 78cm^2 . Cada cara fue muestreada

de distintos espigones de la Playa Bristol de la ciudad de Mar del Plata, Argentina (Fig. 1). Cada unidad de muestreo fue tomada (aleatoriamente) dentro del horizonte o nivel donde el bivalvo ocupaba el sustrato (patch). Las muestras fueron congeladas y posteriormente separadas y contadas bajo lupa. Este material fue conservado en formol al 10 %

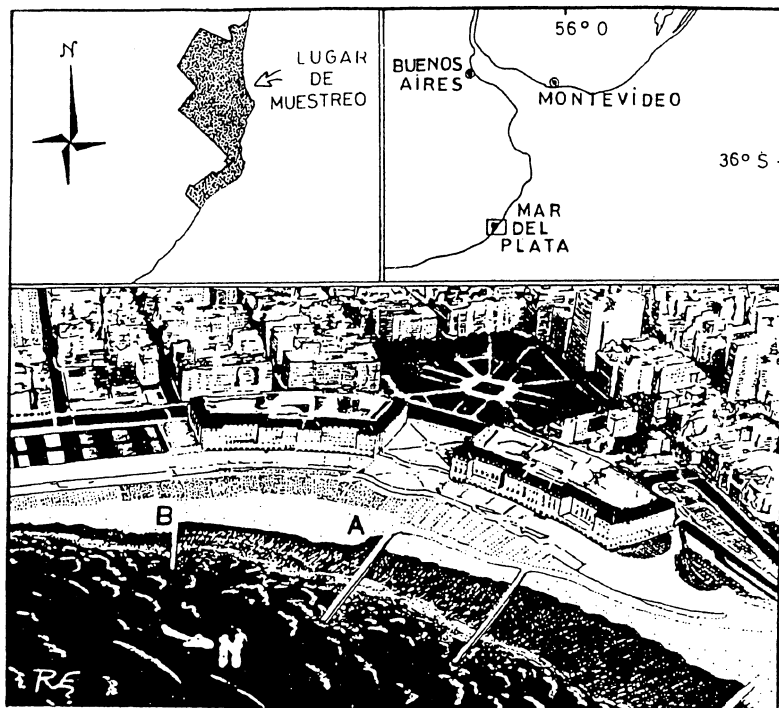


Fig. 1

Ubicación geográfica del área de muestreo y vista aérea de los espigones estudiados. A: espigón muestreado sobre la cara sur, B: espigón muestreado sobre la cara norte.

Los niveles altos del intermareal se hallan ocupados por *Balanus* spp. (*B. glandula* principalmente) por lo que no fueron muestreados debido a la escasa presencia de fauna acompañante (Vallarino y Elías, 1995). El intermareal medio es fácilmente identificable por la presencia de *Ulva* spp., mientras que el intermareal inferior no, por lo que el muestreo fue efectuado en el submareal superior (dado que Olivier *et al.*, 1966a mencionan que en sustratos cuarcíticos estos niveles son similares faunísticamente).

A los efectos de mostrar la variación estacional de los componentes de esta comunidad (no realizada hasta el presente) los resultados se presentan promediados por niveles. Resultados preliminares (en moluscos, Vallarino, 1996; en poliquetos, Elías com. pers.; *Jassa* sp., Lucero, com. pers.) muestran que las unidades de muestreo de una misma cara y un mismo nivel pueden considerarse réplicas.

Los meses analizados corresponden a otoño (mayo), invierno (julio) y primavera (octubre) de 1991 y verano (enero) de 1992. Para cada unidad de muestreo se calcularon los índices de diversidad de Shannon (H') (Shannon y Weaver, 1963) y equitatividad (Lloyd y Ghelardi, 1964). Una tabla de contingencia multifactorial (Zar, 1984) fue calculada con los datos de diversidad para determinar diferencias entre niveles, caras y estaciones del año.

RESULTADOS

La especie numéricamente dominante y que determina la fisonomía de la comunidad intermareal fue *Brachidontes rodriguezi*, con porcentajes que oscilaron entre el 70 y más del 90% (Fig. 2), porcentajes que en general aumentan hacia el submareal. La menor proporción correspondió al invierno en el intermareal superior (IS), y al verano para el intermareal medio (IM) y el submareal superior (SS), en tanto que los máximos relativos se observan para el otoño en el IM y el SS, y para la primavera en el IS (donde falta el dato de otoño). El mínimo porcentaje, para todos los niveles, se registró en verano. Cabe destacar que la comunidad se presenta de una sola capa o estrato en niveles superiores (IS), en tanto que hacia el infralitoral se observan varios estratos.

Los promedios de densidad (ind.m^{-2}) por transectas varían desde 180.200 (± 36.180) en primavera (octubre), hasta 260.800 (± 93.790) en invierno (julio). Los valores indicaron una menor densidad promedio general de *B. rodriguezi* en otoño, y los máximos valores en el invierno. En cuanto al análisis por niveles, los valores de densidad media total se incrementaron en función del mayor tiempo de inmersión, desde el IS (179.650 ± 45466) al IM (200.100 ± 35349) y el SS (264.100 ± 69050) (Tabla 1). Se destacó durante todo el año la presencia de ejemplares menores a 5mm de esta especie, y de *Mytilus platensis*, aunque ésta en pequeños porcentajes.

El número total de especies se incrementó desde el IS (12 a 16) al IM (20-32) y el SS (21-33). Los valores de taxa, en forma general, aumentan en sentido otoño-invierno a primavera-verano (Tabla 2).

La diversidad específica (H) de la comunidad (Tabla 3) resultó baja en general, con valores medios comprendidos entre 0.308 y 1.873. El valor mínimo se obtuvo en el invierno, aunque los valores de otoño (IM y SS) también fueron ambos bajos. En primavera la diversidad aumentó, alcanzando sus valores máximos en verano. La equitatividad presentó un patrón estacional similar, con valores bajos debido a la

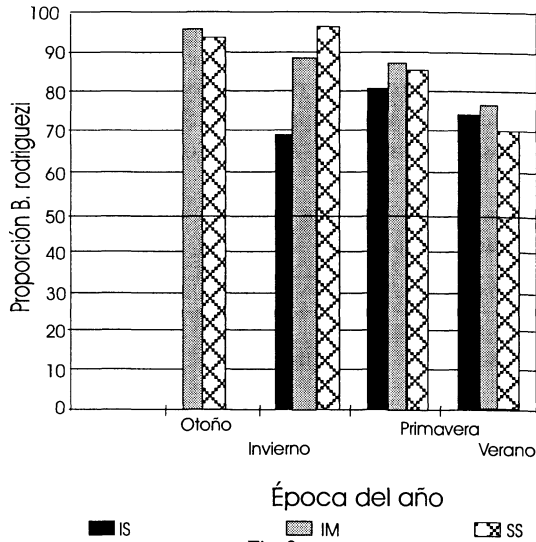


Fig. 2

Proporción de *Brachidontes rodriguezi* en los espigones de Playa Bristol, en los niveles Intermareal Superior (IS), Intermareal Medio (IM) y Submareal Superior (SS), y estación del año (otoño, invierno, primavera, verano).

dominancia de *B. rodriguezi*. El análisis de estos datos (tabla de contingencia multi-facial) no permitió rechazar la hipótesis de independencia mutua ($X^2_{17} 2,018ns$), por lo que no existirían diferencias significativas entre niveles, épocas del año, ni caras.

Respecto a la fauna acompañante de *B. rodriguezi*, su abundancia y dominancia variaron por horizonte y por estación del año (Figura 3). En el IS es subdominante *Sphaeroma serratum* durante todo el año, con una gran abundancia para el invierno (julio), seguido en orden de importancia por *Hyale grandicornis*, *Siphonaria lessoni*, nematodos, larvas de insectos Chironomidae y *Balanus* spp. En el IM los Syllidae fueron subdominantes, aunque en invierno (julio) predominó *P. haigae*. En primavera (octubre) y verano (enero), *Jassa* sp. acompañó a los Syllidae, seguidos por *P. haigae*.

Tabla 1. Densidad media y desvío estandar de *B. rodriguezi* en la comunidad intermareal desarrollada sobre espigones.

	MAYO	JULIO	OCTUBRE	ENERO	Media	Desvio
IS	-	242.550	136.660	159.740	179.650	±45.466
IM	217.300	156.150	178.700	248.200	200.100	±35.349
SS	226.530	383.700	225.250	221.150	264.150	±69.048
Media	221.910	260.800	180.200	209.700		
Desvio	±4.615	±93.790	±36.180	±37.009		

y *Joeropsis dubia*. En el SS predominó *P. haigae* en el otoño (mayo) y en el invierno (julio) Syllidae. En primavera (octubre) destacan Syllidae y *Jassa* sp.; mientras que en el verano (enero) son subdominantes Caprellidae y Syllidae (ambos alcanzaron grandes abundancias), seguidos por *Jassa* sp., *P. haigae*, Copépodos y *J. dubia*.

Tabla 2. Número de taxa por mes y por horizonte en la comunidad de *B. rodriguezi* sobre espigones de Mar del Plata.

	MAYO	JULIO	OCTUBRE	ENERO	MEDIA
IS	-	14	12	16	14.0
IM	20	20	25	32	24.2
SS	22	21	28	33	26.0
MEDIA	21.0	18.3	21.7	27.0	

Los organismos identificados comprendieron más de 70 taxa, de los cuales 45 fueron identificados hasta especie, 8 a género, 11 a familia y el resto a niveles superiores (Tabla 4).

Cabe destacar que numerosos elementos faunísticos resultaron nuevos para la comunidad o la zona. Así, entre los crustáceos, se mencionan por primera vez a isópodos Bopíridos y a *Joeropsis dubia* (Lini *et al.* 1995). También se registran Tanaidaceos. Entre los Acaros, fueron registradas dos especies de abolengo marino y una de origen terrestre.

Entre los Nematodes se hallan en proceso de identificación varias especies (Pastor de Ward y Miguens, com. pers.), al igual que entre los Poliquetos, de los cuales se identificó a *Neanthes succinea*, nereidido de hábitat mixohalino, y a dos especies de Orbiniidae y Cirratulidae nunca antes citadas para el intermareal rocoso.

El sipuncúlido *Dendrostomun* cf. *rosaceum*, de hábitos endolíticos, fue registrado como fauna intersticial de *Brachidontes*. De igual manera, de la fauna de moluscos, resulta interesante resaltar que fueron hallados ejemplares de varias especies de *Anachis* y *Paraeuthria rosea* como fauna acompañante del mejillinar, en un hábitat intermareal, cuando la distribución conocida de estos ejemplares, por lo menos de los adultos, es submareal (Vallarino, 1996).

DISCUSION

La mayoría de las comunidades intermareales de sustrato duro de la costa atlántica se hallan dominadas por bivalvos. En Venezuela y Santos (Brasil), es el mejillón marrón, *Perna perna* el más conspicuo representante (Jacobi, 1987). En el sur de Brasil, Uruguay y Argentina, el bivalvo dominante es *Brachidontes*, representado por especies que se reemplazan latitudinalmente.

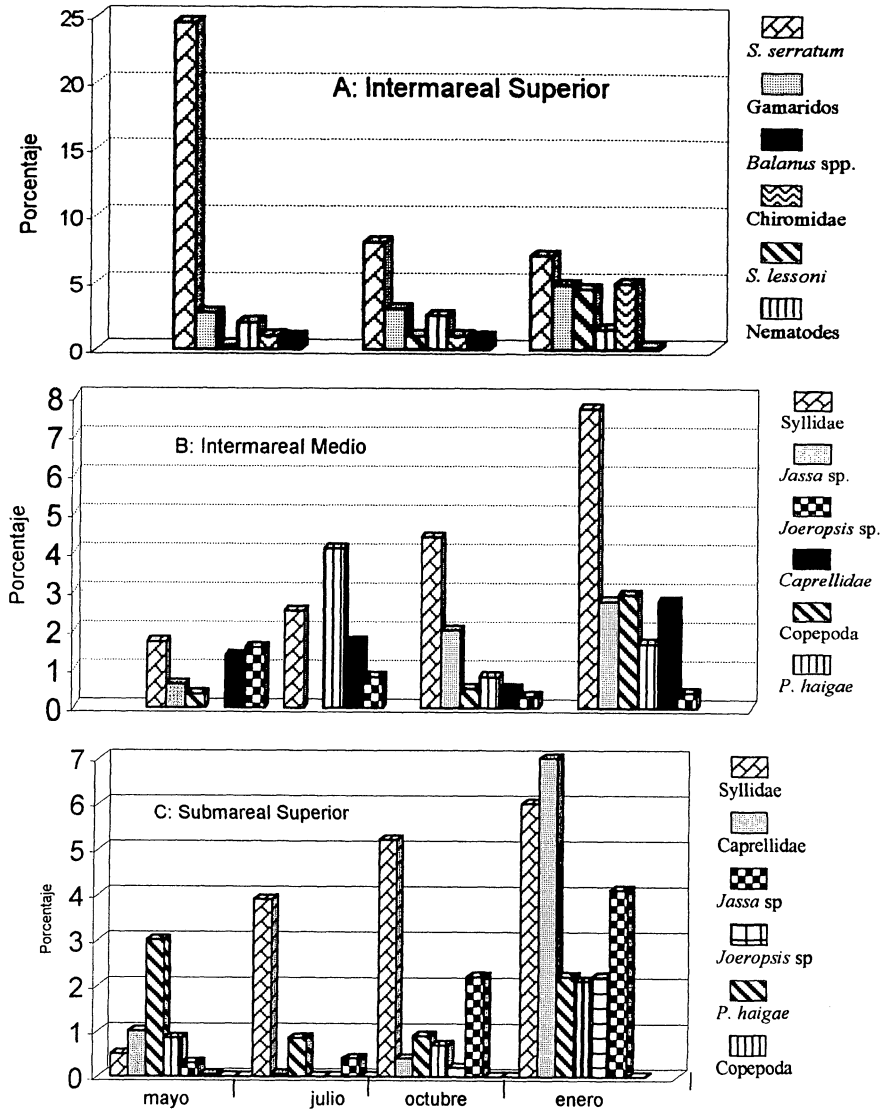


Fig.3

Variación estacional de la fauna acompañante de *Brachidontes rodriguezi* en espigones de Playa Bristol.

A: IS = intermareal superior, B: IM = intermareal medio, C: SS = submareal superior.

Tabla 3. Índices de diversidad (H' Shannon y Weaver, 1963) y equitabilidad (Lloyd y Ghleardi, 1964) por niveles, caras (sur y norte) de espigones y época del año calculados para el total de organismos desarrollados sobre espigones de defensa de playas en Mar del plata.

		SUR	SUR	NORTE	NORTE
		H'	E	H'	E
IS	Otoño	-	-	-	-
	Invierno	0.392	0.151	1.217	0.394
	Primavera	0.991	0.312	1.067	0.305
	Verano	1.416	0.421	1.082	0.326
IM	Otoño	0.342	0.342	0.655	0.199
	Invierno	0.617	0.158	0.966	0.257
	Primavera	0.628	0.171	1.678	0.412
	Verano	1.873	0.429	1.122	0.250
SS	Otoño	0.423	0.123	0.630	0.179
	Invierno	0.308	0.087	0.484	0.126
	Primavera	0.935	0.252	0.901	0.211
	Verano	1.769	0.397	1.791	0.394

Tabla 4. Lista de especies halladas en espigones asociadas a la comunidad del mejillín *B. rodriguezi*.

ANNELIDA, POLYCHAETA

- 1 - Orbiniidae indet. (O. Orbiniida)
- 2 - Cirratulidae indet. (O. Spionida)
- 3 - *Neanthes succinea* (O. Phyllodocida, Nereididae)
- 4 - *Halosydnella australis* (O. Phyllodocida, Polynoidae)
- 5 - *Paleanotus intermedius* (O. Phyllodocida, Palmyridae)
- 6 - Syllidae indet. (O. Phyllodocida, Syllidae)
- 7 - *Lumbrineris* sp. (O. Eunicida, Lumbrineridae).
- 8 - *Thelepus plagiostoma* (O. Terebellida, Terebellidae)
- 9 - Sabellariidae indet. (O. Terebellida, Sabellariidae)
- 10 - Serpulidae indet. (O. Sabellida, Serpulidae)

ARTHROPODA

INSECTA

- 11 - *Chironomus* sp. (O. Diptera, Chironomidae)

PANTOPODA

- 12 - *Achelia assimilis* (O. Pycnogonida, Ammotheidae)
- 13 - *Tanystylum orbiculare* (O. Pycnogonida, Ammotheidae)
- 14 - *Anoplodactylus stictus* (Phoxychilidiidae)

15 - *A. petiolatus* (Phoxychilidiidae)

CRUSTACEA

CIRRIPEDIA

16 - *Balanus glandula* (O. Thoracica, Balanidae)

17 - *Balanus trigonus* sp. (O. Thoracica, Balanidae)

OSTRACODA

18 - Ostracodo indet.

COPEPODA

19 - Harpacticoideo indet. 1 (O. Harpacticoidea)

20 - Harpacticoideo indet. 2 (O. Harpacticoidea)

MALACOSTRACA

21 - *Phachycheles haigae* (O. Decapoda, Porcellanidae)

22 - *Halicarcinus planatus* (O. Decapoda, Hymenosomatidae)

23 - *Pilumnus reticulatus* (O. Decapoda, Xanthidae)

24 - *Sphaeroma serratum* (O. Isopoda, Sphaerosomatidae)

25 - *Joeropsis dubia* (O. Isopoda, Joeropsididae)

26 - *Idothea baltica* (O. Isopoda, Idotheidae)

27 - Bopiridae indet. (O. Isopoda, Bopiridae)

28 - *Hyale grandicornis* (O. Amphipoda, Hyalidae)

29 - Melitidae indet. (O. Amphipoda, Melitidae)

30 - *Jassa* sp. (O. Amphipoda, Ischyoceridae)

31 - Eurycidae indet. (O. Amphipoda, Eurycidae)

32 - *Caprella* sp. (O. Amphipoda, Caprellidae)

33 - Tanaidaceo indet. (O. Tanaidacea)

ARACNIDA - ACARINA

34 - *Agauopsis* sp. (O. Protigmata, Halacaridae)

35 - *Halacarellus* sp. (O. Protigmata, Halacaridae)

36 - *Copidognathus* sp. (O. Prostigmata, Halacaridae)

CNIDARIA

HYDROZOA

37 - *Sertulariella striata* (O. Hydrozoa, Sertulariidae)

38 - *S. mediterranea* (O. Hydrozoa, Sertulariidae)

39 - *Amphisbetia operculata* (O. Hydrozoa, Sertulariidae)

40 - *Plumularia setacea* (O. Hydrozoa, Plumulariidae)

41 - Campanulariidae indet. (O. Hydrozoa, Campanulariidae)

ANTHOZOA

42 - *Pseudoparactis tenuicollis* (O. Actiniarea, Actinostolidae)

43 - *Sagartianthus fasciatum* (O. Actiniarea, Sagartidae)

44 - *Bunodactis marplantensis* (O. Actiniarea, Actinidae)

45 - *Ramirezia bulbsae* (O. Actiniarea, Ramirezidae)

ECHINODERMATA, OPHIUROIDEA

46 - Ophiuroidea indet.

ECTOPROCTA

47 - Briozoa indet.

HEMICORDATA, ASCIDIACEA

48 - *Ciona intestinalis* (Cionidae)

MOLLUSCA

POLYPLACOPHORA

49 - *Chaetopleura isabellei* (O. Chitonida, Chaetopleuridae)

50 - *C. fulva* (O. Chitonida, Chaetopleuridae)

PELECYPODA

51 - *Brachidontes rodriguezi* (O. Anysomiaria, Mytillidae)

52 - *Mytilus edulis platensis* (O. Anysomiaria, Mytillidae)

53 - *Barnea lamellosa* (O. Eulamelibranchiata, Pholadidae)

54 - *Siphonaria lessonii* (O. Pulmonata, Siphonariidae)

55 - Naticidae indet. (O. Prosobranchiata, Naticidae)

56 - Pyramidellidae indet. (O. Prosobranchiata, Pyramidellidae)

57 - *Epitonium georgettina* (O. Prosobranchiata, Epitonidae)

58 - *Paraeuthria rosea* (O. Prosobranchiata, Buccinidae)

59 - *Anachis* (=Pyrene) *rubra* (O. Prosobranchiata, Pyrenidae)

60 - *A. paessleri* (O. Prosobranchiata, Pyrenidae)

61 - *A. isabellei* (O. Prosobranchiata, Pyrenidae)

NEMERTINA

62 - *Lineus bonaerensis* (O. Heteronemertina, Lineidae)

NEMATODA

63 - *Enoplus benhami* (O. Enoplida, Enoplidae)

64 - *E. harlockae* (O. Enoplida, Enoplidae)

65 - *Eurystomina ophthalmophora* (O. Enoplida, Enoplidae)

66 - *Deontostoma* sp. (O. Enoplida, Thoracostomatidae)

67 - *Steineridora archaica* (O. Enoplida, Oncholaimidae)

68 - *Biarmifer marplatensis* (O. Enoplida, Cytholaimidae)

69 - *Axonolaimus spinosum* (O. Enoplida, Monhysteridae)

PLATHELMINTES, POLYCLADIA

70 - Cotylea indet.

SIPUNCULIDA

71 - *Desdrostomun* cf. *rosaceum* sp.

RIZOPODA (PROTOZOA)

72 - Foraminíferos indet. (O. Foraminifera)

Maytia y Scarabino (1979) citan para el sur del Brasil a *Brachidontes exustus* y *B. solisianus*, en tanto que para el Uruguay, citan a *B. rodriguezi* en el sector oceánico y a *B. darwinianus* y *Mytella charruana* en el sector estuarial. En este sector, y

proveniente del sector templado-frío, se registra también a *Mytilus platensis*. En la provincia bonaerense, la descripción original establecía la dominancia de *B. rodriguezi* y *M. platensis* (Olivier *et al.*, 1966a; Penchaszadeh, 1973), mientras que al sur de Península Valdés (hasta Chile) la especie característica es *B. purpuratus* (Ringuelet *et al.*, 1962; Olivier *et al.*, 1966b; Zaixso y Pastor, 1977).

De la comparación de las descripciones originales con los presentes resultados, surgen diferencias en cuanto a la densidad y proporciones de *B. rodriguezi* y *M. platensis*. Las densidades indicadas originalmente para *B. rodriguezi* en sustratos cuarcíticos (Olivier *et al.*, 1966a) son muy inferiores a las halladas en este trabajo, aunque Penchaszadeh (1973) señala para el HMS (IS) vertical densidades similares, de 175.000 ind.m⁻². El mejillón *M. platensis* fue caracterizado como subdominante en la comunidad (Olivier *et al.*, 1966a), mientras que en espigones, su porcentaje de presencia fue esporádico y de organismos pequeños, con una distribución en parches. En sustratos cuarcíticos Vallarino (obs. pers.) también observa una distribución en pequeños parches para esta especie.

Respecto de los cirripedios, estuvieron representados por *B. glandula* y *B. trigonus* como epibiontes de *B. rodriguezi* (principalmente). *B. glandula* por su parte, constituye una franja continua por encima del nivel muestreado (intermareal superior y supralitoral inferior). La presencia de esta cintura, tanto en espigones como en sustratos cuarcíticos, característica de la zonación universal (Lewis, 1976; Russell, 1991), es un fenómeno relativamente reciente (Bastida, 1968; Bastida, 1971; Penchaszadeh 1973; Spivak y L'Hoste, 1976; Nugent 1986; Vallarino y Elías, 1996). Lopez Gappa *et al.* (1991) para la localidad de Necochea, y Bastida (1971) para el área portuaria de Mar del Plata, señalan la presencia de cirripedios en relación a las áreas más expuestas a la contaminación. Estos organismos son mencionados como tolerantes al deterioro ambiental (Bastida, 1971; Bastida *et al.*, 1971) y mejores competidores que los bivalvos en niveles superiores del intermareal (Menge, 1991; Stephens y Bertness, 1991). Éstos, y otros factores, han influido en la exitosa introducción de cirripedios (Vallarino y Elías, 1995).

Respecto a la fauna acompañante, en la descripción original de la comunidad de sustratos cuarcíticos de Mar del Plata, realizada por Olivier *et al.* (1966a), fueron ya mencionados la mayor parte de sus zoocomponentes para pozas de marea o el submareal. Posteriormente, la descripción comunitaria del intermareal superior (HMS), aportó nuevos elementos (p.e. nemertinos) que no habían sido cuantificados (Penchaszadeh, 1973). El presente trabajo amplía y cuantifica la fauna acompañante en los espigones y la discrimina por horizonte, presentando además su variación estacional (Tabla 5).

Los resultados manifiestan una gran diversidad de formas, muchas de ellas constituyen especies indicadoras de cada nivel. Así, *S. serratum* es característica del IS (HMS) y presenta marcada estacionalidad, con un pico de abundancia extrema en

Invierno. Otros indicadores de este nivel serían los chironómidos, *S. lessoni*, nematodos, nemertinos, *H. grandicornis* en grandes abundancias y *Balanus* sp.

Tabla 5. Comparación de las principales especies de la comunidad intermareal de *B. rodriguezi*, comparadas con los trabajos descriptivos originales.

	Olivier <i>et al.</i> (1996a)		Pencaszadeh (1973)		Scelzo <i>et al.</i> (este estudio)	
	ind. m-2	prop	ind m-2	prop.	ind. m-2	prop.
IS (HMS)						
<i>B. rodriguezi</i>	43552	94.54	81262	93.00	179650	69-82
<i>S. lessoni</i>	1680	3.64	3676	4.20		0.09-4.01
Nemertinos	-	-	931	1.06		-
Gamaridos	512	1.11	550	0.60		2.47-4.27
<i>M. plantesis</i>	272	0.59	274	0.31		-
VARIOS (polisop)	48	0.10				
Syllidae	-	-	328	0.37		0.19-1.10
<i>S. serratum</i>	-	-	-	-		6.46-24.3
Chironomidae	-	-	-	-		0.67-4.79
<i>Balanus</i> sp.	-	-	-	-		0.16-0.49
Nematodes	-	-	-	-		1.20-2.32
HMM (IM)		-				
<i>B. rodriguezi</i>	6736	85.90	-		200100	78.0-94.0
<i>M. platensis</i>	1056	13.50	-	-		
Gamaridos	26	0.33	-	-	(Jassa sp)	0.29-2.8
VARIOS (polisop)	22	0.28	-	-	(Syllidae)	1.33-7.5
<i>J. dubia</i>	-	-	-	-		0.70-1.2
<i>S. serratum</i>	-	-	-	-		0.04-0.6
<i>P. haigae</i>	-	-	-	-		0.65-4.0
PI (SS)	-		-	-		
<i>B. rodriguezi</i>	4192	59.14	-	-	264150	70.0-94.0
<i>M. plantesis</i>	2752	38.82	-	-	-	-
VARIOS (polisop)	128	1.80	-	-	-	-
Gamaridos	16	0.22			(Jassa sp)	0.04-4.13
Syllidae						0.37-6.03
Caprellidae						0.30-7.03
<i>P. haigae</i>						0.59-3.00
Copepoda						0.01-2.17
<i>J. dubia</i>						0.05-2.18

Por otra parte, el IM y el SS, de conjunto, se caracterizan por la presencia del gamarido *Jassa* sp. en gran cantidad, Syllidae, *J. dubia*, copépodos y *P. haigae*. En particular, los caprellidos son más abundantes en el SS (sobrepasando a los Syllidae en verano).

En términos generales, se considera que los hábitats ocupados o dominados por una sola especie, presentan poca heterogeneidad espacial, lo cual limita su capacidad de brindar refugio a especies asociadas (Paine y Levin, 1981). Sin embargo, Jacobi (1987), en un estudio de fauna acompañante de la comunidad de *Perna perna*, establece una gran diversidad en función de la multiestratificación de dicha comunidad. Los resultados aquí expuestos para espigones coinciden también con dicha caracterización, ya que, al igual que en sustratos cuarcíticos, la comunidad se desarrolla en múltiples estratos en los niveles medio (IM) e inferior (SS), alcanzando su máxima expresión en el primero.

La diversidad específica de la comunidad fue, en términos generales, baja, debido a la dominancia del bivalvo *B. rodriguezi* en todos los niveles, aunque dentro del rango de los ambientes templados. Se destacan las variaciones de abundancia relativa del bivalvo y de la fauna acompañante tanto estacionalmente, por niveles del intermareal, como por caras (sur: expuesta; norte: protegida), las cuales se deberían a los disturbios físicos (sensu Sousa, 1984). Estos, se manifiestan como desprendimientos de grandes áreas de la comunidad (parches) producto del fuerte oleaje (con dirección sur-sudeste) de otoño-invierno. Esta situación ya fue mencionada por Nugent (1986) para la comunidad béntica desarrollada en sustratos cuarcíticos. Esto genera la existencia de un mosaico de parches en distintos estados sucesionales, lo que es característico de muchas comunidades intermareales (Farrel, 1989; Paine y Levin, 1981).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por los subsidios 092/92 y 100/92 de la Secretaría de Ciencias y Técnica (Investigación y Post-grado) de la Universidad Nacional de Mar del Plata, otorgados a MSc. M.A. Scelzo y Dr. R. Elías, respectivamente.

Los autores desean agradecer a los Drs. R. Bastida (CONICET-UNMdP), C. S. Bremec (INIDEP), J.J. Lopez Gappa y P. Penchaszadeh por la lectura crítica del manuscrito. Tres revisores anónimos aportaron sugerencias que mejoraron el trabajo. El trabajo fue presentado en el 9^{no} Simposio Científico de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo, nov.-dic. 1992.

RESUMEN

Con el objeto de conocer la estructura de la comunidad del bivalvo intermareal mejillín *Brachidontes rodriguezi* desarrollada sobre los espigones de defensa de las playas de Mar del Plata, se tomaron muestras por medio de un cilindro plástico de 78cm² sobre el intermareal superior y medio, y el submareal superior durante el otoño, invierno, primavera (1991) y el verano (1992). *B. rodriguezi* domina numéricamente en todos los sectores, con porcentajes de entre el 70 y el 90%, observándose el mínimo durante el verano. Las máximas densidades se registraron durante el invierno. Se destaca la escasa presencia de *Mytilus platensis* del piso intermareal. La riqueza de la fauna acompañante resultó alta en términos generales (más de 70 taxa), con un marcado incremento desde el intermareal superior hacia el submareal (de 12 a 33). Son subdominantes en el intermareal superior: *Sphaeroma serratum*, *Hyale grandicornis*, *Siphonaria lessoni*, nematodos, larvas de chironomidae y *Balanus* sp.; y en el intermareal medio y el submareal superior: Syllidae, *Pachycheles haigae*, *Jassa* sp., *Joeropsis dubia*, Caprellidae y Copepoda. Se mencionan por primera vez en esta comunidad intermareal a Tanaidaceos, isópodos epicáridos y del género. *Joeropsis*; a especies de ácaros marinos y terrestres, gasterópodos endolíticos, y nematodos, gasterópodos y poliquetos de distribución submareal. Los resultados se discuten en relación a las descripciones de la comunidad de sustratos cuarcíticos, destacando la potencialidad de esta comunidad y su fauna acompañante como indicadores del deterioro ambiental.

Palabras clave: Bentos, *Brachidontes rodriguezi*, estructura comunitaria, fauna acompañante, intermareal, sustrato duro.

ABSTRACT

Seasonal changes of the community structure of the intertidal mussel Brachidontes rodriguezi (D'Orb., 1846) in artificial hard substrates (Mar del Plata, Argentine). The community structure of the intertidal mussel *Brachidontes rodriguezi* developed on artificial defences of the Mar del Plata beach was sampled with a 78 cm² corer in the upper and middle intertidal and the upper subtidal during Autum, Winter and Spring of 1991 and summer of 1992. *Brachidontes rodriguezi* is numerically dominant in all sections of the intertidal with percentages between 70 and 90 %, the minimum being in the summer and the maximum in winter. *Mytilus platensis* was practically absent in the intertidal. Diversity of the associated fauna was generally high (more than 70 taxa), increasing from the upper intertidal to the subtidal (from 12 to 33). Indicator species for the upper intertidal were *Sphaeroma serratum*, *Hyale grandicornis*, *Siphonaria lessoni*, *Balanus* sp., and unidentified Nematoda and chironomid larvae. The middle intertidal and the upper subtidal were dominated by syllid polychaetes, *Pachycheles haigae*, *Jassa* sp., *Joeropsis dubia*, caprellids and copepods. New data was presented in faunistic composition: Tanaidacea, Isopoda Epicarida and the genus *Joeropsis*, marine and terrestrial Acari, endolithic gastropods, besides gastropods, nematods and polychaetes from subtidal. The results are compared with the characterizations of rocky shore communities, highlighting its potential for monitoring environmental changes.

Key words: Benthos, *Brachidontes rodriguezi*, community structure, associated fauna, intertidal hard substrate.

REFERENCIAS

- BASTIDA, R. O. 1968. Preliminary notes of the marine fouling at the port of Mar del Plata (Argentina). *Compte rendu 2nd. International Congress on Marine Fouling and Corrosion*, Athens, Greece, 557-562.

- _____. 1971. Las incrustaciones biológicas en el Puerto de Mar del Plata. Período 1966/67. *Rev. Mus. Arg. Cien. Nat., Hidrobiología*, III (2): 203-285.
- _____. D.A. CAPEZZANI y M.R. TORTI. 1971. Fouling organisms in the port of Mar del Plata (Argentina). I: *Siphonaria lessona* (Blainville, 1824). Ecological and biometric aspects. *Mar. Biol.*, 10: 297-307.
- _____. M. TRIVI, V. LICHTSCHEIN DE BASTIDA y M. STUPAK. 1980. Ecological aspects of marine fouling at the port of Mar del Plata (Argentina). *V Congreso Intern. Corrosión Marina y Incrustaciones, Marine Biology*: 299-320.
- FARRELL, T. M., 1989. Succession in a rocky intertidal community: the importance of disturbance size and position within a disturbed patch. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 128: 57-73.
- HILY, C.H.; H. LE BRIS y M. GLEMAREC. 1986. Impact biologiques des émissaires urbains sur les écosystèmes benthiques. *Océanis*, 12 (6): 419-426.
- JACOBI, C. M. 1987. The invertebrate fauna associated with intertidal beds of the brown mussel *Perna perna* (L.) from Santos, Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 22 (2): 57-72.
- LEWIS, J. R., 1976. *The Ecology of Rocky Shores*. Hodder and Stoughton, Londres, 323 pp.
- LINI, R.M.; A.M. ROUX y M.A. SCELZO, 1995. Sobre la presencia del isópodo *Joeropsis dubia* Menzies 1951, en aguas marplatenses, Pcia. de Buenos Aires, Argentina (Isopoda, Asellota, Jaeropsidae). *Resumen n 437, pag. 120, VI Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar*, 23-27 de octubre 1995, Mar del Plata, Argentina.
- LLOYD, M. y R.J. GHELARDI, 1964. A table for calculating the 'equitability' component of species diversity. *J. Anim. Ecol.*, 33: 217-225.
- LOPEZ GAPPA, J. J., A. TABLADO y N. H. MAGALDI. 1991. Influence of sewage pollution on a rocky intertidal community dominated by the mytilid *Brachidontes rodriguezi*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 63: 163-175.
- MAYTIA, S. & V. SCARABINO. 1979. Las comunidades del litoral rocoso del Uruguay: Zonación, distribución local y consideraciones biogeográficas. *Mem. Sem. Ecol. Bent. y Sedim. Plataf. Cont. Atl. Sur*, 149-160.
- MENGE, B.A. 1991. Relative importance of recruitment and other causes of variation in rocky intertidal community structure. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 146: 69-100.
- _____.; T. M. FARRELL. 1989. Community Structure and Interaction Webs in Shallow Marine Hard-Bottom Communities: Test of an Environmental Stress Model. *Adv. Ecol. Res.*, 19: 189-262.
- NUGENT, P., 1986. *Ecología y biología de los mejillinares de Brachidontes rodriguezi (D'Orb., 1846) en el litoral bonaerense*. Tesis Doctoral, UNLP, 86 pp.
- OLIVIER, S.R., A. ESCOFET, J. M. ORENSANZ, S. E. PEZZANI, A. M. TURRO & M. E. TURRO, 1966a. Contribución al conocimiento de las comunidades bénticas de Mar del Plata. I: El litoral rocoso entre Playa Grande y Playa Chica. *An. Com. Invest. Cient. Prov. Buenos Aires*, 7: 185-206.
- _____. I. K. de PATERNOSTER & R. BASTIDA, 1966b. Estudios biocenóticos en las costas de Chubut (Argentina). I. Zonación biocenológica de Puerto Pardelas (Golfo Nuevo). *Bol. Inst. Biol. Mar.*, 10: 5-71.
- PAINE, R. T. & S. A. LEVIN, 1981. Intertidal Landscapes: disturbance and dynamics of pattern. *Ecol. Monogr.*, 51: 145-178.
- PEARSON T.H. & R. ROSENBERG, 1978. Macrobenthic Succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 16: 229-311.
- PENCHASZADEH, P. 1973. Ecología de la comunidad del Mejillín (*Brachidontes rodriguezi*, D'Orb.) en el mediolitoral rocoso de Mar del Plata (Argentina): el proceso de recolonización. *Physis A*, 32 (84): 51-64.
- REISH, D. J. 1987. "The use of benthic communities in marine environmental assessment." In: G. Malagrino ; H. Santoyo (Eds.). *Mem. V Simp. Biol. Mar.*, Univ. Auton. Baja Calif. Sur. La Paz, México, p. 123-126.
- RINGUELET, R. A., A. AMOR, N. MAGALDI ; R. PALLARES. 1962. Estudio ecológico de la fauna intercotidal de Puerto Deseado, en febrero de 1961 (Santa Cruz, Argentina). *Physis*, 23 (64): 35-53.

- ROSENBERG, R. 1985. Eutrophication : The future of marine coastal nuisance? *Mar. Poll. Bull.*, 16 (6): 227-231.
- RUSSELL, G. 1991. "Vertical distribution." In:_____. *Intertidal and littoral ecosystems*. Mathieson, A. C. and P. H. Nienhuis (Eds.), Elsevier (Amsterdam), 43-65.
- SHANNON, C.E. : W. WEAVER, 1963. *The mathematical theory of communication*. Urbana, Univ. of Illinois Press, 111 pp.
- SPIVAK, E. D. : S. G. L'HOSTE. 1976. Presencia de cuatro especies de *Balanus* en la costa de la Provincia de Buenos Aires. Distribución y aspectos ecológicos. Edición impresa a cargo de los autores. Mar del Plata, 17 pp.
- SOUSA, W. P. 1984. The role of disturbance in natural communities. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 15: 353-391.
- STEPHENS E.G. ; M.D. BERTNESS. 1991. Mussel facilitation of barnacle survival in a sheltered bay habitat. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 145: 33-48.
- VALLARINO, E.A. 1996. Moluscos intermareales de los espigones de la ciudad de Mar del Plata (Bs. As., Argentina). Variación vertical y estacional. *III Simposio sobre Oceanografía*, IOUSP, São Paulo, 1996
- _____. ; R. ELÍAS. 1995. La dinámica poblacional de *Balanus glandula* como un factor estructurante en la comunidad intermareal del Atlántico Sur. Resumen n 754, pag. 199, *VI Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar*, 23-27 de octubre 1995, Mar del Plata, Argentina.
- ZAIXSO, H. E. & C. PASTOR. 1977. Observaciones sobre la ecología de los mitilidos de la Ría Descado. I: distribución y análisis biocenótico. *Ecosur*, 4 (7): 1-46.

RECOLONIZACIÓN DE MACRO Y MEIOINFAUNA EN SEDIMENTOS DEFAUNADOS CON DISTINTAS CONCENTRACIONES DE GRAVAS EN LA LAGUNA COSTERA DE MAR CHIQUITA (ARGENTINA)

Carina L. KATZ*
Rodolfo ELIAS*

INTRODUCCIÓN

Los trabajos bionómicos (relación fauna-sedimento) en bentos son casi tan antiguos como el estudio del bentos mismo, ya que tempranamente se correlacionó la distribución de la infauna con los parámetros sedimentarios, en particular con la granulometría (Petersen, 1911; 1913; Thorson, 1957; En: Pérés, 1982). Así, es clásico determinar en estudios de infauna el porcentaje de grava (partículas mayores que 2mm), arenas (partículas entre 2 y 0,062mm) y fango (partículas menores a 0,062mm).

La infauna habita en sedimentos blandos, constituido por arenas y fango, por cuanto este sustrato permite el hábito infaunal (enterramiento, construcción de galerías o tubos) y brinda alta disponibilidad de alimento. En comunidades infaunales, los tipos alimentarios dominantes están dados por los filtradores de partículas de la columna de agua y los alimentadores de depósito. Estos últimos son particularmente abundantes en material sedimentario fino, por cuanto existe una correlación lineal positiva entre las partículas menores a 0,062 mm y el contenido orgánico asociado a ellas (Lopez Jamar, 1981).

Según Kidwell (1986) la grava puede tener influencias contrapuestas sobre adultos de la infauna, por un lado efectos inhibitorios, y por otro efectos facilitadores. Entre los efectos inhibidores, se menciona la dificultad de penetración y movimiento (lo cual afecta a su vez la posibilidad de ser predado) y un ritmo de crecimiento bajo (sobre todo en bivalvos). El patrón esperado en sedimentos con alta concentración de grava es la pérdida de los alimentadores de depósito móviles y de los filtradores de gran

* Departamento de Ciencias Marinas, Universidad Nacional de Mar del Plata. Dean Funes 3350 (7600) Mar del Plata, Argentina.

tamaño, así como un aumento comparativo de cavadores sub-superficiales, infauna pequeña, especies que buscan refugio y aquellas que toleran hábitats semi-infaunales. Entre los efectos facilitadores se menciona la reducción de la eficiencia de los predadores (sobre todo de cangrejos y posiblemente de aves), disminución de la resuspensión del sedimento (lo que hace al sustrato más estable y heterogéneo) y, eventualmente, se facilita el reemplazo de infauna por epifauna. Esta autora distingue dos modos de reemplazo, el modo autogénico, en donde la grava es aportada por la misma comunidad infaunal, y el modo alogénico, donde la grava es transportada desde otro lugar hacia la comunidad infaunal.

La laguna de Mar Chiquita constituye un ejemplo del modo alogénico, por cuanto la cubierta bioclástica proviene del retrabajamiento de depósitos de pelecípodos y gasterópodos, cuya masiva mortalidad aún no ha sido posible explicar, aunque coincide con un descenso del nivel del mar de 2m (Isla, 1992). Actualmente, se desarrolla en Mar Chiquita un trabajo que evalúa el efecto de gravas bioclásticas en la abundancia de infauna adulta. Resultados preliminares muestran una correlación negativa entre ellos (Ferraté, s/d.). Sin embargo, aún no queda clara la importancia de las partículas tamaño grava con los fenómenos de asentamiento, adaptación y persistencia de larvas de la infauna.

Los disturbios ambientales, debidos a cambios abióticos o biogénicos, pueden producir la defaunación, parcial o completa, de áreas de tamaño variable (Sousa, 1984). Estas manchas (patches) son reocupadas a través de dos modos: reclutamiento de larvas (que incluye asentamiento pasivo de larvas y la reproducción *in situ*) y la inmigración post-larval de adultos (Santos & Simon, 1980). Los experimentos en recolonización de sedimentos previamente defaunados tienen por objeto reproducir las condiciones de estas manchas azoicas, para poder así evaluar los mecanismos y velocidades con los cuales los organismos las ocupan, sea en forma larval o como adultos (Smith & Brumsickle, 1989).

Para probar el efecto que la grava tiene durante el asentamiento de larvas de la infauna, se planteó un trabajo experimental de campo, postulándose la hipótesis nula de que no existen diferencias en el asentamiento de éstas en sedimentos naturales y en sedimentos con el agregado de gravas. A tal efecto se plantearon los siguientes objetivos: a) medir la abundancia de la infauna que recoloniza sedimentos defaunados con distintas concentraciones de grava; b) discriminar esta abundancia en relación al tamaño de infauna, en macro ($\geq 500 \mu\text{m}$) y meiofauna ($\geq 42 \mu\text{m}$); c) evaluar si la recolonización es verticalmente homogénea; d) calcular la diversidad en función del contenido de grava de los sedimentos defaunados.

AREA DE ESTUDIO

La albufera de Mar Chiquita está situada en la Provincia de Buenos Aires, a 32 km al NE de la ciudad de Mar del Plata. Presenta una forma alargada en el sentido NE-SO, variando su ancho entre los 500 y 4.500m. Su largo es de 25km y su superficie de 5850Ha. Tiene su origen en una antigua bahía que quedó aislada por una barrera litoral medanosa. Ésta la separa del océano y un albardón se levanta en la margen opuesta, desembocando al mar por el extremo sur.

Fisiográficamente, el cuerpo lagunar está constituido por un sustrato holocénico, areno-arcilloso en proporciones variables. Las planicies de mareas (playas interiores) están constituidas por arenas finas provenientes del retrabajamiento de los sedimentos de la Formación Mar Chiquita, así como del aporte de pelitas por arroyos y canales. El fondo de la albufera es principalmente limo-arenoso en la parte ancha, y arenoso en el sector estrecho (Fasano *et al.*, 1982).

La laguna recibe el aporte de agua dulce por varios arroyos y canales artificiales, así como de agua freática, lo cual provoca grandes variaciones de salinidad (Olivier *et al.*, 1972; Fasano *et al.*, 1982). El gradiente salino, extremadamente variable, se halla influenciado por el volumen de agua dulce presente en la laguna, la intrusión de la marea y por la dirección e intensidad de los vientos (Reta *et al.*, 1995).

Biológicamente, la laguna presenta vegetación halófila y fauna adaptada al medio marino, mixohalino y dulceacuícola (Olivier *et al.*, 1972).

MATERIALES Y METODOS

El sedimento utilizado en el experimento de recolonización se extrajo del intermareal de Mar Chiquita, y fue completamente secado al sol y al aire libre durante unos 30 días, y homogeneizado manualmente. La composición inicial de dicho sedimento se calculó antes de iniciar la experiencia (Tabla I). Este sedimento presentaba un porcentaje de materia orgánica de 2,48%, calculado por el método de Walkley & Black (1965). Las gravas adicionadas a las muestras provienen de igual manera de sedimentos intermareales del lugar (producto del tamizado de otros muestreos), y fueron retenidas en mallas de 0,5mm. Estas gravas están compuestas en su mayor parte de material bioclástico, por lo que se las denominó *conchillas*.

El sistema experimental se constituyó sobre la base de tres pares de áreas (baldes plásticos de 11,5cm de boca y 12,5cm de profundidad): un par con sedimento natural defaunado (muestra control C); otro par con el mismo sedimento y el agregado de un 25% de conchillas (tratamiento Conchilla I) y el otro par el mismo sedimento más un 50% de conchillas (tratamiento Conchilla II). El sistema fue instalado en una planicie de marea del Arroyo de Los Cangrejos, canal de marea sin aportes de agua dulce, de la Laguna de Mar Chiquita (Fig. 1), al nivel del intermareal medio, enterrándolo de manera tal que la boca de los baldes quedara al mismo nivel del sustrato. A los treinta días se

muestreó el sistema (07/11/94), retirando los baldes, los cuales fueron congelados y procesados en laboratorio. Cada cilindro de sedimento fue dividido en dos capas: una superficial, correspondiente a los primeros 5cm de sustrato (superior), y otra más profunda con el sustrato restante (inferior).

Tabla 1. Peso y composición porcentual de los sedimentos naturales (Peso y % Control) discriminado por fracción (Phi y ASTM) utilizados en la experiencia de recolonización de infauna en Mar Chiquita.

Phi	ASTM	Peso	%Control
0.5	25	0	0
1	35	0	0
1.5	45	0	0
2	60	8,42	12,05
2.5	80	6,23	8,91
3	120	10,97	15,70
3.5	170	20,44	29,27
4	230	10,25	14,64
Fondo		13,57	19,42

Para el conteo de macrofauna cada nivel fue tamizado a través de mallas de 500 μm , mientras que, para el conteo de la meiofauna, una submuestra de 200g (unidad de muestreo) fue tomada de cada nivel, previa homogeneización.

Cada unidad de muestreo de la meiofauna fue mezclada con una solución sobresaturada de azúcar (680gr/l), a razón de 1/3 de sedimento por 2/3 de solución. Luego de 10' de reposo, la solución fue centrifugada durante 5' a revoluciones crecientes hasta llegar a 1500 rpm, manteniéndose allí por otros 5. El sobrenadante fue pasado entonces a través de un tamiz de 42 μm . Este proceso fue repetido tres veces (Pfannkuche & Thiel, 1988).

Los organismos retenidos (macro y meiofauna) fueron coloreados con Rosa de Bengala y conservados en formalina al 5%, para ser identificados y contados bajo lupa y/o microscopio.

Las diferencias de abundancias entre tratamientos fueron medidas por medio de un Chi cuadrado en una tabla de contingencia multifactorial (Zar, 1984). El índice de diversidad específica de Shannon (H') (Shannon & Weaver, 1963) y el de equitatividad (Lloyd & Ghelardi, 1964) se calcularon para las muestras de meibentos por medio de una calculadora programable.

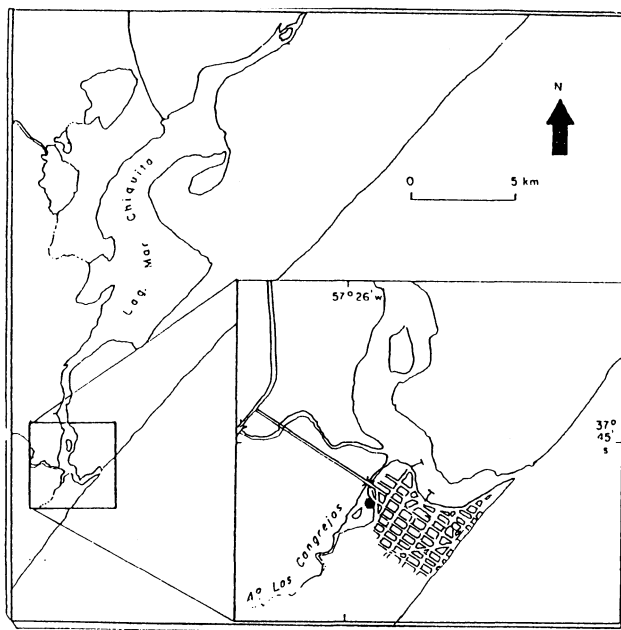


Fig. 1

Ubicación geográfica de la Laguna Mar Chiquita y, en detalle, el Arroyo de Los Cangrejos, canal de marea donde se instaló el sistema de recolonización (punto negro).

RESULTADOS

Fueron hallados un total de 14 organismos, pertenecientes a la macro y meiofauna (Tabla II). La identificación taxonómica de los organismos fue dificultosa por tratarse, en la gran mayoría de los casos, de formas juveniles o larvales, o formas meiobénticas muy poco conocidas en el país. Entre los Nematodos, se identificaron cuatro especies, según la descripción de Mammoli (1992): *Paradontophora breviseta*, *Sabatieria mortenseni* y *Terschellingia longicaudata*. Respecto a la cuarta especie (Nematode indet.), en general organismos pequeños y en desarrollo, existe la posibilidad de que se trate de *Sphaerolaimus gracilis*, o bien de formas juveniles de las anteriores. Los ostrácodos fueron identificados como pertenecientes a la familia Cytheridae. El resto de la meioinfauna fue identificada sólo a niveles taxonómicos altos.

Dentro de la macrofauna, fue posible identificar a los poliquetos *Heteromastus similis* y larvas de *Laonereis acuta* y un juvenil (megalopa) del decápodo *Cyrtograpsus angulatus*.

Tabla 2. Abundancia de organismos en los tratamientos Control, I (con 25% de conchillas) y II (con 50% de conchillas), discriminados en macro (M) y meiofauna (m) y en nivel superior (Sup) e inferior (Inf). H' índice de diversidad; E: Equitividad.

	CONTROL				TRATAMIENTO I				TRATAMIENTO II			
	Macro		Meio		Macro		Meio		Macro		Meio	
	sup	inf	sup	inf	sup	inf	sup	inf	sup	inf	sup	inf
<i>P. breviseta</i>				3					1			2
<i>S. mortensenii</i>			135		1		44	13	2		58	2
<i>T. longicaudata</i>			19				20	5			30	
Nematode indet.			35				92	3			148	3
Ostrácodos	3	1	118	1	1		40	10	1		32	32
Tanaidáceos			10									
Larva de <i>Laeonereis acuta</i>			14	20		1	6	2	2	1	6	1
Larva I			10	20		1	6	2	2	1	6	1
<i>Heteromastus similis</i>				2								
Megalopa indet.					1				1			
Copépodo						1						
Larva do copépodo					1				1		1	
<i>Cyrtograpsus angulatus</i>								3				1
Larva de crustáceo									1			
ABUNDANCIA TOTAL	3	1	334	23	3	3	206	36	9	1	281	39
DIVERSIDAD (H')			2,04	0,68			2,04	2,24			1,94	1,01
EQUITATIVIDAD (E)			0,79	0,34			0,79	0,87			0,69	0,39

De igual manera, ciertos organismos fueron colectados en el tamiz de 500µm (por ejemplo, nematodos), cuando tradicionalmente son retenidos en tramas más pequeñas, y viceversa, los tanaidáceos sólo fueron retenidos en el tamiz de 42µm. En general se observa que las abundancias fueron muy superiores en los tamices de 42µm respecto a los de 500µm, diferencia que estuvo establecida principalmente por la abundancia de Nematodos u Ostrácodos. De igual manera, la abundancia fue mayor en el nivel superior respecto del inferior (Figura 2).

Respecto a los tratamientos (Control, Conchilla I y Conchilla II), la macrofauna fue más abundante en los sedimentos con mayor contenido de conchillas. En el caso de la meiofauna, en la parte inferior también hubo un aumento de abundancia hacia el mayor contenido de conchillas (dado principalmente por Ostrácodos), en tanto que en la parte superior, la abundancia disminuyó desde el Control hasta la Conchilla I y luego aumentó en Conchilla II.

La riqueza total de especies mostró una ligera tendencia a aumentar hacia el incremento del contenido de conchillas (8, 10 y 11 spp.). La diversidad específica fue en general baja, con valores similares en el nivel superior para los tratamientos y control, mientras que en el nivel inferior la máxima diversidad se encontró en conchilla I y la menor en el control. La equitatividad evidenció un patrón similar, con valores altos en

el nivel superior del control y conchilla I, y un ligero descenso en conchilla II; mientras que en el nivel inferior los valores fueron bajos, salvo en conchilla I.

Para testear la hipótesis de que no existe diferencias en el asentamiento de larvas en sedimentos con y sin conchillas, se realizó una prueba de X^2 de independencia entre especies, niveles y tratamientos, con las seis especies más abundantes de la meiofauna, las que constituyeron el 98% del total de individuos registrados. Se testeó la independencia mutua de las variables, la cual fue rechazada (114,515***). Luego se realizó la prueba de independencia de cada una de las variables respecto a las demás. Rechazándose para especies (294,46***) y para niveles (127,64***), mientras que para tratamientos no se rechazó la hipótesis de independencia (30,3ns) (Tabla 3).

Sin embargo, la observación de los resultados parecería mostrar una tendencia general a la disminución de las abundancias de la mayoría de las especies a medida que aumenta el contenido de grava del sedimento, en tanto que otras aumentan en el mismo sentido. Esto es particularmente evidente en el nivel superior. Para confirmar este comportamiento, se realizó una nueva prueba de X^2 de independencia de tratamientos vs especies y niveles, agrupando a las especies cuya abundancia aumenta a medida que aumenta la grava (nematode indet. y *T. longicaudata*) y comparándolas con las demás (que disminuyen en el mismo sentido)(Figura 2). El valor hallado establece la independencia (5,57ns). Sin embargo, al realizar la exclusión de los nematodes indet. el valor de X^2 en la subsiguiente prueba fue de 35,741** (Tabla 4).

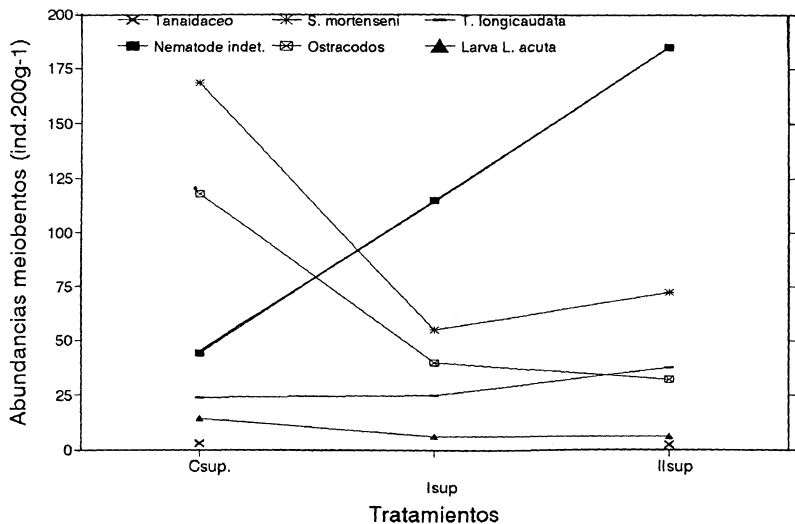


Fig. 2

Abundancia (ind. 200g⁻¹) de las seis especies meiofaunales más importantes, discriminadas por tratamientos en el nivel superior (C: Control, I: Conchilla I, II: Conchilla II).

Tabla 3. Tabla de Contingencia de X^2 para las variables filas (especies), columnas (tratamientos) y niveles (superior e inferior).

Las especies de meiofauna son: 1, 2, 3, 4, 5 y 6.

Spp.	superior			inferior		
	Ctrol.	Conch.I	Conch.II	Ctrol.	Conch.I	Conch.II
<i>S. Mortenseni</i>	135	44	58	-	13	2
<i>T. longicaudata</i>	19	20	30	-	5	-
Nematode indet	35	92	148	-	3	3
<i>Ostrácodos</i>	118	40	32	1	10	32
Larvas <i>L. acuta</i>	14	6	6	20	2	-
Tanaidaceo	10	-	-	-	-	-

Test de independencia mutua:

$$X^2 = 114,515^{***}$$

$$X^2_{0,001,27} = 55,467$$

Test de independencia de filas (especies) respecto de columnas y niveles:

$$X^2_{294,96} = 294,96^{***}$$

$$X^2_{0,001,25} = 52,62$$

Test de independencia de niveles (superior/inferior) respecto de filas y columnas::

$$X^2 = 127,64^{***}$$

$$X^2_{0,001,17} = 40,79$$

Test de independencia de columnas (tratamientos) respecto a filas y niveles:

$$X^2 = 30,3_{ns}$$

$$X^2_{0,001,22} = 30,81$$

DISCUSION

Los resultados hallados en el presente trabajo concuerdan con otros trabajos sobre composición y abundancia de meiobentos, particularmente con los referidos a nematodos. Pastor (1989, 1984), identifica para el intermareal fangoso de Puerto Deseado, Santa Cruz, a las especies *Terschellingia longicaudata* y *Sabatieria mortenseni*. Heip *et al.* (1985) caracterizan las comunidades de nematodos de diversos ambientes mixohalinos tipo marismas, destacando que los géneros *Sabatieria* y *Terschellingia* son especies dominantes de ambientes fangosos como Buzzards Bay, Long Island Sound, Liverpool Bay, costa de Northumberland en el Mar del Norte, etc. En términos generales, en costas fangosas, dominan estos mismos géneros, con *Sphaerolaimus* como subdominantes (Heip *et al.*, 1982). Esto responde al concepto de comunidades

paralelas desarrollada para las comunidades sublitorales de nematodos de ambientes tales como el Mediterráneo, Mar del Norte, Mar Báltico y Atlántico Norte, donde dos tipos básicos se distinguen, una comunidad de fango caracterizada por alta dominancia y baja diversidad y endemismo; y otra arenosa, caracterizada por mayor diversidad, menor dominancia y alto endemismo (Weiser, 1960; Tietjen, apud Heip et al. , 1982).

Tabla 4. Tabla de Contingencia de χ^2 para las variables especies, tratamientos y niveles (superior/inferior). Las especies oportunistas (que incrementan su abundancia a mayor contenido de conchilla) son *T. longicaudata* y Nematode indet. En la siguiente prueba de χ^2 , excluyendo a Nematodes indet., las especies de meiofauna son: 1 - *S. mortenseni*, 2 - *T. longicaudata*, 3 - Ostracódos, 4 - Larvas *L. acuta* y 5 - Tanidáceo.

Especies	superior		inferior	
	oport.	otras	oport.	otras
Tratamiento				
Control	54	277	0	21
Conchilla I	112	90	8	25
Conchilla II	178	96	3	35

$$\chi^2 = 5,572 \text{ ns}$$

Especies	superior					inferior				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Tratamientos										
Control	135	19	118	14	10	0	0	1	20	0
Conchilla I	44	20	40	6	0	13	5	10	2	0
Conchilla II	58	30	32	6	0	2	0	32	1	0

$$\chi^2 = 35,741^{**}$$

$$\chi^2_{0,01,18} = 34,805$$

Respecto a las abundancias, este trabajo muestra que en términos generales, los nematodos constituyen el grupo dominante de la meiofauna. Esto coincide con lo hallado por McIntyre (apud Heip *et al.*, 1982) donde menciona que en la mayoría de los casos los nematodos constituyen el grupo dominante de la meiofauna y más del 90% de los metazoos. En particular, *Sabatieria mortenseni*, alcanzó abundancias relativas (10 a 1) similares a las registradas por Mámoli (1992).

Respecto de las diversidades, ya fueron señalados los bajos valores. Heip & Decraemer (1974) mencionan que es dable hallar mayor diversidad en ambientes arenosos que en los no-capilares o fangosos, y también que estos ambientes arenosos

tengan mayor cantidad de especies especialistas (Heip & Decraemer, 1974). La baja diversidad de Mar Chiquita, a nivel de meiofauna, estaría influenciada no sólo por el gradiente salino, sino también por el tipo sedimentario, el cual se comporta como fangoso.

En el nivel superior del sedimento la diversidad y la equitatividad fueron relativamente similares (H' entre 1,94 y 2,04; E entre 0,79 y 0,69), mientras que en los niveles inferiores se observó una gran variación (H' 0,68 en el tratamiento control, 2,24 en conchilla I y 1,01 en conchilla II; y E 0,34, 0,79 y 0,39, respectivamente). El valor de la muestra control está influido por la abundancia de larvas de *L. acuta*, lo cual es un hecho llamativo, por cuanto es común en organismos infaunales en desarrollo el estar ubicados en estratos superficiales. Por otra parte, el aumento de diversidad observado en el nivel inferior del tratamiento conchilla I podría deberse a una facilitación (en el sentido dado por Kidwell, 1986) que podría estar dada por la mayor cantidad de refugios dados por la heterogeneidad del sustrato (Weiser, 1960; Hooper & Meyers, *apud* Heip *et al.*, 1985) y/o por una mayor permeabilidad del sustrato a la aireación. Por otra parte, el descenso de la diversidad en el tratamiento conchilla II podría implicar la facilitación al nematode indet. (muy abundante en el nivel superior) y la inhibición del resto de la infauna.

De igual manera, el número de especies (incluyendo macrofauna) aumenta hacia el aumento de grava del sedimento, tal vez en respuesta al aumento de microhábitas y el comportamiento oportunista de ciertas especies (nematode indet. y, en menor medida, *T. longicaudata*).

Según la prueba general de χ^2 , existen diferencias significativas en la distribución y abundancia de las especies y niveles, mientras que las diferencias debidas a tratamientos no son significativas. Las diferencias entre niveles del sedimento concuerdan con otros trabajos sobre meiobentos, donde se observa que hasta el 60% de los nematodos y hasta el 40% del valor medio de metazoos de la meiofauna se hallan concentrados en el primer centímetro superficial del sedimento (Vincx *et al.*, 1994).

La no significancia de los resultados entre tratamientos conduciría a concluir que el agregado de conchillas al sedimento no afecta la abundancia de las especies de la meiofauna durante la recolonización. Sin embargo, es de destacar que, mientras cuatro de las especies de la meiofauna muestran un descenso de sus abundancias a medida que aumenta el contenido de conchillas del sedimento (*S. mortenseni*, ostrácodos, larva de *L. acuta* y tanaidaceo), las otras dos especies (nematode indet. y *T. longicaudata*) aumentan en el mismo sentido. Al restar el nematode indet. se evidencia la significancia del tratamiento (Tabla IV). Esto podría deberse al comportamiento oportunista de esta especie, la cual se vería favorecida por el incremento de conchillas (grava) del sedimento, mientras que las otras se verían perjudicadas o le sería indiferente. En particular, puede postularse que el descenso en la abundancia de alimentadores de depósito (larvas de *L. acuta*, ostrácodos, tanaidaceos y *S. mortenseni*) podría relacionarse con el descenso relativo del tenor orgánico del sedimento al serle agregada la conchilla.

La abundancia de la macrofauna no fue testeada por este método, por cuanto sus valores son sumamente variables y, sumado a la inclusión de especies que por su tamaño corresponderían a meiofauna, introduciría un gran error al intentar concluir algo acerca de su comportamiento ecológico. Sin embargo, cabe destacar que las larvas del poliqueto *Laeonereis acuta*, especie característica de planicies de marea mixohalinas del área (Eliás & Ieno, 1993), muestran un comportamiento coherente con su hábitat y tipo alimentario, por cuanto son más abundantes en la capa superior de los sedimentos, y disminuyen su abundancia a medida que se incrementa el contenido de grava del sedimento. De igual manera, los tanaidáceos sólo se hallaron presentes en el control, desapareciendo ante la presencia de conchillas.

Cabe destacar el hecho de que los baldes plásticos usados como recipientes han funcionado como barrera al principal mecanismo de recolonización de la infauna, es decir, la migración. Esto coincide con lo hallado por Eliás *et al.* (1996) en un experimento similar realizado en manglares de Brasil, donde al ser impedida la migración, la recolonización fue lenta y nunca alcanzó los niveles naturales del ambiente.

AGRADECIMIENTOS

A la Sra. Susana Serra por la determinación de la granulometría y tenor orgánico del sedimento utilizado en la experiencia. A la Lic. A. Gavio por el asesoramiento en cuestiones referidas a uso del test de X^2 . Al MSc. Marcelo A. Scelzo por el cálculo del índice de diversidad. A la Lic. E. Ieno y Brian Kelly, por su apoyo y sugerencias y la traducción del Abstract. A la Lic. Rosangela Romanos Mangialardo por la traducción del Resumen. Este trabajo fue parte de la Tesis de Licenciatura del primer autor, por lo que se desea agradecer a los Jurados, Dr. R. Bastida, Dr. O. Iribarne y MSc. M.A. Scelzo, por las sugerencias que mejoraron este trabajo. Al Dr. E. Chavez por la lectura crítica y el enfático aliento a la realización de este trabajo. Dos revisores anónimos aportaron modificaciones que mejoraron el trabajo.

ABSTRACT

In order to evaluate the effect of gravel in the recolonization of azoic sediments, an experiment was carried out on a tidal flat in mar Chiquita Coastal Lagoon (Argentina). Plastic containers of 11.5 cm diameter and 18.5 cm depth, containing natural sediments and sediments with 25 and 50% of bioclasts, were sampled after a month of installation. Macrobenthic (≥ 500 m) and meiobenthic (≥ 42 m) abundance and diversity in each treatment and in two different levels (0-5 cm and 5-12.5 cm) were analyzed by a X^2 contingency table test. 14 organisms belonging to macro and meiofauna were reported. Abundances as well as diversity were low. Macrofauna was very low and variable, thus statistical analysis was performed with the 6 most abundant meiobenthic species. A multifactorial test showed that differences between species and levels were highly

significant, but not between treatments. However, when excluding one species (that increases with amount of gravel) subsequent analysis showed significant differences between treatments. Larvae of the polychaete *Laeonereis acuta* revealed a drop in abundance when gravel content increased, and the tanaidaceans disappeared.

Key words: Recolonization, gravel-infauna relationship, macro-meiofauna, coastal lagoon.

RESUMO

Recolonização da infauna macro- e meiobêntica em sedimentos defaunados com distintas concentrações de cascalho na laguna costeira de Mar Chiquita (Argentina). Com o objetivo de avaliar o efeito que o teor de cascalho tem na recolonização de sedimentos defaunados, realizou-se um trabalho experimental em uma planície de maré da laguna de Mar Chiquita. Baldes plásticos de 11,5 cm de boca e 12,5 cm de profundidade, contendo sedimento do ambiente e sedimentos com agregados de 25 a 50% de cascalho conchoso (bioclásticos), foram amostrados um mês após a instalação. Analisou-se a abundância e diversidade do macrobentos (m) e o meiobentos (42 m) em cada tratamento e nos níveis 0-5 cm e 5-12,5 cm por meio de um teste de X^2 em uma tábua de contingência multifatorial. Foram registrados 14 taxa pertencentes a meio- e macrofauna. As abundâncias assim como a diversidade específica foram baixas. A macrofauna foi muito pobre e variável, o que limitou as análises estatísticas às espécies mais abundantes da meiofauna. Os resultados do teste multifatorial mostraram diferenças altamente significativas na abundância de espécies e em níveis, mas não nos tratamentos. Por outro lado, como 4 espécies mostraram um efeito negativo à medida que aumentava o conteúdo de conchas, e duas o efeito oposto, realizou-se um novo teste excluindo a espécie que aportava maior disparidade à análise. Evidenciou-se desta forma uma diferença altamente significativa entre tratamentos. A abundância das larvas do poliqueto *Laeonereis acuta* diminuiu com o aumento do conteúdo de conchas do sedimento, e os tanaidáceos desapareceram.

Palavras-chave: recolonização, relação conchas-infauna, macro e meiobentos, lagoa costeira.

REFERENCIAS

- ELIAS, R. ; E. IENO, 1993. La asociación de *Laeonereis acuta* Treadwell, 1923 (Polychaeta, Nereididae) en la bahía Blanca. *Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre* 75: 3-13.
- _____; P. LANA; P. ALVES; L. LORENZINI; M. CORDEIRO ; R. CIM, 1996. Recolonização da macrofauna bêntica em um manguezal da Baía de Paranaguá (Paraná). *Resumos XXI Congresso Brasileiro de Zoología, Porto Alegre*, 5-9 de fevereiro de 1996, n 119, pag.31.
- FASANO, J.; M. HERNANDEZ; I. F. ISLA ; E. SCHNACK. 1982. Aspectos evolutivos y ambientales de la laguna Mar Chiquita, Pcia de Buenos Aires, Argentina. *Acta Oceanológica, Bs.As., n° especial*, 285-292.
- FERRATE, V.s/d. *Relación entre bioclastos y comunidades bentónicas en Mar Chiquita*. Tesis de Grado, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNMdP.
- HEIP, C. ; D. DECRAEMER. 1974. The diversity of nematode community in the southern North Sea. *J. Mar. Biol. Ass., UK*, 54 : 251-255.
- _____; M. VINCX; N. SMOL ; G. VRANKEN, 1982. The systematic and ecology of free-living nematodes. *Helminthological Abstracts, Series B, Plant Nematology*, 51 (10): 1-31.
- _____; _____; G. VRANKEN, 1985. The ecology of marine nematodes. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 23 : 399-489.

- HULBERT, P., 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. *Ecol. Monogr.*, 54 (2): 187-211.
- ISLA, F.I. 1992. Environmental changes associated to the Holocene sea-level fluctuation: southeastern Buenos Aires, Argentina. *International Symp. on Diversity in Coastal Evolution in the Quaternary, Abs., IGCP 274, dec. 7-9, 1992., Wellington, NZ*, 25-27.
- KIDWELL, S.M. 1986. Taphonomic feedback in miocene assemblages: Testing the role of bed hardparts in benthic communities. *Palaos*, 1 : 239-255.
- LOPEZ JAMAR, E., 1981. Spatial distribution of the infaunal benthic communities of the Ría de Muros, NW Spain. *Mar. Biol.*, 63 : 29-37.
- LLOYD, M. ; R.J. GHELARDI, 1964. A table for calculating the 'equitability' component of species diversity. *J. Anim. Ecol.*, 33 : 217-225.
- MAMMOLI, G.A., 1992. *Taxonomía de los nematodos libres de la albúfera de Mar Chiquita*. Tesis de Grado, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNMdP, 23 pp.
- OLIVIER, S.R.; A. ESCOFET, P. PENCHASZADEH ; J.M. ORENSANZ, 1972. Estudios ecológicos en la región estuarial de Mar Chiquita (Buenos Aires, Argentina). I: Las comunidades bentónicas. *An. Soc. Cient. Arg., Buenos Aires*, 93 : 237-261.
- PARSONS, T.R.; M. TAKAHASHI ; B. HARGRAVE, 1984. "Benthic Communities" - In: *Biological Oceanographic Processes*, 3th Edition, Pergamon Press, Oxford, 330 pp.
- PASTOR de WARD, C. T., 1984. Nematodos marinos de la Ría Deseado (Axonolaimidea: Axonolaimidae, Diploelidae, Comesomatidae) Santa Cruz, Argentina. 4. *Contribución n 86, CENPAT, Puerto Madryn*, 21 pp.
- _____. 1989. Free-living Marine Nematodes of the Deseado River Estuary (Siphonolaimoidea, Siphonolaimidae, Linhomoeidae) Santa Cruz, Argentina. 6. *Studies on neotropical fauna and environment* , 24: 231-247.
- PÉRÈS, J.M. 1982. "Major benthic assemblages" . In: O. kinne (Ed.) *Marine Ecology*, Vol V, Ocean Management, Part I Wiley, Chichester, Sussex, 642 pp.
- PFANKUNCHE, O. ; H. THIEL. 1988. Sample Processing. In: introduction to the Study of Meiofauna R.P. Higgins ; H. Thiel. (Eds.), Smithsonian, Washington, pp. 134-145.
- RETA, R.; P. MARTOS; A. FERRANTE; G. PERILLO ; M.C. PICOLO. 1995. Efectos de marea y viento sobre temperatura y salinidad en la laguna de Mar Chiquita, Argentina. *Res. VI Congr. Latin. de Cien. Mar*, 23-27 de octubre de 1995, Mar del Plata, Argentina.
- SHANNON, C.E. ; W. WEAVER, 1963. *The mathematical theory of communication*. Urbana, Univ. of Illinois Press, 111 pp.
- SANTOS, S.L. ; J.L. SIMON. 1980. Marine soft-bottom community establishment following annual defaunaion: Larval or adult recruitment? *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 2 : 235-241.
- SOUSA, W. P. 1984. The role of disturbance in natural communities. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 15 : 353-391.
- SMITH, C. R. : S. J. BRUMSICKLE. 1989. The effects of patch size and substrate isolation on colonization modes and rates in an intertidal sediment. *Limnol. Oceanogr.* 34 : 1263-1277.
- VINCX, M.; B.J. BETT; A. DINET; *et al.* 1994. Meiobenthos of the deep Northeast Atlantic. *Adv. Mar. Biol.*, 30 : 1-88.
- WALKLEY, A. & A. BLACK, 1965. "Chapter 4". In: Black, A. ; J. Evans, (Eds.). *Method of soil analysis* Am. Soc. of Agron., Madison, USA, 219 pp.
- ZAR, J.H., 1984. *Biostatistical Analysis*. Second Edition, Prentice Hall, New Jersey. USA.

INSTRUÇÕES PARA OS AUTORES

Os manuscritos enviados à Comissão Editorial (original e duas cópias, incluindo tabelas e figuras) deverão ser digitados em espaço duplo, observando-se uma margem de 5cm no lado esquerdo de cada página. Deverão ser adotados editores de texto do tipo Word ou Word Perfect, preferencialmente para Windows. Serão aceitos textos *preferencialmente* em inglês. A Comissão Editorial reserva-se o direito de aceitar ou recusar manuscritos em outros idiomas. Os textos deverão ser organizados da seguinte maneira:

Folha de apresentação – com o título completo do trabalho, nome(s) do(s) autor(es) com sobrenome em destaque, endereço profissional e título abreviado (máximo de cinco palavras).

Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Conclusões e Agradecimentos (com indicação de agências financiadoras ou bolsas recebidas) – com redação concisa e clara.

Resumos em inglês e português – com informações resumidas sobre objetivos, resultados e conclusões do trabalho. Deverão ser acompanhados de no máximo cinco Key words ou Palavras-chave.

Referências bibliográficas – nas citações do texto deve constar o sobrenome do autor, ou no máximo de dois autores, unidos por &, em caixa baixa, seguido do ano de publicação entre parênteses. Se o número de autores for superior a dois, deverá apenas o sobrenome do autor principal seguido de *et al.*, e da data de publicação entre parênteses. Na seção Referências Bibliográficas deverá ser obedecida a ordem alfabética dos autores, em caixa alta, e secundariamente a ordem cronológica dos trabalhos de um mesmo autor. Para as referências, deverá ser obedecida a seguinte sequência:

a) Periódicos – sobrenome do autor, iniciais, ano de publicação, título completo do trabalho, nome do periódico em itálico (por extenso ou já abreviado de acordo com as normas da “World List of Scientific Periodical”), número do volume (em itálico), número do fascículo (entre parênteses) e paginação;

b) Livros e teses – sobrenome do autor ou editor, iniciais, ano de publicação, título do livro ou tese em itálico, editora ou universidade de origem, local e número total de páginas.

A Comissão Editorial sugere a consulta a fascículos recentes de NERÍTICA, posteriores ao volume 8(1/2), para preparação das referências.

Ilustrações – os gráficos, mapas e fotografias, obrigatoriamente em preto e branco, deverão ser apresentados em folhas separadas, com numeração feita a lápis no canto superior direito ou no verso. Deverão ser feitos em nanquim ou recursos gráfico computacionais, incluindo impressão a laser, que possibilitam o máximo de qualidade e nitidez após as reduções, se necessárias, para a reprodução. As dimensões das ilustrações devem ser proporcionais ao espelho de revista (16x12cm). Sugere-se a altura mínima de 5,0mm para letras e números e espessura de 3,0mm para o traçado. Ilustrações deverão ser identificadas com legendas sucintas e precisas, digitadas em página separada. A apresentação de fotografias deverá ser evitada. Sempre que possível devem ser substituídas por desenhos, sem perda de qualidade da informação. A localização das figuras deverá ser indicada no texto.

Tabelas – deverão ser numeradas com algarismos arábicos e identificadas com legendas precisas, de modo a possibilitar sua compreensão sem referências ao texto. Tabelas muito grandes serão recusadas ou devolvidas para simplificação.

Todas as figuras e tabelas deverão conter no verso o nome d(os) autor(es) e o título resumido do trabalho, escrito a lápis.

A Comissão Editorial recusará manuscritos não aderentes às presentes normas. Os manuscritos recebidos, se aprovados após exame inicial quanto à adequação às normas editoriais, ao estilo, estruturação e mérito científico, serão encaminhados a dois ou mais consultores, selecionados a critério da Comissão Editorial. Se o trabalho for aceito, a versão final deverá ser enviada também em disquete. A Comissão reserva-se o direito de não encaminhar provas para correção. Os manuscritos deverão ser enviados obrigatoriamente por via registrada ou equivalente para o seguinte endereço:

REVISTA NERÍTICA - Comissão Editorial

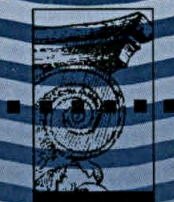
Centro de Estudos do Mar

Universidade Federal do Paraná

83255-000 Pontal do Sul - Paraná - Brasil



sta ♦ obra ♦ foi ♦ impressa ♦ na ♦ Gráfica ♦ Life ♦
Curitiba ♦ PR ♦ Brasil ♦ em ♦ dezembro ♦ de ♦ 1997 ♦ para
♦ a ♦ Editora ♦ da ♦ Universidade ♦ Federal ♦ do ♦ Paraná ♦



UFPR

Universidade
Federal do Paraná

1 9 1 2

A revista *Nerítica* foi criada em 1986. Veículo de divulgação científica do Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná e de Instituições congêneres, destina-se a publicar trabalhos científicos originais, comentários específicos e revisões críticas nas áreas de Biologia Marinha, Oceanografia Geral e Aquacultura de Organismos Marinhos.

