Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Esta tesis doctoral contiene un índice que enlaza a cada uno de los capítulos de la misma.
Existen asimismo botones de retorno al índice al principio y final de cada uno de los capítulos.

Ir directamente al índice

Para una correcta visualización del texto es necesaria la versión de Adobe Acrobat Reader 7.0 o posteriores

Aquesta tesi doctoral conté un índex que enllaça a cadascun dels capítols. Existeixen així mateix botons de retorn a l'index al principi i final de cadascun deis capítols .

Anar directament a l'index

Per a una correcta visualització del text és necessària la versió d' Adobe Acrobat Reader 7.0 o posteriors.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Misidáceos (Peracarida: Crustacea) asociados a fanerógamas marinas en el SE Ibérico

Memoria presentada por Carmen Barberá Cebrián para la obtención del grado de Doctora en Ciencias Biológicas por la Universidad de Alicante:

UNIVERSITAT D'ALACANT
CEDIP
16 ABR. 2002
301

Fdo. Carmen Barberá Cebrián

Directores de la Tesis

Fdo. Pablo Sánchez Jerez
Prof. Asociado
Facultad de Ciencias
Universidad de Alicante

Fdo. Alfonso Ramos Esplá
Prof. Titular
Facultad de Ciencias
Universidad de Alicante

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

A mi familia, que me han apoyado
siempre en todas mis "aventuras".

Agradecimientos

Intentando recordar cuando empezó esta locura me he dado cuenta de que han pasado más de ocho años (¡como pasa el tiempo...!) desde que Alfonso y Pablo, mis directores de tesis, me animaron a emprender este trabajo que, principalmente, me ha permitido aprender mucho sobre el mar y sobre todo conocer a gente estupenda y a buenos amigos. A ellos quiero agradecerles muy especialmente la confianza que han depositado en mí y su gran ayuda.

Alfonso siempre ha estado ahí apoyando este trabajo y en los últimos momentos me ha ayudado mucho en la redacción de la parte taxonómica de esta memoria. Además ha contando conmigo para otros proyectos, becas, colaboraciones, etc., que me han permitido compartir con él buenos momentos de trabajo en el mar. ¡Jamás he visto a nadie que disfrute tanto debajo del agua!. Muchas gracias por todo.

La mayor parte del desarrollo de esta tesis la he compartido con Pablo, desde el primer día de mar hasta la última hoja de este manuscrito. Su dedicación me ha resultado sorprendente y creo sinceramente que como director no podrías haberlo hecho mejor. Mis agradecimientos más sinceros. Te debo muchas botellas de vino del bueno. Pero lo más importante es que después de todo este tiempo he encontrado a un gran compañero y a un buen amigo, de los de toda la vida. Espero seguir compartiendo tu entusiasmo por el mar y la ciencia, pero sobre todo el merecido "bocadillo de anchoas con queso" después de una dura jornada en el mar... ¡que añoranza! ¿eh?.

He disfrutado mucho de este trabajo gracias también al compañerismo, a las risas, fiestas y muchas filosóficas conversaciones con la "buena gente" del laboratorio de Biología Marina: Sonia, Paqui, Just, Jose Luis, Carlos e Imène. Las recién llegadas Mercedes, Yolanda, Marta, Eva y Yosana. No puedo olvidarme de antiguos compañeros: Cristina, César, Patiño, Miguel, Miguel (objetor), Ana Seva, Ana Codina, Conchi, Jaume, Noe, Santi, Laura (la brasileña), Sandra, Isabel... seguro que se me olvida alguien. Pero a todos muchas gracias, alguno más que otro me habéis ayudado en el mar, con las muestras.... Especialmente quiero agradecer a Sonia toda su ayuda en las correcciones de esta memoria y en muchas otros proyectos. Además, el compartir espacio físico en el laboratorio contigo ha sido lo mejor para el tormento

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

de tener separar centenares de muestras... No olvidaré nunca tu gran demostración de amistad en todo este tiempo.

También quiero agradecer a la gente del Institut de Ecologìa Litoral el dejarnos utilizar su embarcación y otras instalaciones de la institución, así como su aportación a la colección de misidáceos examinados en esta tesis. En particular a David Gras por enseñarme los primeros pasos en la determinación de los misidáceos y al apoyo incondicional del Director Juan Guillén. Allí también hay buenos compañeros de trabajo: Ana Codina, Isabel, Jordi, Santi, Aurelio... y a Cristian Gomis, que me ayudó con la fotografía microscópica.

También han apoyado logísticamente el Club Náutico del Campello y todo el personal, que siempre nos facilitaron mucho el trabajo de "echar la barca al agua" e informarnos sobre el parte meteorológico de cada día. Aprovecho la ocasión para agradecerle a Jose Miguel (del Aeropuerto de Alicante) el facilitarme los datos sobre los "vientos y oleaje" de los años de muestreo. Y como no... los problemas con el ordenador los resolvió Alberto Verdú... ¡que paciencia, muchacho!

Resolver mis enormes dudas en relación a la determinación, así como la adquisición de material bibliográfico referente a la taxonomía de los misidáceos se lo debo a Marina (de la Universidad de Aveiro). También me ha facilitado muchas de las referencias bibliográficas Jean Claude Sorbe que además me animó mucho a seguir con este trabajo cuando lo conocí en el Congreso de Málaga. Muchas gracias por todo esto y por poner a mi disposición su experiencia en la estimación de la producción secundaria.

La parte de Ecotoxicología la he desarrollado contando también con la experiencia de un buen compañero y amigo de la Universidad de Murcia, Augusto César. Agradezco mucho tus consejos y las fiestas compartidas junto a los murcianicos Juanma y Charton.

Y todo este esfuerzo, especialmente en los últimos momentos, ha merecido la pena por poder compartir penas, alegrías y mucho vino con "el grupo": Gigi, Antonio, Mari Luz, Cristina, Silvia, Marcelo, Pablo, Jose Carlos, Fer, Carmen, Sergio, Juanma (mi vecino), Josi, Alfonso, Alma, Héctor... y también han apoyado moralmente Esti, la Joaqui, Ángeles, Carmen y Emi (COEPA) Alberto Verdú ... y seguro que muchos más.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

RESUMEN

Los misidáceos han colonizado una gran variedad de hábitats en el medio acuático continental y oceánico. En la zona litoral representa un componente principal del suprabentos, guardando una fuerte relación con el tipo de substrato. En el Mediterráneo, los misidáceos constituyen una fracción muy importante de la epifauna vágil ligada a fondos blandos someros asociados a fanerógamas marinas, como las praderas de *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa,* que constituyen uno de los ecosistemas más importantes del litoral. Estos hábitats son importantes tanto desde el punto de vista ecológico como económico, ya que albergan una gran diversidad de fauna y flora, con muchas especies de interés pesquero, y están declarados como hábitat de protección prioritaria. Los misidáceos representan un importante componente en estos ecosistemas ya que sus hábitos alimenticios, fundamentalmente detritívoros, sus migraciones verticales y horizontales y sus elevadas abundancias implican un flujo importante de materia y energía hasta niveles tróficos superiores. Sin embargo no existen estudios sobre su distribución, abundancia y producción secundaria en estos hábitats vegetados. El objetivo principal de la presente memoria ha sido aumentar el conocimiento sobre la taxonomía, biología y ecología de los misidáceos asociados a fanerógamas marinas.

El presente trabajo se desarrolló principalmente en fondos blandos someros de El Campello (Alicante), donde existe una pradera de *Posidonia oceanica* bien conservada que se extiende desde 5 hasta 22 m de profundidad. En la zona más superficial esta pradera se encuentra fragmentada por la coexistencia con praderas de *Cymodocea* y claros de arena. Se realizaron varios estudios, muestreando con la red de mano, en diferentes hábitats y profundidades. Para los tests en laboratorio se recolectaron misidáceos en praderas situadas a –6 m en el Cabo de las Huertas (Alicante). El método de muestreo resultó bastante eficaz, en comparación con otros estudios, aunque posiblemente subestima las especies más ligadas al rizoma o sedimento.

Este material recolectado, así como el obtenido con otros métodos de muestreo en diferentes localidades del Levante Ibérico, ha estado representado por 11 especies, de las cuales tres son endémicas del Mediterráneo Occidental. De las especies

identificadas, *Leptomysis posidoniae* se cita por primera vez en el Levante ibérico como una especie ligada a la presencia de praderas de *Posidonia oceanica*. Se ha configurado una clave dicotómica para la determinación de las especies encontradas, discutiendo los problemas taxonómicos para la determinación de la especie (Capítulo 3).

Siriella clausii, *Mesopodopsis slabberi* y *Anchialina agilis* fueron las tres especies de misidáceos asociados a praderas homogéneas de *Posidonia oceanica* (-16 m), de las cuales la primera dominó los poblamientos con una representación numérica del 94.4 % (Capítulo 4). La abundancia de misidáceos fue relativamente elevada durante todo el periodo de estudio (entre nov-95 y sept-96) con un valor medio de 92.07 ind/4m^2 y un máximo en invierno, que no fue estadísticamente significativo (ANOVA). El patrón temporal de la abundancia para *S. clausii* fue distinto según el sector de pradera estudiado, posiblemente relacionado con la distribución en mosaico a pequeña escala (100 m) de la especie principal. Sin embargo *M. slabberi* mostró sincronismo entre los tres sitios.

La evolución de la estructura poblacional de *S. clausii* fue similar en los tres sectores de pradera estudiados. Se observó una alta proporción de juveniles durante todo el año, especialmente en invierno y una reproducción continua de las hembras. Se definió a *S. clausii* como una especie univoltina a efectos de una estimación más conservadora de la producción, sin embargo es muy posible que presente más de una generación al año en sistemas templados. En los tres sitios se obtuvieron valores de producción de *S. clausii* muy similares, que oscilaron entre 17 y 50 m_{pslc}/m^2/año, dependiendo del método de cálculo: método de *Hynes*, modelos de *Morin-Bourassa* y de *Brey*. A pesar de la variabilidad entre métodos de cálculo, se puede observar que la producción de *S. clausii* en praderas de *Posidonia oceanica* mostró valores intermedios entre las altas producciones de especies estuarinas y de fondos fangosos y los misidáceos de fondos menos productivos como los batiales.

En el Capítulo 5, realizado en la misma área de estudio, se identificó la influencia de la fragmentación de la pradera de *P. oceanica* superficial (-10 m) sobre los poblamientos de misidáceos. La pradera superficial incrementa la heterogeneidad espacial al coexistir con fondos arenosos y praderas de *Cymodocea nodosa*. Los

resultados demuestran la fuerte relación de los misidáceos con el substrato, ya que determinadas especies aparecieron ligadas a un determinado tipo de hábitat. *Siriella clausii* dominó en *Posidonia*, *S. armata* en *Cymodocea*, *L. posidoniae* en borde de pradera de *Posidonia* y *Paramysis helleri* en arena. Los análisis multivariantes (MDS) de los datos mostraron que las diferencias en los poblamientos fueron muy importantes y persistentes en el tiempo y el espacio. Destacar la importancia del borde de la pradera como un hábitat frontera donde se concentran grandes enjambres de misidáceos, mayoritariamente de la especie *Leptomysis posidoniae*. En este hábitat se dio la mayor abundancia de misidáceos (87.15 ind/6m^2). C*ymodocea nodosa* fue el hábitat que mayor biomasa de misidáceos mantuvo en estos sistemas (17.11 $mg_{ps}/6m^2$). Remarcar que las menores abundancias y biomasas se dieron en la pradera homogénea de *Posidonia* (15.04 ind/6m2 y 2.74 $mg_{ps}/6m^2$).

Al comparar la estructura demográfica de las especies más abundantes en sus hábitats preferentes se encontraron ciertas diferencias (Capítulo 6). *L. posidoniae* y *Paramysis helleri*, cuyas poblaciones son dominantes en el borde de pradera y arena respectivamente, mostraron una alta proporción de juveniles en *Cymodocea,* hábitat donde también fueron muy abundantes.

Debido al futuro desarrollo de plantas desaladoras en el litoral mediterráneo, se planteó el estudio del impacto de los vertidos de salmuera sobre el misidáceo *Leptomysis posidoniae* mediante experimentos en condiciones de laboratorio (Capítulo 7). La importancia de esta especie en fondos blandos someros con fanerógamas marinas (principal comunidad afectada por esta actividad), unido a la abundancia y fácil capturabilidad de esta especie, motivó su elección como organismo para el test. Se aplicó un test de referencia con una sustancia cuyo efecto tóxico es conocido, sulfato de zinc, con la que se determinó la sensibilidad de este misidáceo mediterráneo. La mortalidad de *L. posidoniae* se incrementó conforme aumentó la concentración de Zn, validando su posterior utilización. Se realizaron experimentos previos de corta duración (dos días) que limitaron el rango de salinidad óptimo para el experimento en 60 ups. A partir de estos datos previos se realizó un experimento para comprobar el efecto combinado de la salinidad (control, 40, 45, 50, 55 y 60) y la temperatura (18, 23 y 28º C). Se demostró que la tolerancia de los misidáceos a salinidades altas disminuye con el

incremento de la temperatura y que en situación estivales puede darse una importante mortalidad a tan solo 40 ups. La magnitud del impacto va a depender de la capacidad de dilución del medio por el hidrodinamismo y de la distribución de las praderas de *Posidonia* y *Cymodocea*. Por lo tanto, parece que un vertido de salmuera, hasta niveles de dilución de 40 ups, puede suponer un severo impacto sobre la epifauna vágil asociada a *Posidonia oceanica,* sobre todo en condiciones estivales. Por otra parte, *L. posidoniae* ha resultado ser una buena especie para tests de ecotoxicología.

Aunque la riqueza específica de la taxocenosis de misidáceos es relativamente baja si la comparamos con otros grupos taxonómicos, representan una fracción muy importante de la epifauna móvil ligada a fondos blandos con fanerógamas marinas, en cuanto a su abundancia y biomasa. Es preciso realizar futuros estudios que determinen sus requerimientos ecológicos y su aportación a los flujo energéticos en estos ecosistemas, e incrementar el conocimiento sobre la relación entre la estructura de los poblamientos y diversos impactos ambientales.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

ÍNDICE

Página

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN GENERAL 1

1.1. IMPORTANCIA DE LOS MISIDÁCEOS EN LOS ECOSISTEMAS MARINOS 3

1.2. FANERÓGAMAS MARINAS EN FONDOS BLANDOS DEL MEDITERRÁNEO 4

1.3. FAUNA ASOCIADA A PRADERAS DE FANERÓGAMAS MARINAS: FACTORES QUE INFLUYEN EN SU DISTRIBUCIÓN 5

1.4. CARACTERÍSTICAS ADAPTATIVAS DE LOS MISIDÁCEOS EN RELACIÓN CON EL HÁBITAT 6

1.5. JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS Y ESTRUCTURA DEL ESTUDIO 9

Capítulo 2. MATERIAL Y MÉTODOS 13

2.1. ÁREA DE MUESTREO 15

2.1.1. Localización geográfica y características ambientales 15

2.1.2. Comunidades marinas y distribución de las praderas de Posidonia oceanica y Cymodocea nodosa 17

2.2. MÉTODOS DE MUESTREO 18

2.2.1. Método de muestreo seleccionado 18

2.3. TRATAMIENTO DE LAS MUESTRAS 20

2.4. ANÁLISIS DE LOS DATOS 21

Capítulo 3. TAXOCENOSIS DE LOS MISIDÁCEOS ASOCIADOS A FANERÓGAMAS MARINAS EN EL SE IBÉRICO 27

3.1. INTRODUCCIÓN 30

3.1.1. Caracterización del Orden Mysidacea 30

3.1.2. Sistemática del Orden Mysidacea 33

3.1.3. Antecedentes sobre los estudios de misidáceos asociados a fanerógamas marinas en el Mediterráneo 35

3.2. MATERIAL Y MÉTODOS 36

3.3. RESULTADOS 39

3.4. DISCUSIÓN 95

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Página

3.4.1. Discusión taxonómica 95

3.4.2. Taxocenosis de misidáceos asociados a fanerógamas marinas. 98

3.4.3. Cambios batimétricos 99

3.4.4. Leptomysis posidoniae Wittmann, 1986: primera cita para el Levante Ibérico 100

Capítulo 4. DINÁMICA POBLACIONAL DE LOS MISIDÁCEOS ASOCIADOS A *POSIDONIA OCEANICA* Y PRODUCCIÓN SECUNDARIA DE *SIRIELLA CLAUSII* G.O. SARS, 1877 103

4.1. INTRODUCCIÓN 106

4.2. MATERIAL Y MÉTODOS 108

4.2.1. Area de estudio 108

4.2.2. Caracterización de la pradera de Posidonia 108

4.2.3. Método de muestreo de misidáceos 109

4.2.4. Identificación y mediciones morfológicas 109

4.2.5. Cálculo de la producción secundaria 111

4.2.6. Análisis de los datos 113

4.3. RESULTADOS 114

4.3.1. Pradera de Posidonia oceanica 114

4.3.2. Cambios espacio-temporales en la abundancia de misidáceos 114

4.3.3. Relaciones alométricas 118

4.3.4. Estructura demográfica de la población 119

4.3.5. Reproducción y talla de cría 124

4.3.6. Ciclo de vida 125

4.3.7. Producción secundaria de Siriella clausii 125

4.4. DISCUSIÓN 127

4.4.1. Misidáceos asociados a praderas de Posidonia oceanica 127

4.4.2. Factores que pueden afectar a la dinámica poblacional de misidáceos 128

4.4.3. Heterogeneidad espacial y sincronismo entre poblaciones 129

4.4.4. Ciclo de vida de Siriella clausii 131

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Página

4.4.5. Producción secundaria de los misidáceos asociados a praderas de Posidonia oceanica 133

Capítulo 5. EFECTO DE LA FRAGMENTACIÓN DE LAS PRADERAS DE *POSIDONIA OCEANICA* SOBRE LOS POBLAMIENTOS DE MISIDÁCEOS 139

5.1. INTRODUCCIÓN 142

5.2. MATERIAL Y MÉTODOS 143

5.2.1. Área de estudio 143

5.2.2. Método de muestreo 144

5.2.3. Tratamiento de las muestras 144

5.2.4. Diseño muestral 144

5.2.5. Análisis de los datos 145

5.3. RESULTADOS 146

5.3.1. Cambios en las poblaciones de misidáceos según el hábitat 146

5.3.2. Cambios en la estructura de los poblamientos de misidáceos según el hábitat 153

5.4. DISCUSIÓN 157

5.4.1. Efecto de la fragmentación del hábitat en los poblamientos de misidáceos 157

5.4.2. Comparación de la composición de los poblamientos de misidáceos en distintos ecosistemas 158

5.4.3. Comportamiento de los misidáceos y características del hábitat 159

5.4.4. Aportación trófica de misidáceos de fondos someros 164

Capítulo 6. CAMBIOS EN LA ESTRUCTURA DEMOGRÁFICA DE LAS POBLACIONES DE MISIDÁCEOS EN RELACIÓN AL HABITAT 166

6.1. INTRODUCCIÓN 170

6.2. MATERIAL Y MÉTODOS 171

6.2.1. Material analizado 171

6.2.2. Determinación taxonómica, estructura demográfica y de tallas 172

6.2.3. Análisis de datos 173

6.3. RESULTADOS 173

Página

6.3.1. Relaciones alométricas Lt-Lc 173
6.3.2. Observaciones morfológicas y cambios en la estructura poblacional según el hábitat 173

6.4. DISCUSIÓN 180

Capítulo 7. EFECTO DEL VERTIDO DE SALMUERA DE PLANTAS DESALINIZADORAS SOBRE LA MORTALIDAD DE *LEPTOMYSIS POSIDONIAE* WITTMANN, 1986 185

7.1. INTRODUCCIÓN 188

7.2. MATERIAL Y MÉTODOS 190

7.2.1. Recolección e identificación de los misidáceos 190

7.2.2. Test de referencia con sulfato de zinc ($Zn\ SO_4$) 191

7.2.3. Test de salinidad y temperatura 192

7.2.4. Análisis estadísticos de los datos 193

7.3. RESULTADOS 193

7.3.1. Sensibilidad de L. posidoniae a la sustancia de referencia 193

7.3.2. Efecto combinado de la salinidad y temperatura 194

7.4. DISCUSIÓN 196

Capítulo 8. DISCUSIÓN GENERAL Y CONCLUSIONES 203

8.1. MISIDÁCEOS ASOCIADOS A FANERÓGAMAS MARINAS EN EL SE IBÉRICO 205

8.2. CONTRIBUCIÓN DE *SIRIELLA CLAUSII* EN LA PRODUCCIÓN SECUNDARIA EN PRADERAS DE *POSIDONIA OCEANICA* 207

8.3. IMPORTANCIA DE LOS FONDOS HETEROGÉNEOS Y HÁBITATS FRONTERA 209

8.4. LOS MISIDÁCEOS COMO ORGANISMOS EXPERIMENTALES EN TESTS DE ECOTOXICOLOGÍA 210

8.5. CONCLUSIONES 213

9. REFERENCIAS 213

Universitat d'Alacant
de Alicante

Capítulo 1.

INTRODUCCIÓN GENERAL

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

1.1. IMPORTANCIA DE LOS MISIDÁCEOS EN LOS ECOSISTEMAS MARINOS

Los misidáceos son crustáceos peracáridos de amplia distribución que ocupan ambientes acuáticos diversos (Tattersall y Tattersall, 1951; Mauchline y Murano, 1977; Alcaraz, 1986), incluidos ecosistemas de agua dulce, desembocaduras de ríos, estuarios, lagunas costeras, ambientes litorales y oceánicos, desde escasos centímetros de profundidad hasta 7210 m (Mauchline, 1980; Alcaraz, 1986; Voirecier, 1993; Mees *et al.,* 1993, 1994, 1995a; Cunha *et al.,* 1999).

Sin embargo el 95 % de las especies conocidas, 970 según Müller (1993), son estrictamente marinas y aproximadamente el 65 % de éstas ocupan la zona litoral (Tattersall y Tattersall, 1951; Mauchline y Murano, 1977), representando una parte destacable de los crustáceos del suprabentos (Ledoyer, 1962; Champalbert y Macquart-Moulin, 1970; Mauchline y Murano, 1977; Mees *et al.*, 1995a; Cunha *et al.* 1997; Munilla *et al.*, 1998; Vallet y Dauvin, 1998; San Vicente y Sorbe, 1999). La distribución espacial de los misidáceos en esta zona litoral es muy variable, abarcando un amplio rango de profundidades, donde muchas especies se sitúan en la capa inmediatamente superior al substrato, el resto en la superficie del sedimento y unas pocas especies son excavadoras (Mauchline, 1980).

La bibliografía existente sobre misidáceos ha tratado aspectos sobre su conducta, prestando especial atención a las migraciones nictemerales (Champalbert y Macquart-Moulin, 1970; Macquart-Moulin, 1985; Fosså, 1986; Bowers, 1988; Kaartvedt, 1989; Webb y Wooldridge, 1990; Andersen y Sardou, 1992; Sardou y Andersen, 1993) y a la estructura de enjambres (Wittmann, 1977; O'Brien y Ritz, 1988; O'Brien, 1989). Incluso se han realizado interesantes estudios que resaltan la potencialidad de estos crustáceos para su cultivo (Chaga y Karedin, 1981 y 1982; Salemaa y Hietalahti, 1993; Domingues *et al.,* 1999) y como bioindicadores de contaminación (Bigelow y Lasenby, 1991; Emson y Crane, 1994; McKenney y Celestial, 1994,1996; Langdon *et al.*, 1996; Morton *et al.,* 1997; Padma *et al.,* 1998; Pillard e*t al.,* 1999, 2000).

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

En general representan un esencial papel ecológico en los fondos blandos, ya que sus elevadas abundancias, sus hábitos alimenticios, mayoritariamente detritívoros, y su conducta migratoria suponen importantes flujos de producción secundaria verticales y horizontales (Mauchline, 1980; San Vicente y Sorbe, 1995; Cartes y Sorbe, 1999). En ambientes litorales, sobre todo en los que presentan vegetación sumergida, favorecen la transferencia de energía desde el detritus orgánico a niveles tróficos superiores como son los peces (Mauchline, 1980; Sorbe, 1981; Bell y Harmelin-Vivien, 1983; Dauvin, 1988; Edgar y Shaw, 1995; Martínez-Hernández, 1996; Hostens y Mees, 1999).

1.2. FANERÓGAMAS MARINAS EN FONDOS BLANDOS DEL MEDITERRÁNEO

Posidonia oceanica (L.) Delile ocupa extensivas áreas del Mediterráneo en fondos blandos, desde la superficie hasta más de 40 m de profundidad, dependiendo de la luz disponible e hidrodinamismo (Boudouresque y Meinesz, 1982; Romero, 1985; Sánchez-Lizaso, 1993). Estas praderas tienen una gran importancia ecológica al proporcionar mayor disponibilidad de hábitat para invertebrados y peces, incrementando la producción primaria y reduciendo el hidrodinamismo (Bouderesque *et al.,* 1994).

Por su importancia ecológica y económica ha sido definida como hábitat de protección prioritaria en la Comunidad Europea (Directiva 92/43 de la Unión Europea) y por el Plan de Acción para el Mediterráneo, dentro del Protocolo sobre zonas especialmente protegidas y la diversidad biológica en el Mediterráneo, de la Convención de Barcelona, 1995. También está protegida por la legislación francesa (Arrête du 19 Julliet, 1988), por la legislación autonómica de Cataluña (Orden de 31 de Julio de 1991, Conselleria d' Agricultura, Ramaderia i Pesca) y por la Comunidad Valenciana (Orden de 23 de Enero de 1992 de la Conselleria d'Agricultura y Pesca).

Posidonia oceanica coexiste en los fondos más someros con *Cymodocea nodosa* (Ucria), fanerógama que forma praderas más laxas y de reducida extensión en comparación con *P. oceanica* (Duarte y Sand-Jensen, 1990; Buia y Mazzella, 1991), con una gran importancia como hábitat para numerosos invertebrados (Sánchez-Jerez, *et al.*, 1999; Tuya *et al.*, 2001).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

1.3. FAUNA ASOCIADA A PRADERAS DE FANERÓGAMAS MARINAS: FACTORES QUE INFLUYEN EN SU DISTRIBUCIÓN

Numerosos trabajos sobre la fauna asociada a fanerógamas marinas remarcan la importancia de las características del hábitat creado por la vegetación respecto a fondos arenosos sin vegetación (Heck, 1977; Virnstein *et al.,* 1983; Heck *et al.,* 1989; Currás *et al.,* 1993; Sheridan, 1997). Está ampliamente demostrado que la presencia de macrófitos juega un importante papel como fuente de estructura del hábitat (Orth, 1992), que conduce a un aumento en la abundancia y diversidad de especies, especialmente de invertebrados (Stoner, 1980; Virnstein *et al.*, 1983; Orth, *et al.*, 1984; Heck *et al.,* 1989; Currás *et al.*, 1993; Hemminga y Duarte, 2000). La estructura de la comunidad de invertebrados que viven en substratos con vegetación difiere entre los tipos de macrófitos e incluso entre los diferentes tipos de fanerógamas presentes en una misma zona (Lewis, 1984; Stoner y Lewis, 1985; Lewis, 1987; Virnstein y Howard, 1987 a, b; Sánchez-Jerez *et al.*, 1999).

Por otra parte, la dinámica natural de la planta produce una serie de variaciones temporales a lo largo de un ciclo anual en las características estructurales del hábitat, influyendo en la fauna asociada (Schneider y Mann, 1991; Carr, 1994; Nelson y Virstein, 1995). Además debe tenerse en cuenta la evolución temporal de la comunidad de epífitos y detritus, fuente importante de alimento para los invertebrados asociados a las praderas (Ott y Maurer, 1977; Klumpp *et al.*, 1989; Edgar, 1990; Cebrián y Duarte, 2001). También hay que considerar que factores naturales, como por ejemplo el tipo de sedimento (Edgar y Shaw, 1993) y la profundidad (Mazzella *et al.,* 1989), pueden jugar un papel importante al modificar las características estructurales de la pradera y del hábitat y por lo tanto afectar a la comunidad de invertebrados asociados.

Diversas actividades humanas sobre el litoral, como el vertido de aguas residuales, las construcciones costeras, las regeneraciones de playa o la pesca de arrastre, están afectando a las praderas de *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa* (Bourcier, 1982; Ruiz *et al.,* 1993; Ardizzone y Pelusi, 1984; Sánchez-Lizaso *et al.,* 1990; Ramos-Esplá *et al.,* 1993; Hemminga y Duarte, 2000). Actualmente se están sumando nuevos impactos como es el vertido de salmuera procedente de instalaciones de desalación de agua de mar (Buceta *et al.*, 2001). Se ha comprobado que cambios en la complejidad de la pradera de *Posidonia* por factores

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

antrópicos, como es la pesca de arrastre, afecta a la composición de la epifauna asociada, especialmente a los peracáridos (Sánchez-Jerez y Ramos-Esplá, 1996, Sánchez-Jerez *et al.*, 2000). El vertido de salmuera procedente de plantas desaladoras en todo el litoral mediterráneo puede suponer un impacto de consecuencias aun desconocidas sobre las praderas de *Posidonia* y sus comunidades asociadas.

Como en la mayoría de sistemas bentónicos vegetados, en las praderas de fanerógamas marinas habitan numerosos crustáceos, representados por una amplia variedad de taxa (Gore *et al.*, 1981; García-Raso, 1990; Scipione *et al.*, 1996; Hemminga y Duarte, 2000). Aunque se considera a los misidáceos como una fracción muy importante de la epifauna vágil en praderas de *Posidonia oceanica* (Ledoyer, 1962; Mazzella *et al.*, 1989; Sánchez Jerez *et al.*, 1999), son escasos los estudios que hayan descrito la composición de los poblamientos de misidáceos ligados a praderas de fanerógamas marinas en el Mediterráneo (Băcescu, 1941; Maj y Taramelli, 1989; Wittmann, 2001) y no se han tratado los aspectos que influyen en su distribución. Sin embargo, si que se han tratado con cierto detalle los cambios espacio-temporales en la composición de los poblamientos de los misidáceos de playas en Cataluña (San Vicente y Sorbe, 1999; San Vicente y Munilla, 2000) y se ha estimado la producción secundaria de misidáceos en fondos sin vegetación y en profundidad (Cartes y Sorbe, 1999).

1.4. CARACTERÍSTICAS ADAPTATIVAS DE LOS MISIDÁCEOS EN RELACIÓN CON EL HÁBITAT

Los misidáceos, dentro de los crustáceos peracáridos, presentan unas características morfológicas y biológicas que implican un comportamiento muy peculiar como adaptación al medio. Estas características son muy importantes para entender los mecanismos que pueden influir en su distribución espacio-temporal en sistemas como son los fondos someros de fanerógamas marinas. Entre ellas podemos destacar las siguientes:

a) *Periodos larvarios no planctónicos*. Las hembras grávidas de los misidáceos, como peracáridos, transportan a los embriones y larvas en desarrollo en el marsupio. En la etapa *nauplius* pueden realizar cortas salidas al exterior del marsupio cuando tienen bien desarrollados los apéndices para la natación y los

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

órganos visuales (Tattersall y Tattersall, 1951; Mauchline, 1980). Esta prolongación de los cuidados parentales representa una buena estrategia para aumentar la supervivencia de los individuos (Wittmann, 1981). Cuando se liberan definitivamente, nadan junto a los adultos formando grupos dentro del enjambre y sólo cuando estos realizan migraciones verticales, se separan de ellos y permanecen cerca del fondo (Tattersall y Tattersall. 1951; Champalbert y Macquart-Moulin, 1970).

b) *Formación de enjambres.* Los misidáceos forman enjambres muy numerosos que guardan una fuerte relación con el hábitat. Los enjambres constituyen un grupo cerrado de individuos (normalmente de una especie aunque también pueden ser pluriespecíficos) que muestran una regular disposición espacial (distancia interindividual) y que guardan una estructuración interna en subenjambres por edad, especies, color, etc. (Wittmann, 1977). Estas formaciones representan un resultado evolutivo para incrementar el potencial de supervivencia, por la integración de movimientos ante un depredador y para maximizar la alimentación. La formación de enjambres está controlada por un efecto combinado del hábitat y de respuestas colectivas (Wittman, 1977; Fosså, 1986; O'Brien y Ritz, 1988; Ritz *et al.*, 1997; Ritz, 2000).

c) *Migraciones verticales y horizontales.* Se conoce por numerosos trabajos que muchas especies de misidáceos permanecen nadando cerca del fondo en las horas diurnas y al oscurecer realizan migraciones hacia la superficie, realizando migraciones verticales diarias como respuestas a cambios en la luminosidad. No obstante, estos comportamientos no siempre son constantes y la mayoría de especies de la familia Mysidae sólo reaccionan a estos estímulos durante el periodo reproductivo (Champalbert y Macquart-Moulin, 1970; Mauchline, 1980; Macquart-Moulin, 1985; Fosså, 1986; Andersen y Sardou, 1992; Sardou y Andersen, 1993). Se ha observado la realización de migraciones horizontales, que normalmente tienen lugar como respuesta a la temperatura y con relación al periodo reproductivo (algunas especies en invierno se mueven a aguas más litorales para la maduración sexual). También puede explicarse esta migración con relación al comportamiento trófico, emigrando a zonas de menos profundidad como respuesta a un incremento del fitoplancton (Kaartvedt, 1989; Webb y Wooldridge, 1990). Igualmente se ha observado que muchas especies colonizan la zona superficial durante el verano, cuando las condiciones hidrodinámicas son menos violentas (Mauchline, 1980; San Vicente y Sorbe,

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

1995) e incluso se segregan según categorías demográficas (San Vicente, 1993). Se ha comprobado experimentalmente que cambios en la temperatura del agua influyen en la orientación (geotaxia) y en las migraciones de los misidáceos (Bourdillon y Castelbon, 1983).

d) *Alta movilidad*. Los misidáceos, a diferencia de otros peracáridos, tienen una alta capacidad de natación. Durante el periodo diurno, cuando permanecen cerca del fondo, nadan constantemente formando enjambres con un alto grado de estructuración interna. Durante la noche, cuando emigran hacia las capas superficiales, el grado de agregación social y de movilidad disminuye (Champalbert y Macquart-Moulin, 1970; Mauchline, 1980). Tienen sensibilidad para detectar perturbaciones en las condiciones que les rodea (incluso fenómenos meteorológicos como tormentas) y reaccionan nadando más deprisa y escondiéndose entre la vegetación. Este es el llamado *mecanismo de escape*, que se produce por una flexión violenta del cuerpo, cuyo empuje lo desplaza a distancias considerables (Wittman, 1977; O'Brien y Ritz, 1988; O'Brien, 1989).

e) Comportamiento reotáxico. Los misidáceos responden a las corrientes, como se ha demostrado experimentalmente con algunas especies cavernícolas de misidáceos, la cuales reaccionan a fuertes corrientes (Crouau, 1985a,b).

a) *Sistema visual especializado*. Órganos fotorreceptores muy desarrollados y con un sistema visual adaptado a una natación en grupo (Tattersall y Tattersall, 1951; Nilsson y Modlin, 1994).

b) *Estatocisto*. Órgano de detección de la presión y equilibrio muy desarrollado, localizado en el endopodito, que les ayuda en la orientación y navegación. La composición mineralógica y química ha sido objeto de numerosos estudios que han servido para llegar a establecer relaciones taxonómicas y ecológicas entre especies (Ariani *et al.*, 1982, 1983 y 1993; Wittmann *et al.* 1990).

c) *Cambios de color.* Poseen una elevada capacidad para cambiar el color, adaptándose al medio donde viven. Estos cambios se producen modificando el grado de expansión y contracción de los cromatóforos, con una sustancia de color marrón oscuro o amarillento, que a veces puede ser reflectante. Estos cromatóforos pueden suponer una estrategia antidepredador o una señal óptica

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

para el reconocimiento interindividual en los enjambres (Tattersall y Tattersall, 1951; Mauchline, 1980).

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

1.5. JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS Y ESTRUCTURA DEL ESTUDIO

En varios trabajos se han estudiado las comunidades asociadas a praderas de *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa*, destacándose a los misidáceos como una de las fracciones más importantes de la epifauna vágil, con interesantes características ecológicas (Ledoyer, 1962; Mazzella *et al.,* 1989; Scipione *et al.,* 1996; Sánchez-Jerez, 1997). En otros estudios llevados a cabo en fanerógamas marinas no se refleja la importancia de los misidáceos quizás debido a que los métodos de muestreo no han sido adecuado para capturar estos animales (Currás *et al.*, 1993).

Los misidáceos, debido a su gran abundancia y a que son un recurso trófico básico en la dieta de muchos peces, cobran una gran importancia como productores secundarios en estos ecosistemas (Mauchline, 1980; Bell y Harmelin-Vivien, 1983; Martínez-Hernández, 1996; Sánchez-Jerez, 1997). Sin embargo, en el Mediterráneo, los trabajos que existen sobre misidáceos ligados a praderas de fanerógamas marinas son escasos (Maj y Taramelli, 1989; Wittmann, 2001). Particularmente no existe información sobre la variación espacio-temporal de sus poblaciones, su distribución espacial y su aportación a la producción secundaria en estas comunidades, algo que si se ha estudiado para otros tipos de hábitats (San Vicente y Sorbe, 1999; San Vicente y Munilla, 2000).

Por lo expuesto anteriormente, se planteó la realización del presente trabajo con el fin de contribuir a un mejor conocimiento de la taxocenosis de los misidáceos asociados a fondos blandos con praderas de *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa*, profundizando en el conocimiento sobre la riqueza de especies, su abundancia, biomasa y estructura poblacional en referencia al tipo de hábitat existente y la aportación trófica medida como producción secundaria. En el último capítulo se consideró el interés de estimar el posible impacto sobre las poblaciones de misidáceos de los vertidos de salmuera procedentes de plantas desalinizadoras, ya que este tipo de vertidos van a proliferar en un futuro inmediato en las costas mediterráneas.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Por lo tanto, los objetivos específicos de los diferentes capítulos que estructuran el presente trabajo han sido:

1. Describir la taxocenosis de misidáceos asociados a fondos someros con fanerógamas marinas en el SE Ibérico (Capítulo 3).

2. Establecer la dinámica espacial y temporal de las poblaciones de misidáceos en praderas de *Posidonia oceanica* (Capítulo 4).

3. Estimar la producción secundaria de misidáceos asociados a *Posidonia oceanica,* concretamente de la especie más abundante: *Siriella clausii* (Capítulo 4).

4. Identificar la relación entre la fragmentación de la pradera de *Posidonia oceanica* y los cambios en la estructura de los poblamientos de misidáceos (Capítulo 5).

5. Determinar si existen cambios en la composición estructural de las poblaciones de misidáceos con relación a su distribución espacial en diferentes hábitats (Capítulo 6).

6. Evaluar el impacto del vertido de salmuera sobre las poblaciones de misidáceos mediante tests en laboratorio (Capítulo 7).

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Volver al índice/Tornar a l'índex

En la presente memoria se incluyen los siguientes trabajos que han sido enviados para su publicación o han sido ya aceptados en coautoría con P. Sánchez Jerez, J. L. Sánchez Lizaso y A.A. Ramos Esplá:

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Barberá Cebrián, C., P. Sánchez Jerez y A. A. Ramos Esplá. 1997. Selección de hábitat de los misidáceos asociados a fanerógamas marinas. *Public. Espec. Inst. Esp. Ocean* .23: 235-242.

Barberá Cebrián, C., P. Sánchez Jerez y A. A. Ramos Esplá. (en presa). Misidáceos asociados a fanerógamas marinas en el SE Ibérico. *Public. Espec. Inst. Esp. Ocean.*

Barberá Cebrián, C., P. Sánchez Jerez y A. A. Ramos Esplá. (en prensa). Fragmented seagrass habitats on Mediterranean coast and distribution and abundance of mysid assemblages. *Marine Biology.*

Barberá Cebrián, C., P. Sánchez Jerez y A. A. Ramos Esplá. (enviado). Spatial and temporal patterns of mysids associated to *Posidonia oceanica* meadows. *Journal of Marine Biological Association of UK.*

Barberá Cebrián, C., P. Sánchez Jerez y J. L. Sánchez Lizaso. 2001. Mortalidad del misidáceo mediterráneo *Leptomysis posidoniae* Wittmann, 1986 (Mysidacea, Crustacea) por el efecto combinado de salinidad-temperatura. En: La desalación y reutilización del Siglo XXI. Proceeding del II Congreso Nacional AEDYR.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Capítulo 2.

MATERIAL Y MÉTODOS

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2. 1. ÁREA DE MUESTREO

2.1.1. Localización geográfica y características ambientales

La zona de estudio se ubica en el término municipal de El Campello (Alicante, SE Ibérico), quedando englobada entre los puntos conocidos como La Coveta Fumà (38º26'14"N, 00º20'03"W) y El Carritxal (38º29'02"N, 00º17'52"W) a lo largo de unos 6.8 km del litoral. Los ejemplares utilizados en los tests del capítulo 7 se obtuvieron en el Cabo de las Huertas (38º24'02"N, 00º21'09"W), en el término de Alicante, por ser una zona más cercana al laboratorio con una gran abundancia de misidáceos (Fig. 2.1).

Por su situación geográfica ambas localidades pertenecen al clima templado mediterráneo, dentro del sector semiárido del SE ibérico, que se caracteriza por las altas temperaturas, veranos cálidos y secos e inviernos suaves. Las precipitaciones son escasas (apróx. 300 mm anuales) y de carácter esporádico y torrencial, concentrándose en otoño y primavera. Las características pluviométricas condicionan que, en general, los cauces existentes sean del tipo ramblas secas o barrancos, como es el Barranco de Aguas y el Barranco del Carritxal, que arrastran muy esporádicamente materiales que depositan en la orla litoral (López Gómez y Roselló Verger, 1978).

El sedimento se encuentra integrado por elementos finos no consolidados (gravas, arenas gruesas, arenas medias, arenas finas y fangos) que disminuyen su tamaño al aumentar la profundidad. Se caracterizan por presentar un bajo contenido en cuarzo y unos elevados porcentajes de restos bioclásticos calcáreos. Hasta los 27-29 m de profundidad aparecen sedimentos finos, con arenas medias y finas. A partir de esta profundidad predominan sedimentos con alto contenido en fangos (Ramos-Esplá *et al.*, 1990).

Las características oceanográficas indican que se trata de aguas de carácter templado-cálidas, oligotróficas y bien oxigenadas, sin síntomas de contaminación por vertidos urbanos ni de otra índole. La temperatura medida en cada sitio y periodo de muestreo osciló en las distintas estaciones, presentando un mínimo en

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

marzo con 13.5º C y un máximo con 21.5º C a principios de septiembre. La salinidad osciló entre 37 y 38 ups, incrementándose en 0.4 g/litro en profundidad. La concentración de oxígeno varió entre 7.5 y 9.5 mg O_2/litro. Los niveles de clorofila *a* son valores menores a 0.5 mg/m^3 (Gomis, 1996). Respecto al hidrodinamismo litoral, según datos del aeropuerto de Alicante y el análisis realizado por Ferrandis y Bartolomé (1985), el Levante (E) es el viento con mayor frecuencia, sin tener en consideración el régimen de brisas del período estival. Durante los meses invernales los vientos que predominan son el Poniente (W) y el Mistral (NW).

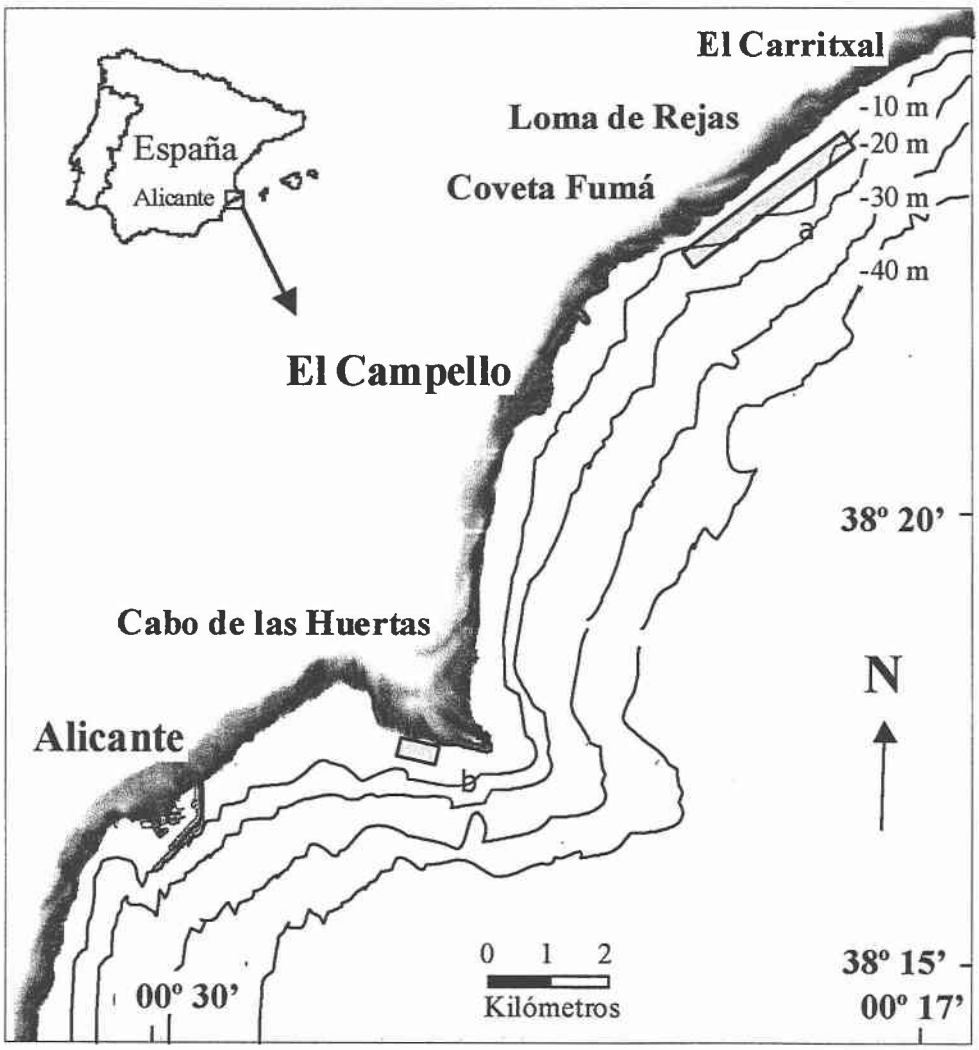


Fig. 2.1. Localización geográfica de las áreas de estudio: (a) sector Carritxal-Coveta y (b) Cabo de las Huertas.

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

2.1.2. Comunidades marinas y distribución de las praderas de Posidonia oceanica y Cymodocea nodosa

A partir de la cartografía bionómica realizada por Ramos *et al.* (1990) en el área de estudio (Fig. 2.2) se observa una distribución de distintas comunidades, que cambian con la profundidad y el tipo de substrato. En las zonas más superficiales de los sectores lindantes a los acantilados podemos encontrar fondos rocosos que se encuentran cubiertos por un conjunto de facies pertenecientes a la biocenosis de algas fotófilas de aguas limpias (Pérès y Picard, 1964). En los fondos blandos se da una predominancia de praderas de *Posidonia oceanica,* que crecen de forma continua, alternándose con claros de arena y praderas laxas de *Cymodocea nodosa* y *Caulerpa prolifera.*

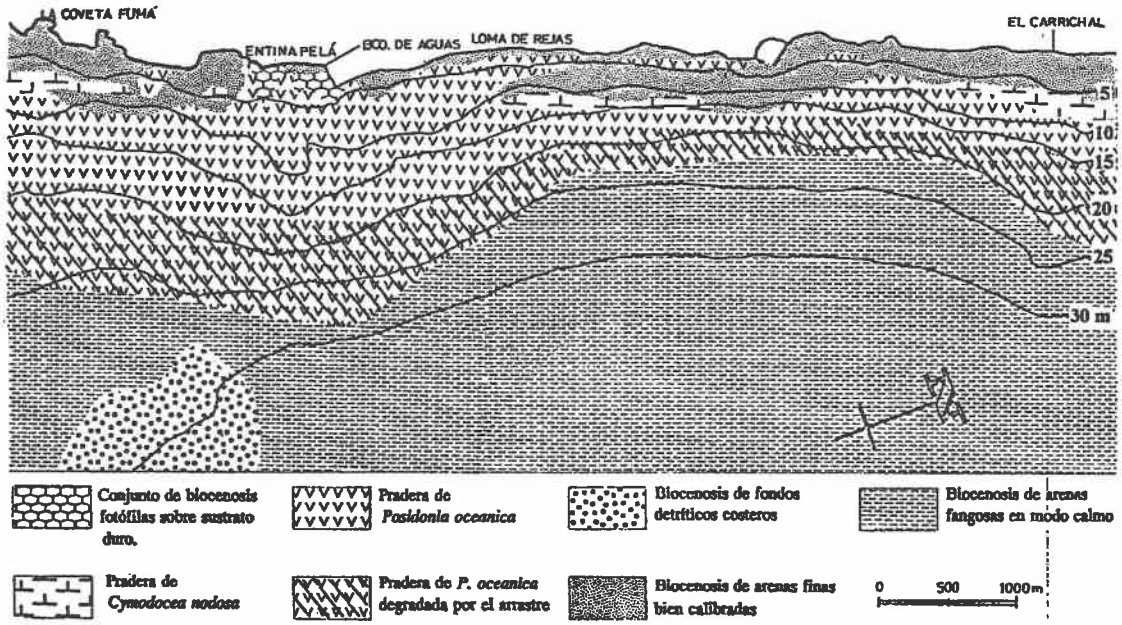


Fig. 2.2. Cartografía bionómica del área de estudio (Ramos-Esplá *et al.,* 1990).

Estas praderas de *Posidonia oceanica* cubren los fondos situados entre 2 y 25 m, llegando incluso a extenderse en su zona superficial a fondos de rocas con arenas. A partir de 25 m, debido principalmente al efecto de la pesca de arrastre (Sánchez-Lizaso *et al.*, 1990), la pradera deja paso a fondos fangosos que en algunos sectores cuenta con la presencia de comunidades de detrítico costero con el alga *Peysonnelia* spp. libre.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

El sector englobado entre el Barranco de Aguas-Lloma de Reixes-Carritxal es un enclave de alto interés desde el punto de vista de su conservación. La calidad del paisaje, de las aguas y la extensión de la pradera de *Posidonia* le confieren un especial valor ecológico y ambiental (Ramos-Esplá y Ferrandis, 1983). En la actualidad se ha asegurado su protección mediante la instalación de una arrecife artificial antiarrastre extensivo (Ramos-Esplá *et al.,* 1993), ya que los fondos que se extienden a partir de 18 m han sufrido una fuerte degradación por la pesca de arrastre (Sánchez-Lizaso *et al.,* 1990).

2.2. MÉTODOS DE MUESTREO

Tradicionalmente la macrofauna ha sido clasificada en las siguientes fracciones: 1) infauna (fauna ligada al seno del sedimento), 2) epifauna móvil o vágil (animales móviles de pequeño tamaño asociados a las hojas, sedimento, detritus o rizomas), 3) epifauna sésil (animales sésiles asociados a hojas, sedimento, detritus o rizomas), 4) fauna epibentónica (fauna de mayor tamaño que se desplaza entre sectores de praderas). Esta clasificación de la fauna es a menudo una cuestión de conveniencia del muestreo, más que representar una frontera biológica verdadera (Howard *et al.*, 1989).

El presente estudio se centró en la comunidad de misidáceos perteneciente, en su mayor parte, a la epifauna vágil que vive en relación con el estrato foliar y la parte superior de los fondos arenosos. Se limitó el estudio a esta fracción debido a que los misidáceos relacionados con el estrato foliar deben estar más fuertemente influenciados por la estructura del hábitat proporcionado por la pradera y a que son más importantes como recurso trófico que otras fracciones de la epifauna más ligada al sedimento y a la infauna (Penhale, 1987). El rango de tamaño abarcado fue a partir de 300 µm, que incluyen los estados juveniles y larvarios de todas las especies de misidáceos de estos fondos.

2.2.1. Método de muestreo seleccionado

Las técnicas de muestreo de invertebrados bentónicos ligados a fanerógamas marinas son muy variadas y cada uno de ellas está diseñada para capturar un determinado componente de la fauna asociada a estas plantas. La imagen que se obtenga de la comunidad varía mucho según el método escogido

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

(Gray y Bell, 1986). En la literatura sobre el tema se pueden destacar varias revisiones sobre métodos de muestreo existentes (Heck y Wilson, 1990) y comparaciones sobre su eficacia para la estima de abundancia y riqueza de especies (Lewis y Stoner, 1981; Sergeev *et al.,* 1988; Loneragan *et al.*, 1995), así como el cálculo coste/beneficio (Ferraro *et al.*, 1989). Una revisión de los diferentes tipos de muestreo está recogida en el trabajo de Sánchez-Jerez (1997).

Indudablemente el muestreo de los misidáceos asociados a praderas de *Posidonia* es difícil debido a la enorme habilidad de estos crustáceos para la natación y las reacciones de escape. La propia estructura vegetal, dependiendo del método empleado, pueden suponer un impedimento físico a la captura y facilitar el que se refugien entre la vegetación. En la bibliografía existente sobre misidáceos se ha utilizado sobre todo dragas de arrastre sobre el fondo, trineos suprabentónicos y redes de plancton (Mauchline y Murano, 1977; Mauchline, 1980). Se ha innovado la metodología mediante la utilización de trineos suprabentónicos con varias redes superpuestas en vertical, que se cierran automáticamente para la captura de misidáceos de profundidad (Sorbe, 1983). El empleo de estos métodos, dragas de arrastre y trineos suprabentónicos, se consideraron inapropiados, por la dificultad de usarlos en *Posidonia* y por la falta de precisión con respecto a la escala de trabajo planteada en los diferentes experimentos. Por supuesto, las redes de plancton no son eficaces en la captura de individuos asociados al substrato. Cualquier otro método comúnmente utilizado, como la bomba de succión (Stoner, 1983; Sánchez-Jerez y Ramos-Esplá, 1996), la obtención de nucleadores (Lewis y Stoner, 1981; Penhale, 1987) o la draga *Van Veen* (Currás *et al.*, 1993), pueden provocar el escape de la mayoría de individuos durante el proceso de toma de la muestra. Además el tamaño de la unidad muestral empleada con estos métodos es probablemente menor a la escala de la agregación de los misidáceos, lo que puede producir una gran varianza en la estima de la densidad (Andrew y Mapstone, 1987).

Por la experiencia obtenida en trabajos preliminares y basándose en la bibliografía existente se escogió una modificación del *método de la red de mano* definido por Russo *et al.* (1984, 1991). El método ha sido utilizado con éxito por varios autores para el muestreo de fauna asociada al estrato foliar de las praderas de fanerógamas (Ledoyer, 1962; Wittmann, 1981; Scipione y Fresi, 1984, Mazzella *et al.*, 1989; Gambi *et al.*, 1992; Sánchez-Jerez, 1997; Wittmann, 2001).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

La red de mano consta de un cuadro de 40x20 cm, con un mango de un metro, en el que se ajusta una red de 60 litros de volumen, con una bolsa recolectora al final de una luz de malla de 300 µm (Fig. 2.3). En el método descrito por Russo *et al.* (1984 y 1991), las muestras se obtienen realizando un total de 50 pasadas o "golpes de manga" de unos 60 cm sobre la pradera, capturando los invertebrados, con lo cual se trata de un método semicuantitativo. Por ello se introdujo una modificación, muestreando una longitud fija, definida por una cinta métrica, consiguiendo así muestras cuantitativas al conocer la superficie muestreada (Sánchez-Jerez, 1997).

La red se arrastra vigorosamente sobre la pradera en un ángulo de unos 20º respecto a la horizontal, a lo largo de un transecto paralelo a la cinta métrica, para evitar el posible efecto de ésta. La bolsa colectora se cierra en inmersión, con los individuos capturados, y se puede replicar el muestreo sin necesidad de subir a la embarcación. En el caso de muestreo sin vegetación la red se arrastró igualmente sobre el sedimento, a una altura aproximada de 2 cm sobre el mismo, asegurándose la captura de los misidáceos que pudiesen estar más cerca del substrato debido al habitual mecanismo de protección ante perturbaciones.

Los muestreos fueron realizados en inmersión mediante equipo autónomo, de día (11:00 h - 15:00 h), pues es en este período durante el cual la mayoría de misidáceos se encuentran más íntimamente ligados al substrato, ya que parte de los misidáceos migran a las capas superficiales durante la noche (Macquart-Moulin, 1985).

2.3. TRATAMIENTO DE LAS MUESTRAS

Respecto al tratamiento de las muestras, éstas se transportaban sumergidas en agua de mar en las bolsas de malla que se utilizaban para la recolección y eran fijadas en el laboratorio con formaldehído al 4 % con agua de mar. Siempre que fue posible se determinaron al nivel de especie todos los individuos capturados, bajo la lupa binocular y siguiendo los siguientes trabajos: Tattersall y Tattersall (1951), Labat (1953), Wittmann (1986 a y b, 1992). En el capítulo 7 se plantearon experimentos que requerían mantener los misidáceos vivos en el laboratorio. También se obtuvieron mediante red de mano, pero la metodología y tratamiento de las muestras utilizada para estos experimentos se detalla en el capítulo correspondiente.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Fig. 2.3. Método de muestreo de la red de mano, empleado sobre una pradera de *Cymodocea nodosa* en el Carritxal, -12 m. Se puede apreciar la bolsa recolectora.

2.4. ANÁLISIS DE LOS DATOS

Para el análisis de los datos se han empleado fundamentalmente dos métodos: a) método univariante mediante técnicas de análisis de la varianza respecto a la abundancia poblacional y b) método multivariante mediante técnicas no paramétricas de escalamiento multidimensional, respecto a los cambios en la estructura de la comunidad.

a) Análisis de la varianza

Para el análisis univariante de los datos se utilizaron las técnicas de análisis de la varianza (ANOVA). En particular se emplearon modelos mixtos de ANOVA donde se incluyen factores fijos y al azar. También se tuvo en consideración la inclusión de factores anidados diferenciándolos de los factores ortogonales. Estos aspectos en la calificación de los factores de experimentación son muy importantes

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

y todo investigador debe considerarlo *a priori* para poder interpretar legítimamente los resultados (Underwood, 1981; Bennington y Thayne, 1994), ya que afecta considerablemente al cálculo de los F-ratios y por lo tanto a la toma de conclusiones. Estos factores anidados son importantes para identificar patrones espaciales a diferentes escalas y/o para obtener una correcta replicación espacial que permita generalizar los resultados (Underwood, 1997).

Para utilizar las técnicas de análisis de la varianza los datos deben cumplir una serie de supuestos:

1. Independencia de datos. Representa uno de los principales problemas en los diseños experimentales y tiene importantes consecuencias en la interpretación de los resultados (Underwood, 1981; Hurlbert, 1984). Es difícil contrastar si existe o no independencia de los datos pero la mejor manera es evitar el problema en la planificación y ejecución del muestreo, obteniendo datos independientes. En el planteamiento de los muestreos se tuvo en consideración este problema, intentando obtener las muestras de una forma independiente con relación a la biología del sistema estudiado y no producir correlaciones estadísticas. Por ejemplo, al buscar los cambios en los poblamientos de misidáceos en relación al hábitat, la independencia de los datos se consiguió al muestrear en cada tiempo en tres sitios diferentes para cada hábitat, seleccionados al azar.

2. Homogeneidad de varianzas. Este supuesto es uno de los más importantes debido a que por definición solo se puede utilizar el test estadístico F en el contraste de la hipótesis nula si las poblaciones tienen varianzas similares. Al respecto, antes del análisis de los datos se comprobó la homogeneidad de varianzas mediante el test de Cochran, el cual usa como test estadístico de la relación entre la varianza mayor y la suma de las varianzas muestreadas:

$$\text{Test de Conchran, } C = \frac{\text{mayor } s_i^2}{\sum_{i=1}^{a} s_i^2}$$

donde s_i^2 es la varianza estimada en las muestras de la población. Si el test de Cochran es significativo existe un serio problema potencial para realizar el análisis de la varianza, ya que incrementa el error de tipo I en el análisis de muestras balanceadas y puede aceptar resultados no significativos como ciertos. En tal caso

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

se aplicó una transformación de los datos mediante $\sqrt{x+1}$ o Ln(x+1). Si no se consiguió de esta forma varianzas homogéneas se utilizan los datos originales pero se contempló un nivel de significación de 0.01 para evitar error de tipo I. De todas formas, en estudios con muestreos considerables y debido a la robustez de ANOVA, la validez del test y las probabilidades asociadas con la F no son muy afectadas (Underwood, 1997).

3. Normalidad de los datos en cada distribución. Aunque es necesario para la construcción de la distribución del test estadístico, no es muy importante, incluso en casos con replicación baja. El análisis de la varianza es bastante robusto a la no normalidad, no afectando al resultado y a la interpretación de los resultados (Underwood, 1981 y 1997).

b) Test de comparaciones múltiples

Cuando se encontraron diferencias significativas en las variables examinadas (abundancia y/o biomasa de misidáceos) respecto al factor considerado, se utilizó un test de comparaciones múltiples para identificar la hipótesis alternativa definida *a posteriori*. Se aplicó el procedimiento de *Student-Newman-Keuls* (SNK), el cual es una extensión secuencial del t-test (Underwood, 1981).

c) Análisis multivariante no paramétrico de escalamiento multidimensional (nm MDS).

Como método de análisis multivariante se escogieron las técnicas no paramétricas de escalamiento multidimensional (*non metric-Multi Dimensional Scaling*; desde ahora MDS). El método fue desarrollado por Sheppard (1962) y Kruskal (1964) pero su uso ha sido ampliamente generalizado a partir del paquete estadístico *PRIMER* (*Plymounth Routines in Multivariate Ecological Research*) del Laboratorio de Biología Marina de *Plymouth* (Inglaterra). Un creciente número de publicaciones demuestra su aceptación como una herramienta en el análisis de cambios en comunidades marinas (p.ej. Warwick *et al.*, 1990; Connolly, 1994; Somerfield *et al.*, 1994).

La principal ventaja de este tipo de análisis frente a los análisis multivariantes paramétricos es la falta de asunción de un modelo estadístico para

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

su empleo a diferencia de estos últimos que están basados en la existencia de relaciones lineares o normalidad en los datos. En el trabajo de Legendre y Legendre (1983) se recapitularizan las bases matemáticas del MDS y Clarke (1993) define la mejor estrategia en la ejecución de este tipo de análisis respecto a la selección de los diferentes tipos de técnicas de agrupamientos e índices de similitud.

Siguiendo las recomendaciones citadas por Clarke y Warwick (1994 a, b) se calculó la matriz de similitud entre muestras para las abundancias y/o biomasas de las especies de misidáceos utilizando el coeficiente de *Bray-Curtis* con la transformación doble cuadrática de los datos, calculando el *cluster* jerárquico por *group-average*. La transformación de los datos se realizó para incrementar la importancia de especies más escasas en el análisis.

A partir de estas matrices de similitud se emplearon las siguientes aplicaciones del *PRIMER*:

1. CLUSTER: produce un dendrograma jerárquico aglomerativo con la entrada de la matriz de datos de similitud (Clarke y Warwick, 1994 a,b)

2. MDS: crea una ordenación de las muestras en un pequeño número de dimensiones (generalmente dos) por un proceso interactivo de minimización del *stress* de la representación gráfica de los puntos. El *stress* es el cálculo de la diferencia entre las distancias de los puntos en la matriz original y las correspondientes distancias entre puntos en la ordenación final. Para una correcta interpretación de la representación, el *stress* debe oscilar entre 0 (completamente ajustada) y 0.2 (mínima posibilidad de definir relaciones entre las muestras). Valores mayores de *stress* se corresponden con distribuciones al azar de las muestras dentro de la ordenación (Didby y Kempton, 1987, Clarke, 1993).

3. ANOSIM (Análisis de similitud): contrasta una hipótesis definida *a priori* entre grupos de muestras utilizando métodos de permutaciones múltiples al azar en la matriz de similitud (Clarke, 1993).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

4. SIMPER (Porcentajes de similitud): determina la importancia relativa de cada una de las especies en la disimilitud entre grupos de muestras, o similitud entre las réplicas de cada grupo de muestras (Clarke, 1993).

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Capítulo 3.

TAXOCENOSIS DE LOS MISIDÁCEOS ASOCIADOS A FANERÓGAMAS MARINAS EN EL SE IBÉRICO

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

3. TAXOCENOSIS DE LOS MISIDÁCEOS ASOCIADOS A FANERÓGAMAS MARINAS EN EL SE IBÉRICO

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

RESUMEN: La falta de estudios descriptivos sobre la composición de misidáceos asociados a fondos blandos someros con fanerógamas marinas en el Mediterráneo, unido a la importancia de estas comunidades motivó la realización del presente estudio descriptivo, considerando que puede ser de gran utilidad como fuente de información para estudios posteriores. Se realizó la descripción de la taxocenosis de misidáceos asociados a fondos blandos con fanerógamas marinas en el Sudeste Ibérico y se recopiló la información sobre la autoecología, biogeografía y distribución de las especies identificadas, haciendo hincapié en los problemas taxonómicos para su identificación. La información se sintetizó en una clave dicotómica para la determinación de las especies más comunes en este tipo de fondos. La taxocenosis de misidáceos asociados a fondos blandos con fanerógamas marinas en el SE ibérico presentó 11 especies, de las cuales 3 son endémicas del Mediterráneo Occidental (*Leptomysis posidoniae, L. buergii* y *Paramysis helleri*) y el resto se distribuyen también en el Atlántico (*Siriella clausii, S. armata, Anchialina agilis, Gastrosaccus* sp., *L. lingvura, Mysidopsis gibbosa* y *Mesopodopsis slabberi*) de las cuales 3 también se han localizado en el Mediterráneo Oriental (*S. clausii, L. lingvura* y *M. slabberi*). Se observaron cambios tanto en la riqueza como en la composición específica con la profundidad y con el tipo de hábitat, mientras que fue relativamente constante estacionalmente. Respecto a la comparación con otras zonas geográficas, todas las especies que componen la taxocenosis de fondos blandos de fanerógamas marinas en el SE Ibérico se asocian a este tipo de fondos en otras áreas geográficas del Mediterráneo, con la adición de otras especies frecuentes como: *Siriella gracilipes, S. caltellabatensis, S. jaltensis, Anchialina oculata, G. sanctus, Leptomysis truncata, L. mediterranea, Mysidopsis augusta, Mesopodopsis aegyptia* y *Paramysis arenosa*. No se han capturado especies de los géneros: *Hemimysis, Heteromysis, Diamysis* y *Paraleptomysis,* frecuentes en otros estudios, pero es necesario un mayor esfuerzo de muestreo en este sector geográfico.

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

3.1. INTRODUCCIÓN

3.1.1. Caracterización del Orden Mysidacea

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Los misidáceos son artrópodos del Subfilum Crustacea que pertenecen a la Clase Malacostraca (Bowman y Abele, 1982) y dentro de esta al superorden o división Peracarida Calman (1904), que comprende cinco órdenes: Cumacea Krøyer, 1846; Tanaidacea Hansen, 1895; Mysidacea Bosas, 1883; Isopoda Latreille, 1817 y Amphipoda Latreille, 1816.

Estos invertebrados presentan las características morfológicas y adaptativas que definen a los peracáridos (Dahl, 1983; Watling, 1983; Nieto y Mier, 1985) y normalmente se trata de crustáceos de vida vágil, que en algunos casos muestran una natación muy activa. Dichas características morfológicas son las siguientes (Tattersall y Tattersall, 1951; Mauchline, 1980; Alcaraz, 1986) (Fig. 3.1):

- Tamaño comprendido entre 3 y 180 mm, la mayoría entre 5 y 25 mm. Suelen tener un cuerpo blando y poco calcificado. Algunos armados de espinas o cubiertos de pequeñas escamas.

- Caparazón bien desarrollado, que cubre casi todo el tórax lateralmente, dejando uno o dos somitos al descubierto. La parte anterior forma un rostro más o menos prolongado y en la parte posterior normalmente posee una escotadura.

- El tórax posee ocho segmentos y el abdomen seis. Este último es alargado y en la mayoría de las especies se curva regularmente adquiriendo una característica forma sigmoide.

- El marsupio de las hembras esta compuesto, en la mayoría de misidáceos, de dos o tres lamelas, pero puede estar formado por siete en las especies más primitivas. El número de embriones que puede albergar varía según las especies y la talla de la hembra, la estación del año y la temperatura. Su número suele oscilar entre 2 y 40 embriones/marsupio (Mauchline, 1980).

- Los ojos son pedunculados y móviles en la mayoría de las especies. La longitud es variable y en algunas especies como *Mesopodopsis slabberi* es

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

especialmente largo. El pigmento ocular es normalmente negro en las especies litorales, rojo o dorado en especies de aguas profundas. En *Anchialina agilis,* una de las especies presentes en este estudio, es dorado brillante.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

- Las anténulas y antenas poseen dos ramas (Fig. 3.2 a y b). El flagelo externo de la anténula es más largo y en los machos está más desarrollado. En la base de este presenta un lóbulo con numerosas setas (*lobus masculinus* o apéndice masculino) que cumple las funciones de receptor químico (Fig. 3.2 c).

- El exopodio (o rama externa) de la antena posee forma de escama plana siendo una de los elementos morfológicos que se utilizan para la determinación de especies (Fig. 3.2).

- Los pleópodos son rudimentarios en la hembra y los machos presentan el tercero o el cuarto, o ambos, modificados para cumplir una función sexual. Las diferencias en estos pleópodos se utilizan como carácter de identificación de especies.

- En la parte posterior del cuerpo se encuentra el abanico caudal, de gran importancia en la natación y en las reacciones de huida, que está compuesto por el telson y los urópodos (Fig. 3.1). El telson posee formas variadas y puede estar más o menos armado de espinas. Es un carácter fundamental para la identificación de especies.

- Los urópodos están formados por dos ramas aplanadas, siendo la interna o endopodio la que contiene el estatocisto. Esta es una de las característica presentes en todos los misidáceos, excepto en el Suborden Lophogastrida y la Familia Petalophthalmidae. El estatocisto consiste en una invaginación del tegumento, formando una cámara cerrada comunicada con el exterior a través de estrechas fisuras, que contiene unas partículas (estatolitos) situadas sobre un grupo de setas, que se comunican con un nervio. Es un órgano de control del equilibrio y la presión, y por lo tanto la profundidad, al desplazarse verticalmente en la columna de agua.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

- Además de las setas sensoriales con funciones olfativas presentes en la base de las anténulas (mucho más desarrollados en los machos),en algunas especies hay un rudimentario órgano auditivo.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

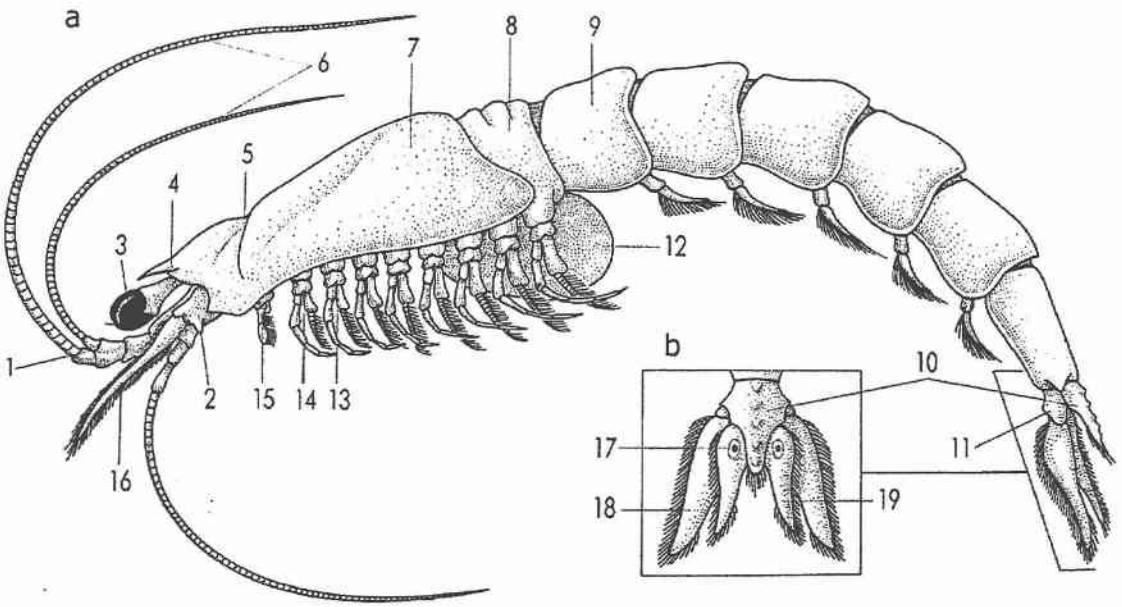


Fig. 3.1. (a) Esquema general de un misidáceo y (b) detalle del abanico caudal: 1. anténula, 2. antena, 3. ojo, 4. rostro, 5. surco cervical, 6. flagelos antenulares, 7. caparazón, 8. octavo segmento del pereion, 9. primer segmento del pleon, 10. telson, 11. urópodo, 12. marsupio u oostegita, 13. primer par de pereiópodos, 14. maxilípedo, 15. mandíbula, 16. escafocerito, 17. estatocisto, 18. exopodio, 19. endopodio (Según Alcaraz, 1986).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

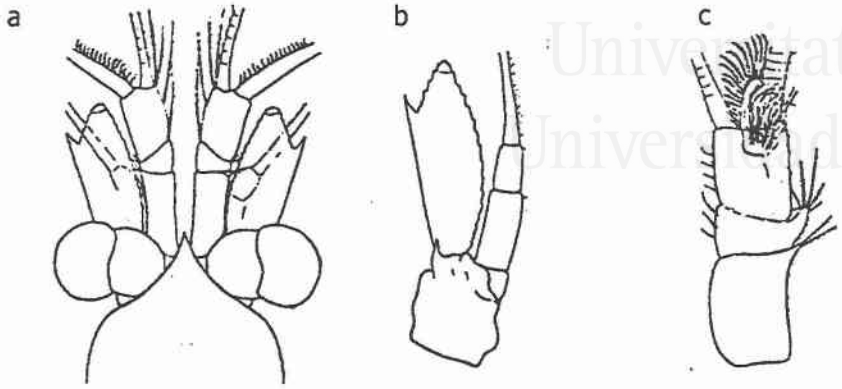


Figura 3.2. Detalle de la región cefálica de un misidáceo: (a) región cefálica, (b) antena y (c) apéndice masculino en la base de la anténula.

3.1.2. Sistemática del Orden Mysidacea

Los misidáceos se subdividen en dos subórdenes, Lophogastrida y Mysida, ambos representados en el Mediterráneo occidental, con las siguientes familias (Tattersall y Tattersall, 1951; Mauchline, 1980; Alcaraz, 1986):

- Suborden Lophogastrida
  - Familia Lophogastridae
  - Familia Eucopiidae
- Suborden Mysida
  - Familia Petalophthalmidae
  - Familia Mysidae
  - Familia Lepidomysidae
  - Familia Stygiomysidae

Las especies del suborden Lophogastrida muestran caracteres muy primitivos tales como: ausencia de estatocisto, cámara incubadora formada por 7 pares de lamelas, branquias ramificadas, caparazón grande y pleópodos adaptados a la natación. Las especies suelen ser oceánicas y de grandes profundidades (> 500 m). Están relativamente poco representados en el Mediterráneo con las especies: *Lophogaster typicus, L. affinis* y *Eucopia unguiculata.*

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

El suborden Mysida posee una mayor representación, que comprende el 95 % de las especies de misidáceos (Alcaraz, 1986), particularmente de la familia Mysidae. Poseen un caparazón más reducido y las hembras pleópodos rudimentarios y 2 ó 3 lamelas formando la cámara incubadora. Todos poseen estatocistos y suelen ser especies litorales y bentónicas.

Tattersall y Tattersall (1951) realizaron una recopilación taxonómica y biogeográfica de toda la información referente a especies de misidáceos de aguas británicas, que ha servido como base para la descripción y los trabajos de misidáceos de otras áreas geográficas. Merece destacarse el trabajo previo de Băcescu (1941) en aguas francesas del Mediterráneo. Posteriormente numerosos autores han realizado trabajos de revisión de la taxonomía de determinadas familias y géneros (p. ej.: Labat, 1953; Wittmann, 1986 a,b, 1992) describiendo especies nuevas. Toda esta información sobre la taxonomía y distribución de las especies descritas hasta el momento está actualizada en catálogos más o menos recientes (p. ej. Mauchline y Murano, 1977; Müller, 1993), aunque el número de especies nuevas se incrementa continuamente.

Según el catálogo de Mauchline y Murano (1977) y las adiciones y correcciones realizadas por Mauchline (1980), en el Mediterráneo se han descrito 97 especies de misidáceos, que se reducen a 58 si consideramos sólo la cuenca del Mediterráneo Occidental. Del total de misidáceos mediterráneos, unas 53 especies son endémicas, 37 son especies atlánticas, las cuales han penetrado por el estrecho de Gibraltar, y el resto (7 especies) proceden del Mar Negro o han entrado a través del Canal de Suez. Bases de datos más actuales, como el *Registro Europeo de Especies Marinas* (http://erms.biol.soton.ac.uk) recoge 199 especies de misidáceos citadas en aguas europeas, siendo 85 de distribución mediterránea, sin incluir las del Mar Negro. Wittmann (2001) ha realizado una de las revisiones más actuales de misidáceos del Golfo de Nápoles, a partir de la cual se contabilizan 98 especies citadas en el Mediterráneo. Este autor realiza un balance entre las especies que han sido descritas o citadas por primera vez y las que se han extinguido en los últimos 100 años. A la vista de las conclusiones de este trabajo se puede ver que los inventarios de misidáceos deben ser renovados constantemente, ya que por una parte surgen nuevas especies periódicamente y, por otra parte, los impactos antrópicos que se producen en la zona litoral (muy importantes en todo el Mediterráneo) provocan la desaparición de poblaciones restringidas a estos medios.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

3.1.3. Antecedentes sobre los estudios de misidáceos asociados a fanerógamas marinas en el Mediterráneo

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Una revisión de la información biogeográfica y bionómica de los misidáceos de distribución mediterránea destaca la importancia de este grupo ligado al hiperbentos de fondos blandos (Băcescu, 1941; Ledoyer, 1962; San Vicente y Sorbe, 1999; Wittmann, 2001), entre los que se incluyen praderas de fanerógamas marinas y playas arenosas. Su importancia ha motivado la realización de estudios descriptivos sobre la composición de la taxocenosis de misidáceos en playas catalanas (San Vicente y Munilla, 2000), al igual que se ha realizado para otros ambientes y regiones geográficas (Elizalde *et al.* 1991; Anadón, 1993; Cartes y Sorbe, 1995; Wittmann y Wirtz, 1998). En relación con los estudios sobre misidáceos asociados a praderas de fanerógamas, la información procede de estudios puntuales en aguas italianas (Maj y Taramelli, 1989; Wittmann, 1977; Wittmann, 2001) y aguas francesas (Ledoyer, 1962).

Además de esta reducida información en la descripción de los misidáceos asociados a fondos con fanerógamas marinas en el Mediterráneo, hay que añadir que los conocimientos relativos a la taxonomía de este grupo en dicho mar se encuentran dispersos y son relativamente escasos. Por ello se ha considerado conveniente en el presente capítulo analizar y sintetizar la información bibliográfica existente, junto con observaciones personales del material examinado, con los siguientes objetivos:

1. Describir la composición de la taxocenosis de misidáceos asociados a fondos blandos con fanerógamas marinas en el Sudeste Ibérico.

2. Recopilar información sobre la autoecología, biogeografía y distribución de las especies identificadas, haciendo hincapié en los problemas taxonómicos para su identificación.

3. Confeccionar una sencilla clave taxonómica que facilite la determinación de las especies más comunes.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

3. 2. MATERIAL Y MÉTODOS

El material examinado procede de las muestras recolectadas en fondos someros de arena con *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa* (desde 5 hasta 25 m de profundidad) en la localidad de El Campello (Alicante, SE Ibérico) durante los años 1993 y 1999. Estas muestras se recolectaron mediante el método de la red de mano, con muestreos diurnos y nocturnos. Se completó la información aportada por este material con ejemplares recolectados en otras localidades del Sudeste Ibérico y Baleares (Fig. 3.3), obtenidos mediante otros métodos de muestreo (cuchara, bomba de succión, red de zooplancton) en fondos blandos, principalmente con fanerógamas marinas. Las localidades fueron las siguientes:

- Palma de Mallorca (Baleares): cuchara, *Posidonia*, -30 m.
- Denia (Alicante): red de mano, *Posidonia*, -3 m.
- Javea (Alicante): cuchara, *Posidonia*, - 15 m.
- Campello (Alicante): bomba de succión, *Posidonia*, - 16 m.
- Tabarca (Alicante): red de mano, *Posidonia*, -16 m,
  cuchara y red de mano, fondos de maërl, -35 m.
- Cabo de las Huertas: red de mano, *Posidonia* con roca, - 6 m.
- Bahía de Alicante: cuchara, fondos arenosos-fangosos, -30 m.
- Pilar de la Horadada (Alicante): cuchara, *Posidonia*, -20 m.
- Los Urrutia (Mar Menor, Murcia): red de zooplancton, *Cymodocea*, -2 m.
- Portman (Murcia): red de mano, playa arenosa, -2 m.
- Aguilas (Murcia): bomba de succión, *Cymodocea*, -10 m.

La identificación de las especies y la clave se elaboró a partir del trabajo taxonómico de Tattersall y Tattersall (1951), de las distintas revisiones de determinadas familias y géneros (Labat, 1953, Wittmann, 1986 a,b, 1992) y de observaciones personales del material examinado.

Se consideró interesante incluir una recopilación de la información sobre bionomía, biología, comportamiento y distribución de cada una de las especies identificadas a partir de los trabajos taxonómicos anteriormente citados, de la obra sobre biología y ecología de misidáceos realizada por Mauchline (1981) y la confrontación de las observaciones personales por estudios actuales realizados en fondos blandos someros en otras áreas geográficas. Mauchline (1980)

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Figura 3.3. Situación geográfica de las localidades donde se han recolectado ejemplares de misidáceos utilizados para la descripción de las especies asociadas a fondos blandos someros con fanerógamas marinas.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

3.3. RESULTADOS

Se identificaron un total de 11 especies (dos de ellas solo a nivel de género), que pertenecen en su totalidad a la familia Mysidae (Orden Mysida):

Subfamilia SIRIELLINAE

Género *Siriella* Dana, 1850

Siriella armata Milne Edward, 1837

Siriella clausii G.O. Sars, 1877

Subfamilia GASTROSACCINAE

Género *Anchialina* Norman y Scott, 1906

Anchialina agilis (G.O. Sars, 1877)

Género *Gastrosaccus* Norman, 1868

Gastrosaccus sp.

Subfamilia MYSINAE

Tribu Leptomysini

Género *Leptomysis* G. O. Sars, 1869

Leptomysis buergii Băcescu, 1966

Leptomysis posidoniae Wittmann, 1986

Leptomysis lingvura (G. O. Sars, 1866)

Leptomysis sp.

Género *Mysidopsis* G. O. Sars, 1864

Mysidopsis gibbosa G.O. Sars, 1864

Tribu Mysini

Género *Paramysis* Czerniavsky, 1882

Paramysis helleri (G.O. Sars, 1877)

Género *Mesopodopsis* Czerviavsky, 1882

Mesopodopsis slabberi (van Beneden, 1861)

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Siriella armata Milne Edwards, 1837

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Cynthia armata H.M. Edwards, 1837
Cynthia flemingii Goodsir, 1842; Bell, 1853; Czerniavsky, 1882;
Mysis rostrata Guerin-Meneville, 1844
Cynthilia flemingii White, 1850; Gosee, 1855
Mysis griffithsia Bell, 1853
Mysis productus Gosse, 1853
Siriella flemingi Czerniavsky, 1883
Pseudosiriella frontalis Norman,1886a
Siriella armata G. O. Sars, 1877; Norman, 1886a; Holt y Beaumont,1900; Norman y Scott, 1906; Zimmer, 1909; Colosi,1929
Siriella intermedia Gourret, 1888
Cynthilia armata Norman, 1892
Cynthilia frontalis Norman, 1892
Siriella frontalis Garstang, 1894

Diagnosis: Tattersall y Tattersall (1951) (Pag.: 145-184, Fig. 26).

Características morfológicas (Fig. 3.4):

- Caparazón pequeño (Fig. 3.4 a).
- Rostro muy largo, con forma apuntada que sobrepasa la parte distal del segundo segmento del pedúnculo antenular (Fig. 3.4 b).
- Pedúnculo antenular largo y estrecho. El segmento distal del macho presenta un lóbulo setoso y en la hembra setas plumosas.
- Escama antenal larga y estrecha. Los lados son pararelos y el extremo de la escama presenta en su margen interno una concavidad y en el margen externo una convexidad que termina en un fino diente. El ápice de la antena presenta una pequeña sutura (Fig. 3.4 c).
- Los ojos poseen un pedúnculo muy largo que sobresale considerablemente de los lados del caparazón (Fig. 3.4 a).
- Los pleópodos de la hembra se reducen a una lámina lineal con setas plumosas. Los pleópodos del macho poseen dos ramas y el quinto posee en su rama interna un segmento bilobular que cumple funciones pseudobranquiales.
- Telson largo, estrecho y entero. El margen proximal con espinas desiguales y el margen distal posee espinas prominentes y entre ellas series de 5 a 10 espinas

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

muy cortas e iguales. El ápice está estrechado y posee dos espinas largas y robustas y entre ellas de 3 a 5 espinas cortas e iguales (en el material examinado siempre presentaron de 3 a 4). (Fig. 3.4 d).

- Urópodos largos y estrechos. El exópodo seis veces más largo que ancho, con una sutura distal. El margen externo está armado de, aproximadamente, 30 espinas.
- Longitud media: 21 mm (Tattersall y Tattersall, 1951). En el material examinado presentó un tamaño medio para el adulto de 10 mm y entre 3-4 mm para los juveniles. Es la especie más grande de las descritas, llegando a un tamaño máximo de 20 mm.
- Color blanco transparente. A veces se observan trazos de cromatóforos.

Periodo reproductivo:

De marzo a octubre en las Islas Británicas y de marzo a septiembre en las costas francesas (Tattersall y Tattersall, 1951). En el material examinado en las praderas de *Cymodocea* en el Campello, aparecen hembras incubantes en los tres tiempos de muestreo (abril, agosto y febrero).

Bionomía:

Según Tattersall y Tattersall (1951) se trata de una forma de aguas superficiales, que en las costas del norte se ha visto con frecuencia nadando en enjambres en claros de arena con rocas. Raramente se encuentra a más de 18 m de profundidad. Normalmente vive flotando cerca del fondo, pero durante el periodo reproductivo migra a la superficie de noche.

En el material recolectado en El Campello mediante red de mano *S. armata* es casi exclusiva de la pradera de *Cymodocea nodosa*. También se ha recolectado en arena y *Posidonia*, pero nunca en la pradera de *Posidonia* de más de 16 m de profundidad. Igualmente se ha recolectado en unas muestras de fondos de *Cymodocea* procedentes de Gran Canaria.

Wittmann (1977) la definió como una especie ligada a fondos de arena con *Zostera* que se asocia a las hojas para camuflarse. Posteriormente Wittmann

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

(2001) registra esta especie en distintos hábitats en el Golfo de Nápoles. Las observaciones de este trabajo coinciden en parte con los de este estudio ya que esta especie nunca supera los 10 m de profundidad, siendo muy frecuente en fondos de arena y *Cymodocea*, en playas y ocasionalmente en fondos de rocas con algas. En otros estudios realizados en fondos blandos someros también aparece en praderas heterogéneas de *Posidonia* (-4 m) (Maj y Taramelli, 1989) y en el suprabentos de playas (Munilla y Corrales, 1995; San Vicente y Sorbe, 1999) y de estuarios (Cunha *et al.*, 1999). En un catálogo sobre misidáceos costeros de las Islas Canarias se alude a este especie como frecuente en fondos de arena o entre macrófitos, donde forma grandes enjambres (Wittmann y Wirtz, 1998).

Distribución:

- En el N y SE del Atlántico: se ha registrado en muchas ocasiones en costas británicas, en la costa norte de Francia, en el sureste del mar del Norte, en E Marruecos (Tattersall y Tattersall, 1951), en Archipiélagos de Canarias y Madeira (Wittmann y Wirtz, 1998) y en estuarios de E Portugal (Cunha *et al.* 1999).

- En el Mediterráneo Occidental (Mauchline y Murano, 1977): en el Mediterráneo en Nápoles (Tattersall y Tattersall, 1951; Wittmann, 2001), en el norte del Mar Adriático (Wittmann, 1977), en Cerdeña (Maj y Taramelli, 1989) y en playas catalanas (San Vicente y Munilla, 2000).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

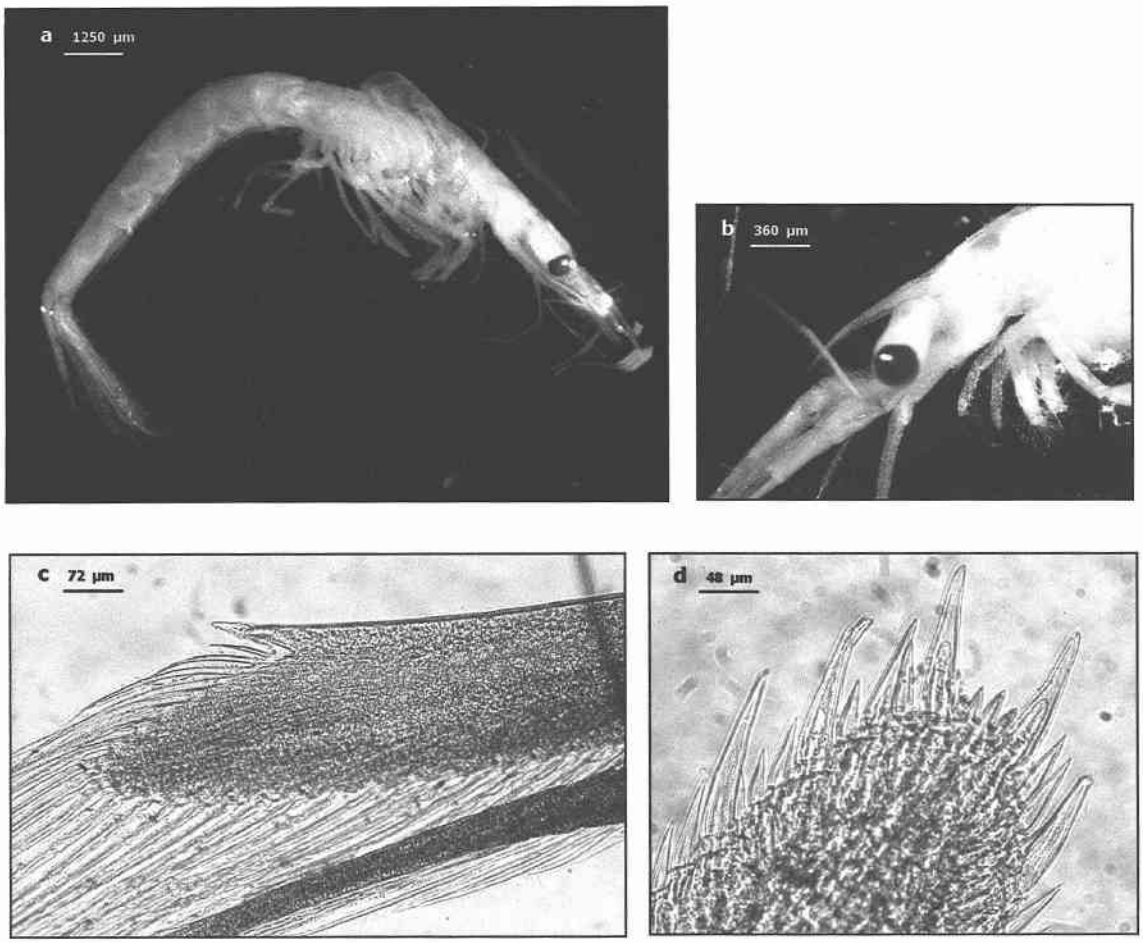


Fig. 3.4. *Siriella armata* Milne Edward, 1837: (a) hembra inmadura, (b) detalle del rostro, (c) ápice de la escama antenal y (d) ápice del telson.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Siriella clausii G.O. Sars, 1877

Siriella clausii G. O. Sars, 1876; Norman, 1886; Zimmer, 1909; Colosi, 1929; Zimmer, 1932
Siriellides clausi Czerniavsky, 1882-83
Siriella messinensis Czerniavsky, *1883*
Chynthilia clausii Norman,1892

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Diagnosis (Tattersall y Tattersall, 1951) (Pag.: 148-151, Fig.: 27).

Características morfológicas (Fig. 3.5):

- Marsupio de la hembra transparente, con unas características manchas de pigmento (Fig. 3.5 a y b).
- Rostro terminado en punta triangular, que no sobrepasa el pedúnculo antenal.
- Escama antenal sub-romboidal, tres veces más larga que ancha, con el margen externo recto que termina en un diente. Es muy similar a la de *S. armata*, también presenta una sutura distal.
- Ojos grandes, más cortos que en *S. armata*.
- Pleópodos más desarrollados en el macho y que se reducen en la hembra a una lámina.
- Telson más corto y estrecho que en *S. armata* con el margen armado con espinas estrechas dispuestas gradualmente, unas más largas y entre ellas cinco más pequeñas. En la porción distal dos espinas largas y entre ellas tres cortas e iguales que intercalan dos setas plumosas. La disposición de espinas en esta porción distal del telson es la característica distintiva de la especie (Fig. 3.5 c).
- Urópodo más corto y estrecho que en *S. armata*, y sólo un poco más estrecho que el telson. El exópodo presenta una sutura en el extremo y el margen externo está armado con 8-10 espinas que son mayores en la parte distal (Fig. 3.5 d). El endopodio algo más corto y con una fila de espinas en el margen interno, que intercalan unas más grandes que otras. En el extremo distal hay 3-4 espinas notablemente más robustas.
- Longitud media de la hembra 10 mm y la del macho 11 mm (Tattersall y Tattersall, 1951). En los ejemplares examinados en El Campello el tamaño osciló entre 5-8 mm para los adultos y 1-6 mm para los juveniles.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Periodo reproductivo:

En Tattersall y Tattersall (1951) se establece para la costa norte de Francia dos periodos reproductivos: marzo-abril y agosto-octubre y en Banyuls otros dos: marzo-abril y julio-septiembre. En las muestras que se han examinado en el Campello se observan hembras incubantes prácticamente durante todo el año.

Bionomía:

Se define como una especie litoral, que vive en aguas superficiales, sobre fanerógamas marinas, rocas, fondos de arena, etc. No aparece a más de 25 m de profundidad. Vive nadando cerca del fondo y durante el periodo reproductor emigra a las capas superiores durante las horas de oscuridad (Tattesall y Tattesall, 1951; Champalbert y Macquart-Moulin, 1970).

Siriella clausii ha sido una especie muy frecuente en todas las muestras de este estudio: en fondos de arena, *Cymodocea* y el borde de la pradera, pero especialmente abundante en la pradera de *Posidonia oceanica* y en la profundidad de 16 m, tanto de día como de noche. Además ha sido identificada en muestras de fondos fangosos de pradera degradada en el Pilar de la Horadada, en fondos de maël (-35 m) en Tabarca (Alicante) y en fondos de *Cymodocea* (-10 m) de Aguilas (Murcia) y en fondos de pradera con roca en Denia (Alicante). También se han capturado algunos juveniles en aguas del Mar Menor (Murcia).

Es muy frecuente entre la fauna vágil ligada a fondos someros con praderas y algas en otras costas del Mediterráneo (Ledoyer, 1962; Maj y Tarramelli, 1989; Mazzella *et al.*, 1989; Wittmann, 2001), en el hiperbentos nocturno (Champalbert y Macquart-Moulin, 1970) y en fondos de arena con distintos tipos de macrófitos de medios estuarinos del Atlántico (Cunha *et al.*, 1999; Azeiteiro y Marques, 1999). En las costas de los Archipiélagos de Canarias y Madeira se define como una especie litoral que nada en solitario o formando pequeños enjambres (Wittmann y Wirtz, 1998).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Distribución:

En el N y SE del Atlántico (Mauchline y Murano, 1977), muy abundante en ciertas localidades de las islas británicas (Tattersall y Tattersall, 1951; Vallet y Dauvin, 1998). Recientemente se ha inventariado su distribución en los Archipiélagos de Canarias y Madeira (Wittmann y Wirtz, 1998).

-

- Es un especie muy común en el Mediterráneo, se cita como muy frecuente en costas italianas (Maj y Taramelli, 1989; Wittmann, 2001) francesas (Champalbert y Macquart-Moulin, 1970) y catalanas (Alcaraz, 1986; San Vicente y Munilla, 2000).

Observaciones:

Esta especie es muy similar a *S. armata*, pero es mucho más pequeña y tiene el rostro más corto. Ambas poseen unas espinas cortas en el ápice del telson, pero *S. armata* posee de 3-5 y *S. clausii* posee sólo 3. La disposición de espinas en el margen interno del urópodo también sirve para distinguir a *S. clausii* de las otras especies del género. *S. clausii* fue considerada en algún momento como confinada al Mediterráneo, pero es también abundante en ciertas localidades del Atlántico.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

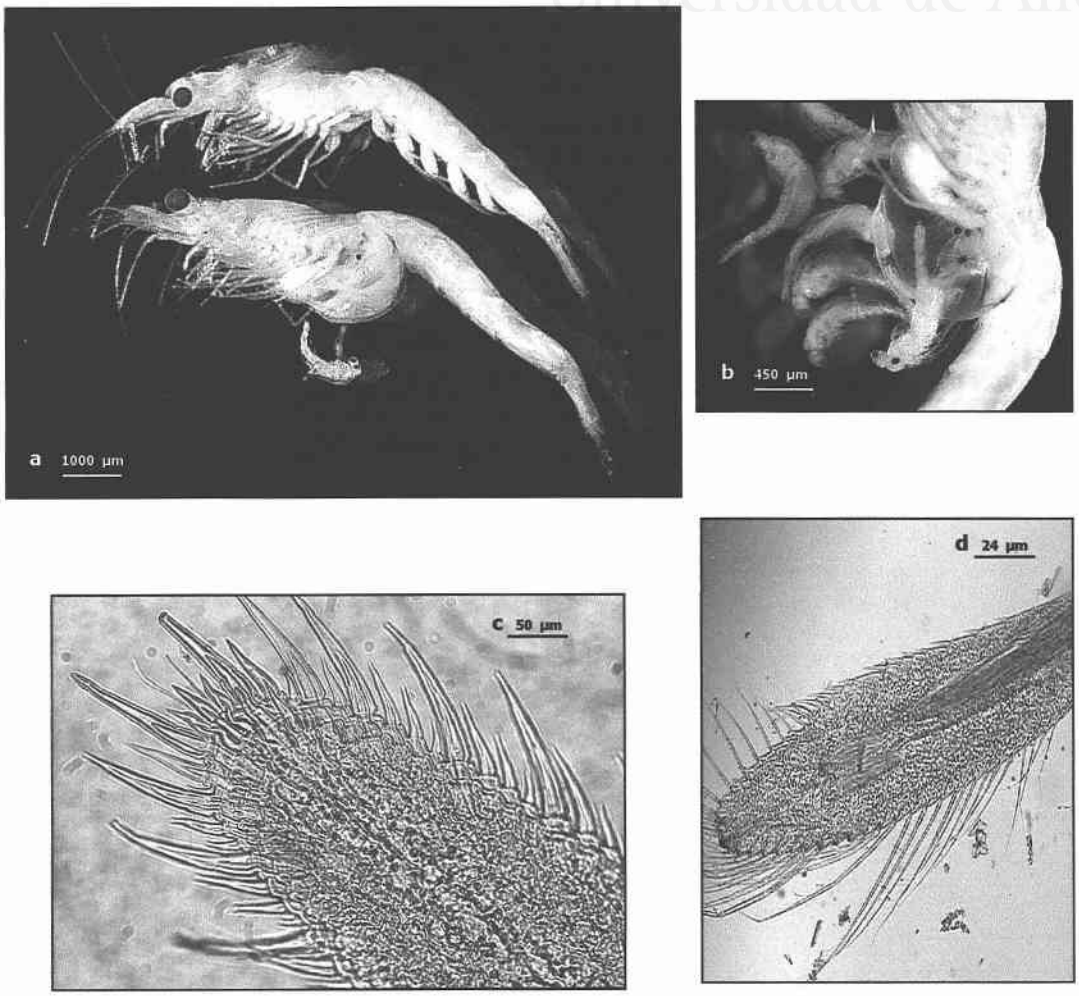


Fig. 3.5. *Siriella clausii* G.O. Sars, 1876: (a) macho adulto (parte superior) y hembra incubante (parte inferior), (b) marsupio de la hembra con larvas ya desarrolladas, (c) ápice del telson y (d) exópodo.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Anchialina agilis (G. O. Sars, 1877)

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Anchialus agilis G.O. Sars, 1877; Holt y Beaumont, 1900
Anchiolus agilis Step, 1896
Anchialina agilis, Norman y Scott, 1906; Colosi, 1929
Anchialina mediterranea Colosi, 1922

Diagnosis (Tattersall y Tattersall, 1951) (Pag. 180-185, Fig. 37).

Características morfológicas (Fig. 3.6):

- Todo el tegumento está recubierto por gran cantidad de espínulas.
- Caparazón grande, que cubre todo el tórax, con el margen posterior recto transversalmente (Fig. 3.6 a).
- Rostro largo, casi triangular, que cubre parte de la base de los pedúnculos oculares.
- Las anténulas son más robustas en el macho y exhiben un lóbulo setoso corto y espeso. En ambos sexos el flagelo externo es más ancho en su base y el pedúnculo en ambos sexos es corto y tupido.
- La escama antenal es muy pequeña, se extiende sólo hasta el primer segmento del pedúnculo antenal. El margen externo es recto, desnudo y termina en una pequeña espina. El ápice de la escama presenta una pequeña sutura distal. En la parte interna de la base de la antena hay una prolongación en forma de espina serrada que se proyecta hacia adelante (Fig. 3.6 b).
- Los ojos son grandes y anchos, la córnea es de color dorado.
- Los pleópodos del macho están desarrollados para la natación, son birrámeos (excepto el quinto par que no tiene endopodio). Poseen una gran lamela pseudobranquial de forma oval en la base del endopodio. Los pleópodos de la hembra están reducidos a una delicada lamela que se proyecta hacia atrás y el primer par se reduce a un simple segmento estiliforme.
- El urópodo presenta un endopodio más largo que el exopodio. El primero posee una fila de espinas plumosas grandes, que se intercalan con otras más pequeñas. En el ápice del endopodio presenta dos espinas muy robustas que es una característica distintiva de la especie. El exopodio posee una fila de espinas plumosas en el margen externo.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

- Telson muy largo, aproximadamente tan largo como la mitad del abdomen, que es tres veces más largo que ancho en su base. Sus márgenes están armados de 25-30 espinas plumosas y una terminal mucho más larga y robusta que el resto. El ápice presenta una hendidura estrecha y en su interior también hay espinas plumosas y cada uno de los lóbulos que se forman presentan una espina terminal (Fig. 3.6 c).
- La longitud media es de 9 mm para los machos y 7-8 mm para la hembra (Tattersall y Tattersall, 1951). En los ejemplares examinados en este estudio la talla media fue aproximadamente 7 mm.

Periodo reproductivo:

En aguas británicas la reproducción tiene lugar desde octubre a marzo, y a veces se extiende hasta junio (Tattersall y Tattersall, 1951). El material examinado en este trabajo, debido a la escasa frecuencia de esta especie, no aporta datos sobre la frecuencia de hembras incubantes.

Bionomía:

Tattersall y Tattersall (1951) la define como una especie con una gran capacidad de movimiento, que aparece en un amplio rango de profundidades. Exhibe migraciones verticales, en cuyos movimientos muestra una sorprendente rapidez, pero estos no son muy importantes en aguas francesas, donde se observa que son más activas y tienen un comportamiento más planctónico en el periodo reproductor (Champalbert y Macquart-Moulin, 1970).

En el presente trabajo esta especie solo se capturó en las muestras de praderas de *Posidonia oceanica* de 16 m de profundidad y con relativa poca abundancia. También se ha identificado en muestras tomadas con draga cuchara en fondos fangosos con pradera degradada en Pilar de la Horadada y en Palma de Mallorca (Baleares). Posiblemente presenta una relación más estrecha con el substrato o los rizomas de la pradera.

Estas observaciones coinciden con las obtenidas por Wittmann (2001) que la define como una especie con cierta capacidad para enterrarse en la arena y que

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

aparece en diversos hábitats del Golfo de Nápoles (arena, *Cymodocea, Posidonia*, en coralígeno más profundo). Maj y Taramelli (1989) también la encuentran en las praderas de *Posidonia oceanica* más profundas (-22 m), es frecuente en medios estuarinos (Cunha *et al.*, 1999) y en playas arenosas (San Vicente y Munilla, 2000). Es un componente del suprabentos de fondos profundos en las costas catalanas (Cartes y Sorbe, 1995), en aguas atlánticas del W Portugal (Cunha *et al.*, 1997) y alcanza profundidades de hasta 400 m en las Islas Canarias (Wittmann y Wirtz, 1998).

Distribución:

- Se distribuye en el N y SE del Atlántico: en aguas británicas está bien representada (Tattersall y Tattersall, 1951; Vallet y Dauvin, 1998), desde la costa hasta el talud continental (Mauchline y Murano, 1977).
- En el Mediterráneo Occidental: se cita en costas italianas (Tattersall y Tattersall, 1951; Wittmann, 1977, 2001; Maj y Taramelli, 1989) y en playas catalanas (San Vicente y Munilla, 2000).

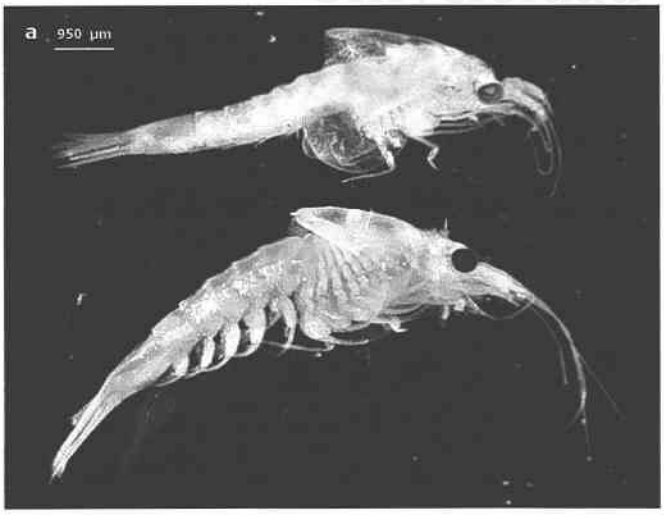
Observaciones:

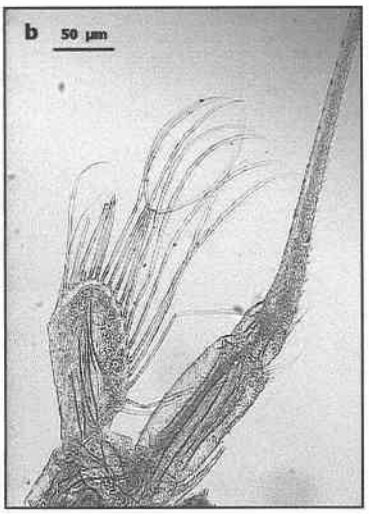
Por la forma del telson puede confundirse con *Paramysis helleri* o con las especies de *Gastrosaccus*, pero la silueta del individuo y la escama antenal es claramente distinta. La escama antenal de *A. agilis* es muy pequeña, con una espina muy reducida en el margen lateral externo y una sutura distal. En la parte interna de la base de la antena hay una prolongación en forma de espina serrada que se proyecta hacia delante (Fig.3.6 b).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante





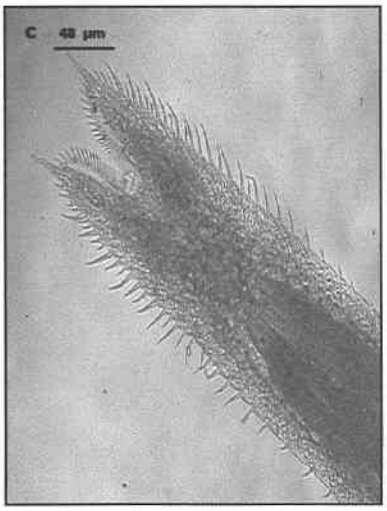


Fig. 3.6. *Anchialina agilis* (G.O. Sars, 1877): (a) hembra (parte superior) y macho (parte inferior), (b) escama antenal y (c) ápice del telson.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Gastrosaccus sp.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Diagnosis (Tattersall y Tattersall, 1951)(Pag. 160-162):

Características morfológicas (Fig. 3.7):

- Tórax ancho y abdomen delgado, caparazón corto, con el margen posterior con un profundo repliege (Fig.3.7 a).
- Rostro muy corto, casi inexistente.
- La escama antenal muy pequeña, que se extiende sólo hasta el primer segmento del pedúnculo antenal. El margen externo recto y desnudo, y termina en una pequeña espina. El ápice de la escama presenta una pequeña sutura distal (Fig.3.7 b).
- Los ojos pequeños, con el pedúnculo cilíndrico y corto.
- Los pleópodos del macho son diferentes unos de otros. El primer y segundo par son birrameos, el tercero con el exopodo muy alargado y el endopodio bien desarrollado o rudimentario. Los pleópodos de la hembra están reducidos, el primero es birrámeo.
- El urópodo es ligeramente más largo que el telson. El endopodio estrechado distalmente, igual en longitud que el exopodio, el margen interno con espinas largas dipuestas irregularmente. El exopodio armado en su margen externo por una fila de espinas.
- Telson más largo que el último somito, cuadrangular, con una hendidura apical armada de espinas. Los márgenes laterales armados con 9 espinas, de las cuales las dos últimas son más largas que el resto (Fig.3.7 c).
- La longitud media es de 8 mm.
- Cuerpo color transparente con algo de pigmento.

Observaciones:

Se obtuvieron varios ejemplares en las muestras de *Posidonia* de –16 m de El Campello obtenidas mediante red de mano de noche y con bomba de succión de día. También se observó un ejemplar en fondos de *Posidonia* degradados (-15 m) en Jávea, mediante draga cuchara. La morfología de estos ejemplares no coincide

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

con ninguna descripción dada en la bibliografía, siendo más similar a la de *G. normani*, pero el número de espinas del telson es 9, mientras que para esta especie se citan 10-11.

Según la información bionómica de Tattersall y Tattersall (1951) dentro de este género hay especies que se entierran en el substrato. En relación con este aspecto, concretamente en playas de Portman (Murcia) se capturaron varios especímenes de *Gastrosaccus sanctus* enterrados en la arena. Además, las especies de este género son frecuentes en los fondos blandos someros del Mediterráneo y frecuentemente se asocian a fondos arenosos (Bachelet *et al.* 1996; San Vicente y Munilla, 2000; Wittmann, 2001). Posiblemente esta especie esté ligada al rizoma y no es capturada mediante el método de muestreo de la red de mano. De noche es posible que se desplace verticalmente.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

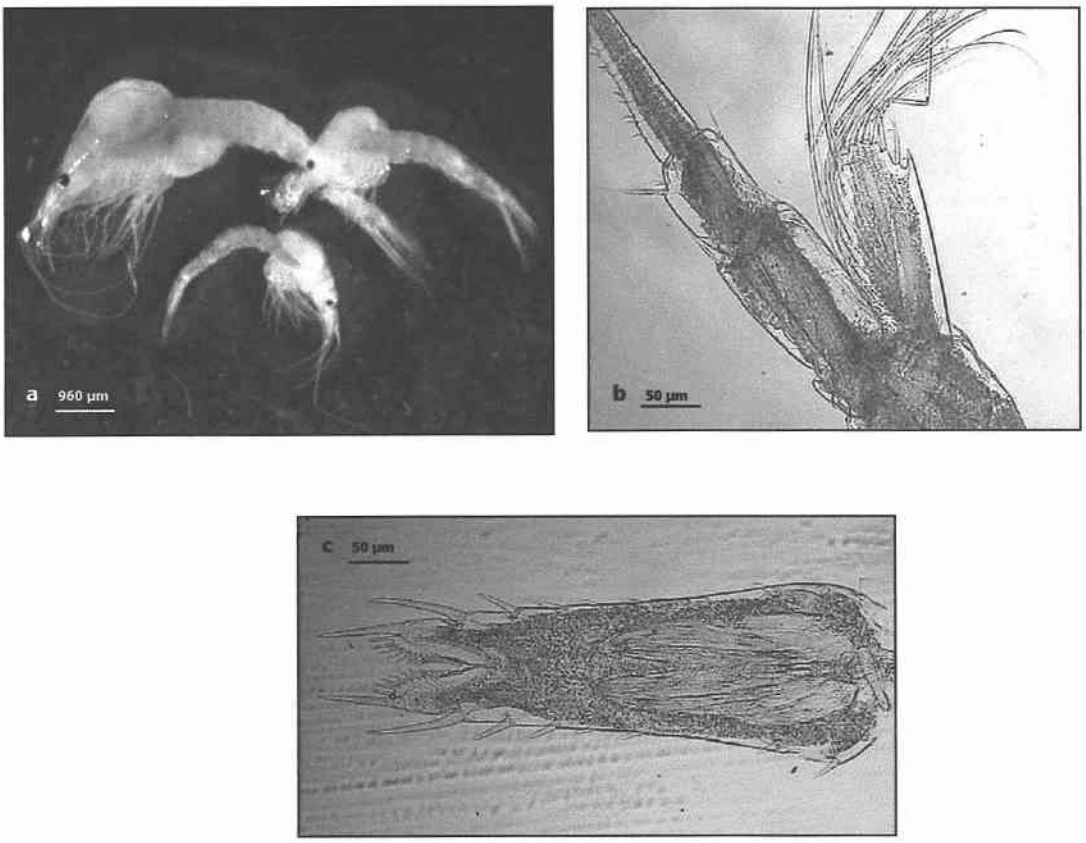


Fig. 3.7. *Gastrosaccus* sp.: (a) hembra (ejemplar más grande) y dos juveniles, (b) escama antenal y (c) telson.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Leptomysis buergii Băcescu, 1966

Leptomysis bürgii Băcescu, 1966; Wittmann (1978a, 1978b, 1981a, 1981b 1984); Katagan y Ledoyer (1979), Klepal y Kastner (1980)
Leptomysis mediterranea Wittman (1977)

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Diagnosis (Wittmann, 1986b) (Pag. 306, Fig. 34-43).

Características morfológicas (Fig. 3.8.):

- Caparazón corto, escotado posteriormente (Fig. 3.8 a). Posee un grupo de poros en el margen posterior del caparazón.
- Rostro triangular, que se extiende hasta el margen distal del primer segmento del pedúnculo antenal, muy apuntado (Fig. 3.8 b).
- Pedúnculo antenal comparativamente largo, el primer y segundo segmento están armados con un grupo de setas plumosas.
- Escama antenal muy larga (5 veces más larga que el pedúnculo antenal) y estrecha. Está dividida en dos segmentos y en el terminal posee de 11-14 setas. Es una de las características que define a la especie (Fig. 3.8 c).
- Ojos grandes, que se extienden más allá del margen distal del primer segmento del pedúnculo antenal. El pigmento es de color negro.
- Urópodos largos y muy estrechos. El estatocisto es grande, pero no ocupa casi toda la base del endopodio. El margen interno del endopodio está armado por una fila de concurridas espinas que se extienden desde la región proximal del estatocisto hasta el final del urópodo. La longitud de estas espinas aumenta hacia el ápice.
- Los pleópodos de la hembra son rudimentarios y simples, con forma de láminas. Los pleópodos del macho están bien desarrollados y adaptados a la natación, son birrámeos y segmentados, con setas plumosas.
- Telson entero, lingüiforme. Los márgenes laterales están armados con espinas que se disponen más o menos distanciadas en series de dos, tres o más pequeñas espinas entre otras más largas. Es más estrecho que para *L. posidoniae*, con una ligera constricción cerca de la base. La zona apical presenta una serie de espinas largas con 2-3 espinas cortas intercaladas (Fig. 3.8 d).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

- Longitud media: Los ejemplares examinados presentan una talla media de 6 mm para los adultos, alcanzado hasta 13 mm. Para los juveniles la talla media es de 3 mm. Son tallas similares a las asignadas en la descripción de la especie, 6-12 mm para las hembras y 5-11 mm para los machos, siendo estas tallas menores en verano (Wittmann, 1986b).
- Color blanco transparente, con trazos de un pigmento pardo-negruzco.

Periodo reproductivo: de diciembre a febrero (Wittmann, 1986b).

Bionomía:

Wittmann (1986b) la define como una forma de aguas superficiales, normalmente se encuentra entre 1-15 m. En aguas italianas se asocia a fondos de arenas con praderas de *Posidonia y Cymodocea* donde forma grandes enjambres. Puede coincidir con *L. lingvura* en fondos más someros (1-6 m), pero esta especie se asocia con fondos de roca y también a *Anemonia sulcata*. Prefiere fondos arenosos y aguas quietas. Normalmente, de día, nadan a unos 50 cm del fondo, manteniendo un movimiento atenuado, pero una perturbación cercana causa una conducta de escape. Realiza migraciones verticales, especialmente durante el periodo reproductivo.

En las muestras obtenidas en Campello aparece en arena y con bastante frecuencia en la pradera de *Cymodocea* y junto a *L. posidoniae* en el borde de la pradera de *Posidonia*. No se ha capturado dentro de la pradera de *Posidonia*. También se ha capturado en praderas de *Cymodocea* en Aguilas (Murcia) y en muestras tomadas en arena con roca y *Posidonia* en Cabo Huertas (Alicante).

En el Golfo de Nápoles se incluye entre los misidáceos obtenidos con red de mano en fondos someros de islas costeras donde se alternan claros de arena, rocas y praderas de *Cymodocea* y *Posidonia* (Wittmann, 1981, 2001). También se ha asociado a cuevas (Mauchline y Murano, 1977).

Distribución:

- Mediterráneo Occidental, donde ha sido citada en muchas ocasiones en la costa italiana (Wittman, 1986b, 2001) y en Bañuls (Mauchline y Murano, 1977).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

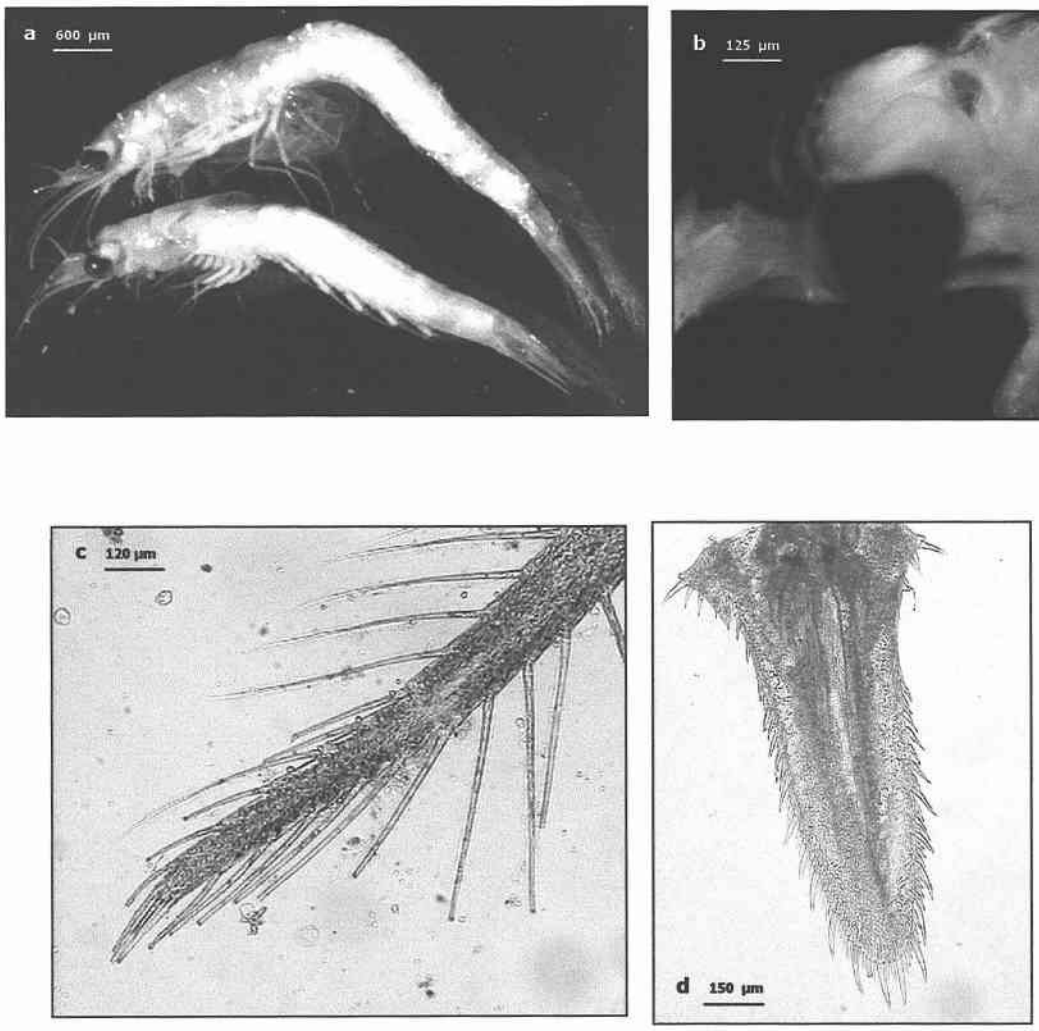


Fig. 3.8. *Leptomysis buergii* Băcescu, 1966: (a) hembra (parte superior) y macho (parte inferior), (b) detalle del rostro, (c) ápice de la escama antenal y (d) telson.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Leptomysis lingvura (G. O. Sars, 1868)

Universitat d'Alacant Universidad de Alicante

Mysis lingvura Sars, 1868
Leptomysis lingvura Sars, (1879), Zimmer (1909), Colosi (1929), Illig (1930), Tattersall y Tattersall (1951), Bacescu (1966)

Diagnosis (Wittmann, 1986a) (Pag.: 268-269, Fig.: 7-18).

Características morfológicas (Fig. 3.9):

- Caparazón corto, escotado posteriormente (Fig.3.9 a).
- Rostro triangular, muy corto, pero apuntado (Fig. 3.9 b).
- Escama antenal larga (más o menos 4 veces el pedúnculo antenal) pero igualmente estrecha y segmentada en dos. El segmento terminal posee 9-12 setas que es lo que define a la especie (Fig.3. 9 c).
- Ojos grandes, piriformes y con pigmentación muy característica (Fig. 3.9 b).
- Urópodos más cortos y anchos que el resto de especies. El exopodio muy largo y curvado hacia afuera y el endopodio con un gran estatocisto y armado de espinas en su margen interno, que están muy concurridas a la altura del estatocisto.
- Telson entero, lingüiforme, más corto y ancho. El ápice es más redondeado y posee dos largas y robustas espinas que intercalan de 2 a 4 más pequeñas en su centro (Fig. 3. 9 d).
- Longitud media: presentó una talla media de 6 mm (en la bibliografía la longitud media es de 7-12 mm para las hembras y 6-11 mm para los machos.
- Color blanco pero algo más opaco, presenta cromatóforos de gran tamaño a lo largo de todo el cuerpo, pero especialmente en el abdomen y el telson.

Periodo de reproducción:

En el Mediterráneo es continuo desde marzo a octubre, en aguas británicas en verano y otoño (Wittmann, 1986a).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Bionomía:

Según Wittmann, (1986a) es una especie hiperbentónica, que nunca sobrepasa los 50 m de profundidad. Forma enjambres muy numerosos y normalmente ocupa la zona más superficial, entre 5-10 m de profundidad.

En el material examinado en este estudio apareció en muestras de capturas de enjambres sobre la anémona *Anemonia sulcata* y entre rocas, siempre en fondos someros de menos de 5 metros de profundidad en el Cabo de las Huertas (Alicante). Se cita en trabajos realizados en playas (San Vicente y Munilla, 2000) y entre los misidáceos de estuarios en Portugal (Cunha, 1999; Cunha *et al.* 1999).

Distribución:

Se distribuye en el Atlántico y en el Mediterráneo (Mauchline y Murano, 1977).

Observaciones:

Esta especie se divide morfogeográficamente en varias subespecies. *L. lingvura marioni* es la que presenta una distribución en el Mediterráneo Occidental, *L. lingvura lingvura* tiene una distribución atlántica y *L. lingvura adriatica* en el Mar Adriático. Tanto la descripción como las características morfológicas coinciden con la de la subespecie *L. lingvura marinoni*.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

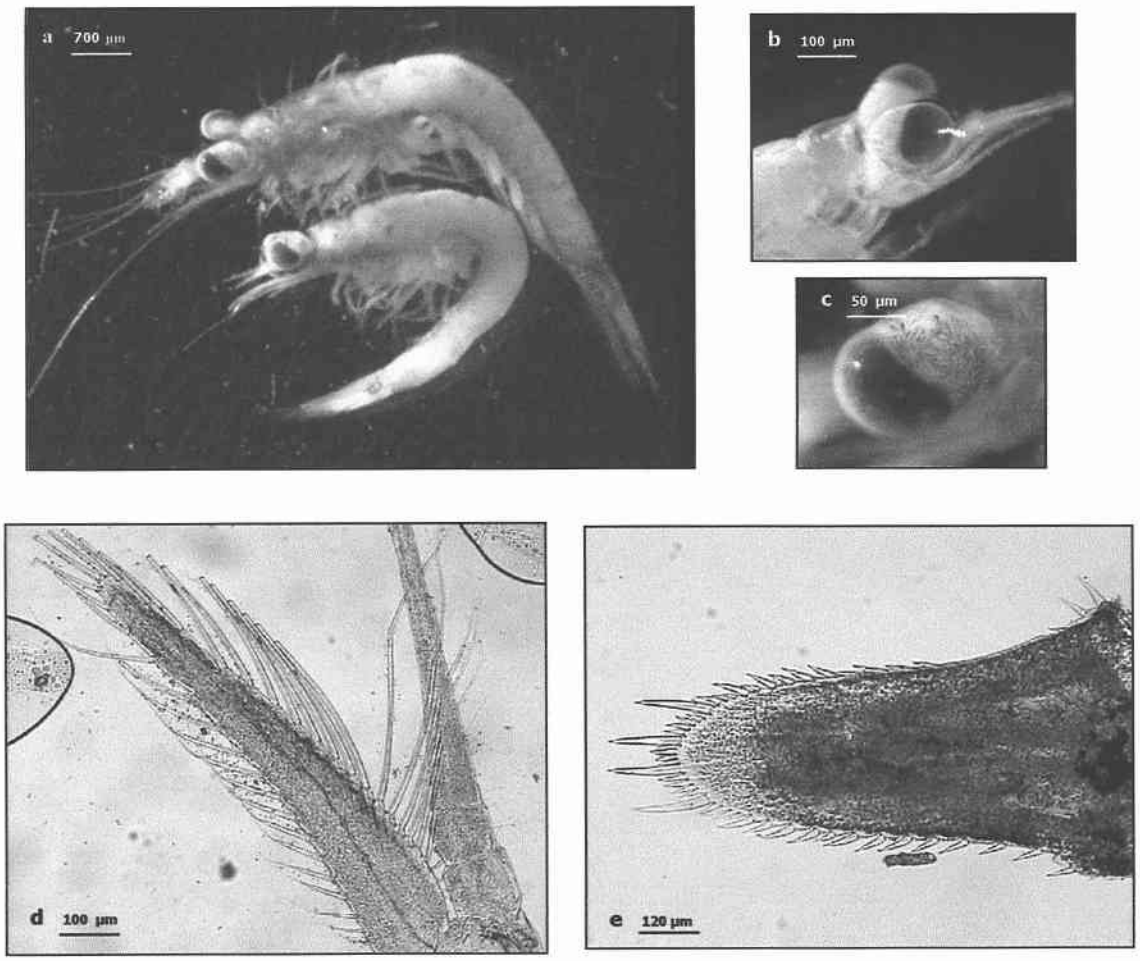


Fig. 3.9. *Leptomysis lingvura* (G. O. Sars, 1868): (a) macho adulto (parte superior) y hembra inmadura (parte inferior), (b) detalle del rostro, (c) detalle de cromatóforo del ojo, (d) escama antenal y (e) telson.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Leptomysis posidoniae Wittmann, 1986

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Leptomysis sp. C. Wittmann (1978a, 1981b)

Diagnosis: Wittmann (1986a) (Pag.: 286-291, Fig.: 72-80,88,89).

Características morfológicas (Fig. 3.10):

- Caparazón corto, escotado posteriormente (Fig.3.10 a).
- Rostro triangular, corto, que se extiende hasta algo menos de la mitad de la longitud del primer segmento del pedúnculo antenal. Muy apuntado.
- Pedúnculo antenal comparativamente largo.
- Escama antenal no tan larga (más o menos 3.5 veces el pedúnculo antenal) pero igualmente estrecha y segmentada en dos. El segmento terminal posee 9 setas que es lo que define a la especie (Fig.3.10 b).
- Ojos piriformes con escamas en el pedúnculo (Fig. 3.10 c).
- Urópodos más cortos y anchos. El exopodio muy largo y curvado hacia afuera y el endopodio con un gran estatocisto y armado de espinas en su margen interno, que están muy concurridas a la altura del estatocisto.
- Telson entero, lingüiforme, más corto y ancho. El ápice es más redondeado y posee dos largas y robustas espinas que intercalan dos más pequeñas en su centro (Fig.3.10 d).
- Longitud media: presentó una talla media de 7 mm, llegando a un máximo de 11 mm (en la bibliografía la longitud media es de 6-8 mm para las hembras y 5-8 mm para los machos.
- Color blanco pero algo más opaco, cercano a rosado-amarillento, especialmente la parte final del cuerpo. No posee trazos de pigmento.

Bionomía:

Wittmann (1986a) la define como una forma litoral y nerítica, que forma enjambres cerca de la costa normalmente a una profundidad de 6-15 m y en invierno en 2-8 m. Concretamente en la Costa de Nápoles se asocian a praderas de

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Posidonia oceanica formando enjambres más o menos grandes (50-10.000 individuos) que se disponen de forma paralela a estructuras verticales como el borde de la pradera. Pueden formar enjambres poliespecíficos junto a *L. buergii*. En invierno aparece a menos profundidad, puede mezclarse con *L. linvgura*. Esta especie y otras del género forman enjambres que permanecen a 30 cm del suelo, manteniendo un movimiento atenuado, pero una perturbación cercana causa una conducta de escape y después retornan justo donde estaban antes.

En las muestras obtenidas en el Campello es la segunda especie más abundante (después de *Siriella clausii*) en los fondos de fanerógamas marinas, donde forma densos enjambres a lo largo del borde de la pradera de *Posidonia*. En este tipo de hábitat también se ha localizado en el Cabo de las Huertas. A diferencia de la especie anterior, si se ha encontrado dentro de la pradera de *Posidonia*, aunque sólo a –10 m de profundidad. También se recolectaron en fondos de *Cymodocea* y arena, pero con escasa abundancia.

Distribución: estrictamente Mediterránea, se conoce en muchos puntos de las costas italianas y turcas (Wittmann, 1986a).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

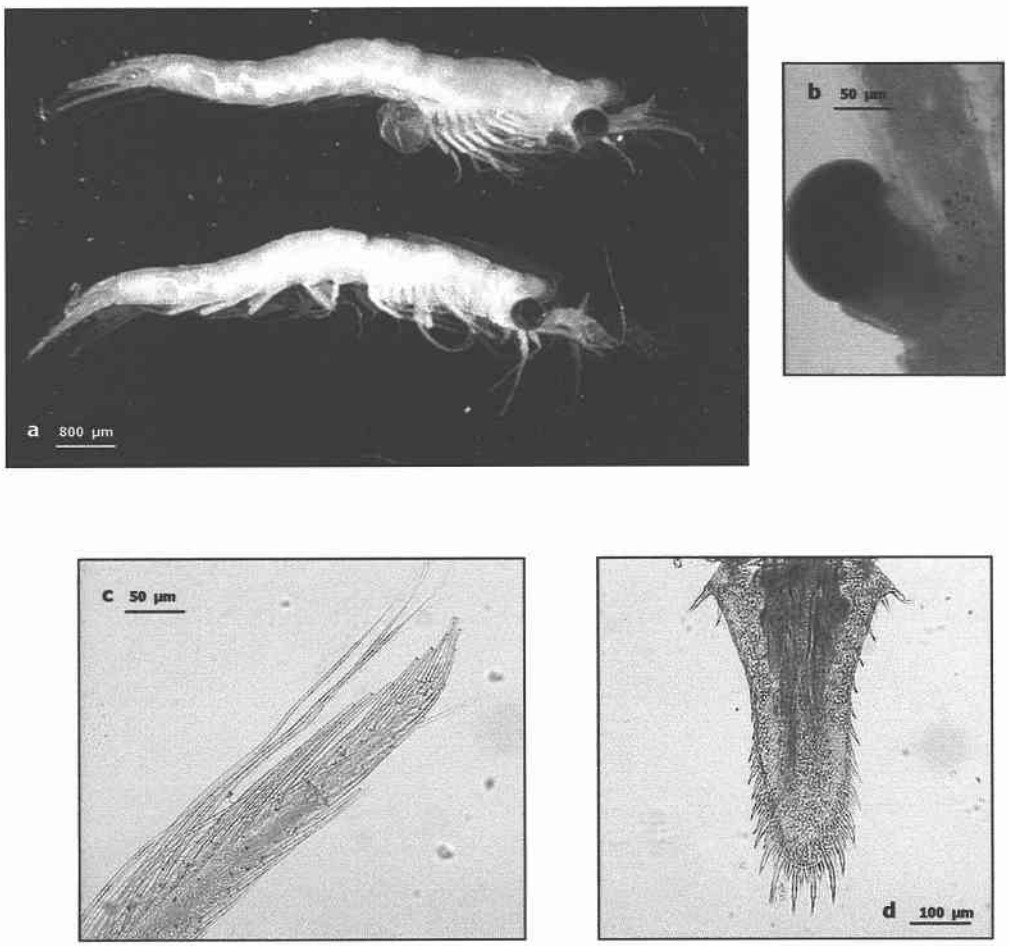


Fig. 3.10. *Leptomysis posidoniae* Wittmann, 1986: (a) hembra (parte superior) y macho (parte inferior), (b) detalle del ojo, con escamas en el pedúnculo (c)

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Mesopodopsis slabberi (P. J. van Beneden) 1861

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Podopsis slabberi van Beneden, 1861; Marcusen, 1867
Mysis slabberi Goës, 1863
Podopsis pontica Czerniavsky, 1869
Macropsis slabberi G.O. Sars, 1877; Norman, 1892, 1905;
Ehrenbaum, 1897; Holt y Beaumont, 1902; Scott, 1906;
Zimmer, 1909; Zimmer, 1915; Björck, 1916; Derjavin, 1925
Mesopodopsis slabberi, Czerniavsky, 1882; Norman y Scott, 1906;
W.M. Tattersall, 1927 a,b; Colosi, 1929; Pesta, 1935;
Bâcescu, 1940, 1941, 1954; Nouvel, 1951;
Tattersall y Tattersall, 1951; Holthuis, 1954;
Macquart-Moulin, 1965; Ariani, 1967; Zatkutskiy, 1970;
Mauchline, 1971; Wittmann, 1977; Hatzakis, 1982;
Boysen, 1976; Gomoiu, 1978; Williams y Collins, 1984;
Parapodopsis goësi, Czerniavsky, 1882
Parapodopsis cornuta var.*major* y var. *minor* Czerniavsky, 1882; Sowinsky, 1894, 1898;
Chirica, 1914
Leptocaris slabberi Aurivillius, 1808

Diagnosis: Wittmann (1992) (Pag. 74, 76-77, Fig. 1).

Características morfológicas (Fig. 3.11):

- Cuerpo muy largo y delgado en comparación con las otras especies (Fig. 3.11 a).
- Caparazón relativamente corto. El margen anterior es ligeramente redondeado, los márgenes anterolaterales poseen una desarrollada espina y el margen posterior está un poco emarginado.
- Rostro de formas redondeadas, convexo.
- Anténula muy larga y estrecha, que en el macho presenta un gran lóbulo setoso o "apéndice masculino".
- La escama antenal es larga y estrecha, setoso su contorno y con una pequeña sutura distal.
- Los ojos son extremadamente largos, cilíndricos y delgados, tres veces más largos que anchos y el pigmento de la córnea es negro (Fig. 3.11 a).
- El número de segmentos del tarso del cuarto endopodio torácico es 5-8. Esta característica es distintiva entre especies.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

- Los pleópodos de la hembra consisten en una simple lámina setosa. Los pleópodos del macho son muy diferentes entre sí. El tercero posee una base grande, el endopodio estrecho y no segmentado armado con setas plumosas y el exopodio corto y bisegmentado. El cuarto es muy similar en apariencia al descrito para *Paramysis helleri* y también recuerda a un "fino pincel": con la base muy larga, birrámeo y el endopodio es muy pequeño y presenta un lóbulo setoso. El exópodio muy largo, con tres segmentos y el último está armado con dos setas plumosas. Presentan además un pene grande, con setas curvadas alrededor de la apertura eyaculadora.
- Urópodos largos y estrechos. El exopodio largo y estrecho. El endopodio es más corto y posee una pequeña espina en el margen interno a la altura del estatocisto, que es muy grande.
- Telson corto, mucho más corto que el último segmento abdominal; los márgenes laterales convergen distalmente y terminan en un diente a cada lado. El ápice se sitúa entre estas espinas en forma de lámina redondeada y está densamente armado con espinas (Fig.3. 11 b).
- Longitud media: 7-11 mm para las poblaciones atlánticas y Mar Negro y de 4-10 mm para las poblaciones mediterráneas. En el presente estudio los ejemplares examinados presentaron una talla media de 3.8 mm, siendo la talla máxima 8 mm.
- Color blanco transparente.

Periodo reproductivo:

En las Islas Británicas desde abril a septiembre y en el Mediterráneo durante todo el año (Tattersall y Tattersall, 1951).

Bionomía:

Tattersall y Tattersall (1951) y Wittmann (1992) describen a *Mesopodopsis slabberi* como una especie extremadamente eurihalina, que puede incluso encontrarse en agua dulce y son muy frecuentes en zonas de estuarios. En el mar siempre tienen una distribución costera, que casi nunca sobrepasa los 50 m de profundidad. Es de hábitos pelágicos y al igual que otras especies de crustáceos con estos hábitos, presentan los ojos alargados como adaptación a este medio.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Durante el día es esencialmente hiperbentónica, muy activa, que forma grandes y densos enjambres bien estructurados, que permanecen a unos 50 cm del suelo.

Wittmann (1992) observó que en las poblaciones mediterráneas estos enjambres no muestran preferencias por el substrato pero sí una intensa relación social, como por ejemplo una reacción en escape al mínimo estímulo externo. Cuando esto ocurre, no suelen retornar al lugar donde estaban, a no ser que estén cerca de discontinuidades (Wittmann, 1977). Además también pueden encontrarse comportamientos más bentónicos como pequeños grupos o como individuos en solitario en la zona fital, ocultos entre las hojas de *Cymodocea* o *Cystoseira* (Wittmann, 1978). Las observaciones de Wittmann (1992) mostraron que su distribución batimétrica puede variar según la estación, desde mayo a noviembre se encontró en 8-28 m mientras que entre diciembre y abril en 0.3-20 m, posiblemente en relación con la termoclina. Esto puede deberse a una migración horizontal estacional, que se ha observado también en aguas británicas (Bamber *et al.* 1994).

Bajo condiciones de baja luminosidad o por la noche, son especialmente frecuentes en el plancton, a menudo se dispersan entre el fondo y la superficie, atenuando su natación. Se cree que también realiza migraciones diurnas, pero estos movimientos verticales sólo tienen lugar durante el periodo reproductor y como resultado de reacciones sexuales más que de luminosidad (Tattersall y Tattersall, 1951; Wittman, 1992).

En las muestras de El Campello, la abundancia de esta especie es baja y prácticamente está limitada casi de forma exclusiva a fondos de arena y praderas de *Cymodocea.* Nunca fue capturada en la pradera de *Posidonia* de día, aunque si que aparece en las muestras nocturnas de la pradera de – 16 m. También aparece de forma esporádica y dispersa en las muestras de *Cymodocea* de Aguilas (Murcia).

En Alcaraz (1986) se cita como frecuente en las muestras de plancton nocturno y en aguas estuarinas y confinadas, ej.: Delta del Ebro. Se asocia también al suprabentos de playas en el Mediterráneo (Munilla y Corrales, 1995; San Vicente y Sorbe, 1999) y estuarios del Atlántico (Mees *et al.,* 1993; Azeiteiro y Marques, 1999; Cunha *et al.* 1999). También se cita como una especie que domina en arena en fondos someros de estuarios con fanerógamas en Arcachon (SW Francia) (Bachelet *et al.* 1996).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Alimentación:

A menudo se alimenta de seston, pero también puede comer pequeños animales (Wittmann, 1992). Posiblemente su dieta cambia con el desarrollo, como ha sido demostrado para *M. wooldridgei* en aguas sudafricanas (Froneman, 2001).

Distribución: NE Atiántico, Mediterráneo, Mar Negro y Mar Báltico.

Universitat d'Alacant Universidad de Alicante

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

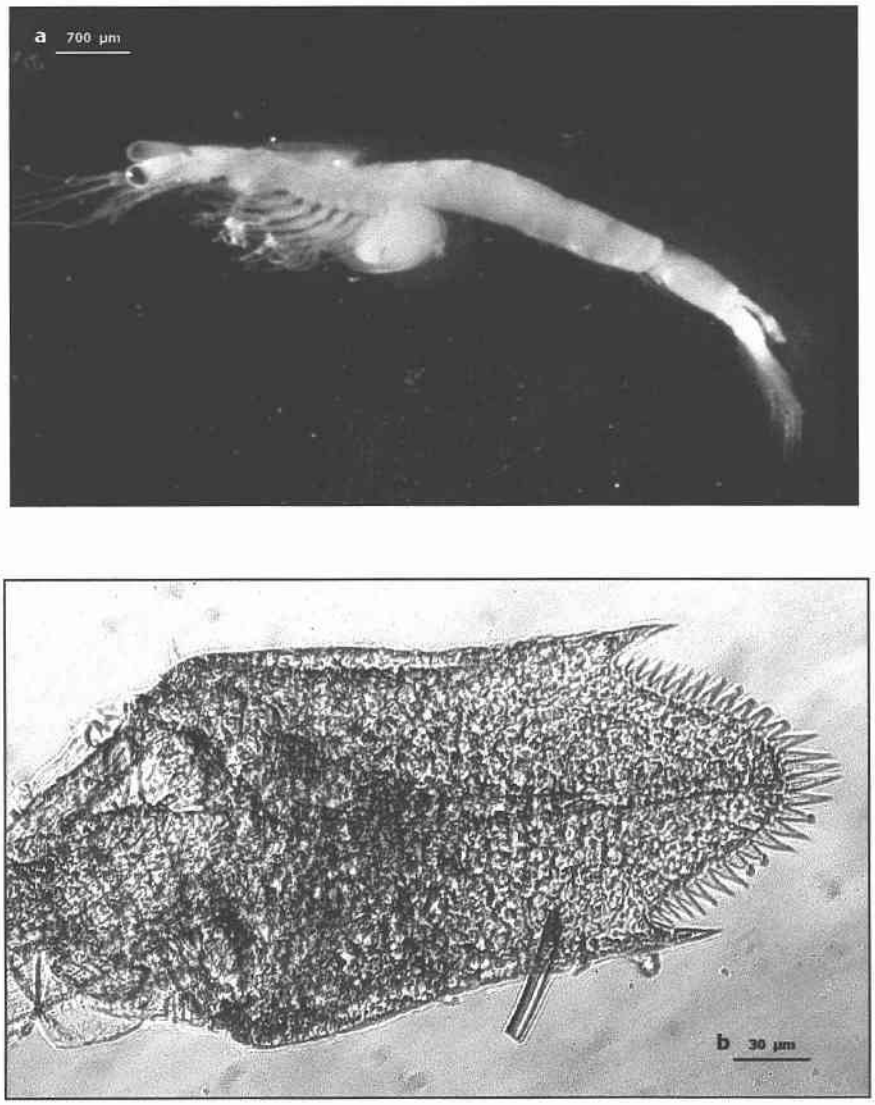


Fig. 3.11. *Mesopodopsis slabberi* (van Beneden, 1861)*:* (a) hembra adulta y (b) telson.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Mysidopsis gibbosa G. O. Sars, 1864

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Mysidopsis gibbosa G. O. Sars, 1972; G. O. Sars, 1877; Norman, 1886; Norman, 1892; Colosi, 1929; Tattersall, 1938

Diagnosis: Tattersall y Tattersall (1951) (Pag.: 321-325, Fig.: 83, 84 y 85).

Características morfológicas (Fig. 3.12):

- Es muy característica de esta especie su pequeño tamaño y el que el abdomen esté curvado de forma sigmoidal, especialmente en la hembra, que posee un gran marsupio (Fig. 3.12 a).
- Rostro triangular y muy corto, no llega a la parte proximal del pedúnculo antenal.
- Caparazón corto y pequeño, que en su superficie dorsal presenta dos nódulos que son muy notables lateralmente y que le da un aspecto de giba (de ahí su nombre) (Fig. 3.12 b).
- Antena con una base grande y con una gran espina en la esquina distal externa. La escama antenal es de forma oval, setosa y presenta una pequeña sutura en el extremo. El margen externo es recto y el interno convexo.
- Los ojos son muy grandes y se extienden de forma considerable al lado de los márgenes del caparazón.
- Los pleópodos de la hembra se reducen a una lámina. Los pleópodos del macho poseen dos ramas, están bien adaptados a la natación. El exópodo del cuarto par es más grande que el endopodio y termina en una simple seta espinosa.
- Urópodos cortos y anchos. El exópodo es cuatro veces más largo que ancho, el margen externo es recto y el interno curvado. El endopodio es corto. El margen interno está armado con pequeñas espinas a la altura del estatocisto.
- Telson corto y ancho, que se hace más estrecho en su mitad. Los márgenes laterales están armados con 8-18 espinas espaciadas, y este número varía con la edad. El ápice es redondeado y liso y sólo posee 2 y raramente 3 espinas en el centro (Fig. 3.12 c).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

- Longitud media: 6-7 mm (Tattersall y Tattersall, 1951). En el material examinado en el Campello la talla media fue 2.66 mm, no superando en ningún caso los 4 mm.
- Color blanco opaco. Los colores varían, pero posee tonalidades grises. Posee una mancha de cromatóforo en cada ojo, en la parte basal del pedúnculo antenular y en cada lado del marsupio.

Periodo reproductivo: en Islas Británicas en julio y en el Mediterráneo en febrero y marzo y también durante el verano (Tattersall y Tattersall, 1951).

Bionomía:

Tattersall y Tatersall (1951) la define como una forma de aguas superficiales. Raramente se encuentra a más de 45 m de profundidad. Normalmente vive relacionada con el fondo, nadando y se mueve verticalmente a la superficie de noche.

En las muestras tomadas para el presente trabajo aparece con una densidad muy baja en todos los hábitats, pero es más abundante en las capturas de *Posidonia* de –16 m, tanto de día como de noche. También aparece en las muestras de *Cymodocea* (-10 m) en Aguilas, Murcia.

En la bibliografía es citada en playas catalanas (San Vicente y Munilla, 2000), en praderas de *Posidonia* en aguas italianas (Maj y Taramelli, 1989; Wittmann, 2001) y entre los misidáceos del hiperbentos nocturno del Golfo de Marsella (Champalbert y Macquart-Moulin, 1970).

Alimentación: Mauchline (1980) la nombra como una especie carnívora.

Distribución: E y N del Atlántico, Mediterráneo (Mauchline y Murano, 1977).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

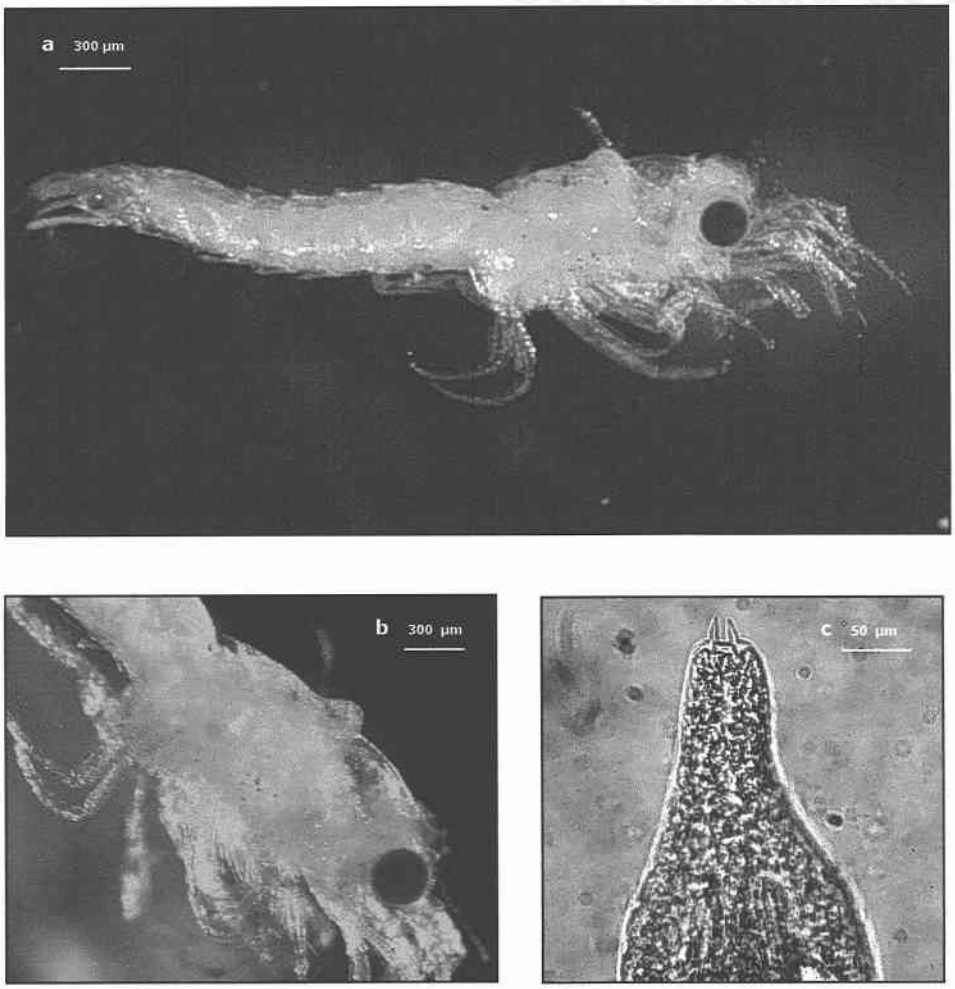


Fig. 3.12. *Mysidopsis gibbosa* G. O. Sars, 1864: (a) hembra adulta, (b) detalle de los nódulos del caparazón a modo de "giba" y (c) telson.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Paramysis helleri (G. O. Sars, 1877)

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Mysis helleri G.O. Sars, 1877
Austromysis helleri Czerniavsky, 1883
Schistomysis helleri Norman, 1892; Zimmer, 1909
Paramysis helleri Zimmer, 1915
Mesomysis helleri Derjavin, 1925; Pauly, 1938
Paramysis (*Paramysis*) *helleri* Bacesco, 1941

Diagnosis: Labat (1953) (Pag.: 2-3,14).

Características morfológicas (Fig. 3.13):

- *Caparazón* corto (Fig. 3.13 a).
- *Rostro* de formas redondeadas, convexo.
- *Anténula* con un pedúnculo robusto y una seta plumosa.
- La *escama antenal* es casi tan larga como ancha. El margen externo es liso y termina en un diente. El ápice es redondeado, setoso, con una pequeña sutura distal (Fig. 3.13 b).
- Los *ojos* son cortos y anchos, piriformes, que sobrepasan ligeramente por los laterales del caparazón. La córnea ocupa casi todo el volumen del órgano y el pigmento es negro.
- Los *pleópodos de la hembra* son muy rudimentarios. Los *pleópodos del macho*: el primero, segundo y quinto son simples, como los de la hembra. El tercero es birrameo, con el exópodo simple y armado con una única seta y el endopodio con un lóbulo setoso y armado con 6-8 setas plumosas. El cuarto pleópodo es el caracteristico de este género, que a simple vista recuerda a un "pincel fino" (Fig. 3.13 c). Consiste en una base larga y estrecha, el endopodio es pequeño, parece un apéndice del exopodio, está bisegmentado y tiene una fila de setas plumosas. El exopodio es largo, posee 6 segmentos y los dos últimos están armados con una robusta seta plumosa.
- *Urópodos* cortos, el endopodio es sólo ligeramente más corto que el telson, posee un margen interno armado de 9-12 espinas (7-11 espinas según la descripción) de distinta longitud, que se alternan y contiene un estatocisto pequeño. El exópodo es oval.
- *Telson* largo y estrecho, con una hendidura profunda, que alcanza un cuarto del telson, en el extremo distal, que forma un ángulo agudo. Los márgenes

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

laterales del telson frecuentemente poseen de 11 a 17 espinas (12 a 20 espinas según descripción) (Fig. 3.13 d).

- *Longitud media*: 7 mm según Labat (1953). En el material examinado en este estudio el tamaño medio es de 6 mm, siendo la máxima talla 8.5 mm. Los juveniles presentan una talla media de 3 mm.
- *Color* blanco transparente con marcas o líneas amarillo-parduscas y rosas.

Periodo reproductivo: Islas Británicas desde junio a octubre y en el Mediterráneo en Marzo. En el material examinado solo aparecen hembras incubantes en arena en las muestras de agosto.

Bionomía:

Labat (1953) la describe como una especie litoral de aguas superficiales. Es eurihalina y euriterma, que se asocia a lagunas costeras, estuarios y lagos de agua dulce con cierta comunicación con el mar. En estas zonas puede ser una especie relicta.

Respecto a los ejemplares examinados, *P. helleri* aparece en todos los tipos de hábitat muestreados en el Campello: en *Posidonia* (aunque nunca en las muestras de –16 m), *Cymodocea*, borde de pradera y especialmente frecuente y abundante en arena. En la información bibliográfica se cita en fondos de arena y fanerógamas marinas en las islas y costa de Nápoles por Wittmann (1977; 2001). Aunque raramente, también aparece entre las muestras de aguas salobres en el Golfo de Salerno (Wittmann, 2001). Además, se ha observado en fondos arenosos de playas (San Vicente y Munilla, 2000), siendo más frecuentes otras especies como *P. arenosa* y *P. nouveli* (Munilla y Corrales, 1995; San Vicente y Sorbe, 1999).

Distribución: en el Mediterráneo Occidental (Labat, 1953; Mauchline y Murano, 1977).

Observaciones: *Paramysis* puede confundirse con *Hemimysis*, que también es un género típico en el Mediterráneo (Alcaraz *et al.*, 1986), con apariencia morfológica y telson muy similares. No obstante estos géneros pueden diferenciarse porque *Paramysis* presenta un diente en el margen externo de la escama antenal y una sutura distal que no tiene *Hemimysis* (Tattersall y Tattersall, 1951).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

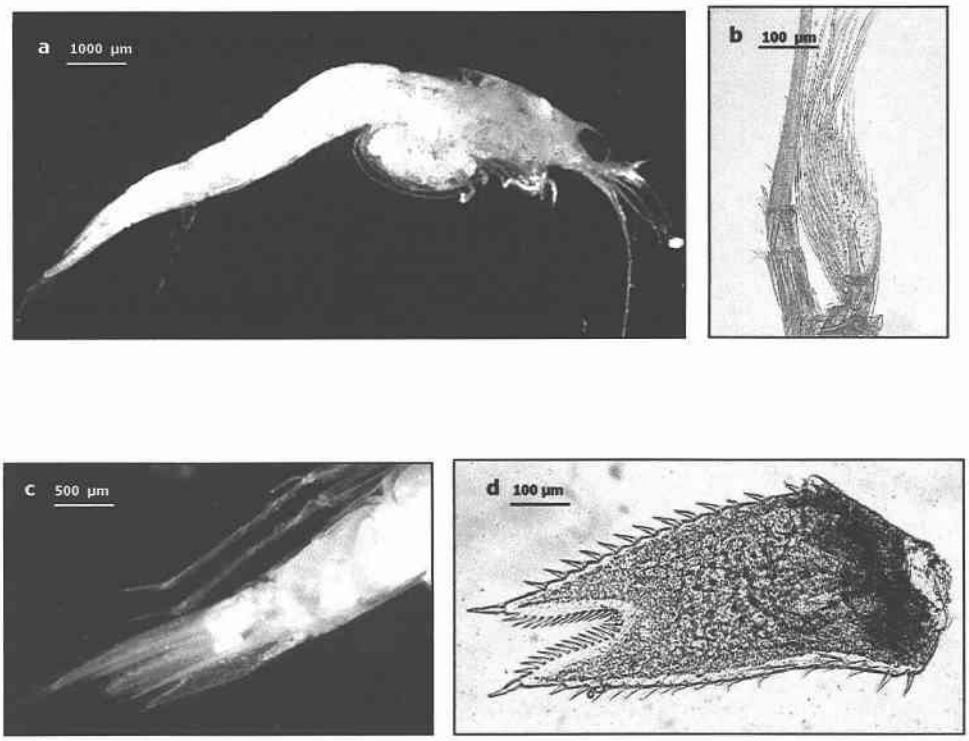


Fig. 3.13. *Paramysis helleri* (G.O. Sars, 1877): (a) hembra adulta incubante, (b) escama antenal y (c) telson.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Leptomysis sp.

Diagnosis: Tattersall y Tattersall (1951) (Pag. 287).

Características morfológicas (Fig. 3.14):

- Forma general del cuerpo alargada y presenta líneas de un pigmento pardo.
- Urópodos largos y muy estrechos. El margen interno del endopodio está armado por una fila de concurridas espinas que se extienden desde la región proximal del estatocisto hasta el final del urópodo. La longitud de estas espinas aumenta hacia el ápice.
- La escama antenal similar a la de las especies del género *Leptomysis*. (Fig. 3.14 b).
- Los pleópodos de la hembra son rudimentarios y simples, con forma de láminas. Los pleópodos del macho están bien desarrollados y adaptados a la natación, son birrámeos y segmentados, con setas plumosas.
- Telson entero, lingüiforme, con una ligera constricción cerca de la base. La zona apical presenta una desigual distribución de espinas largas que intercalan de 2 espinas cortas muy juntas, pero el número y la sucesión de cada uno de los tipos de espinas no está muy definido (Fig. 3.14 c). Similar a las especies del género *Leptomysis*.
- Color blanco transparente, con trazos de un pigmento pardo-negruzco.

Observaciones: solo aparecieron en las muestras de arena y C*ymodocea* de el Campello, junto a *L. buegii*, pero se trata de individuos muy dañados. Posiblemente se trata de un individuo del género *Leptomysis*, sin embargo no se corresponde con ninguna de las especies descritas.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

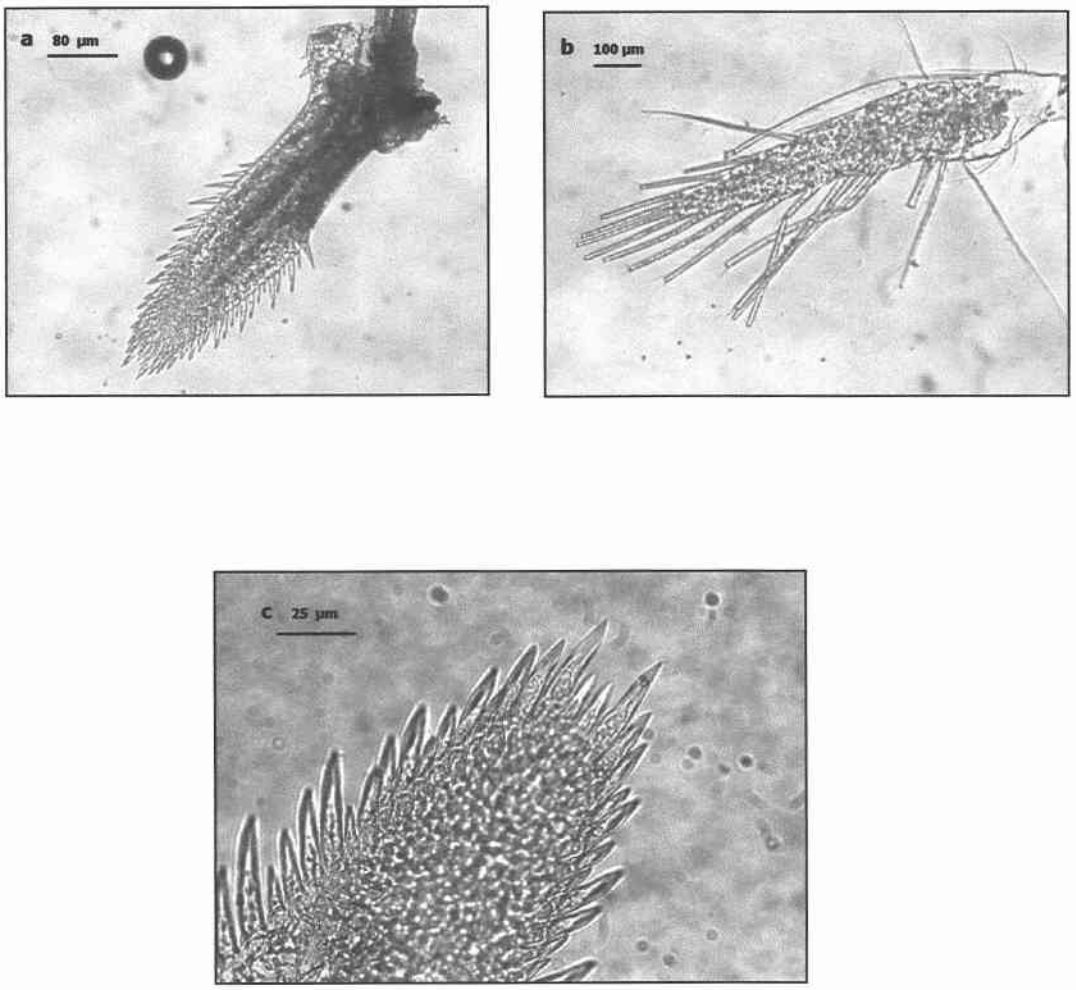
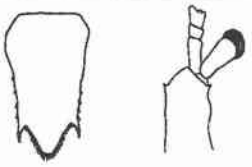
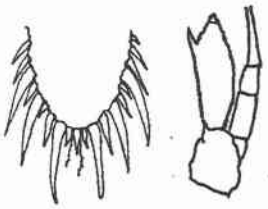


Fig. 3.14. Especie sin determinar 1: (a) télson, (b) escama antenal y (c) detalle del ápice del telson.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

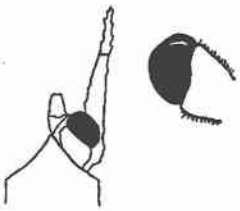
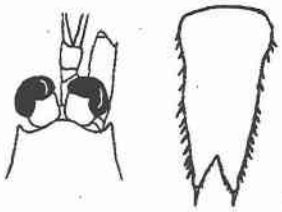
Tabla 3.1. Clave dicotómica para la determinación de misidáceos asociados a fondos someros con fanerógamas marinas en el SE Ibérico.

1	- Telson mucho más corto que el último segmento abdominal.	2
	- Telson mayor, igual o algo menor que el último segmento abdominal.	3
2	- Los márgenes laterales del telson convergen distalmente y terminan en un diente a cada lado. El ápice se sitúa entre estas espinas en forma de lámina redondeada y está densamente armado con espinas. Los ojos son extremadamente largos, tres veces más largos que anchos.	 *Mesopodopsis slabberi*
	- El telson se hace más estrecho en su mitad. El ápice es redondeado, liso y sólo posee 2 (raramente 3) espinas en el centro. El caparazón presenta dos nódulos en su parte dorsal que le da un aspecto de giba.	*Mysidopsis gibbosa*
3	- Telson entero, en forma de lengüeta no hendida.	4
	- Telson alargado con una hendidura en el ápice que forma dos lóbulos, cada uno presenta una espina larga y robusta.	7
4	- El ápice del telson está estrechado y en su ápice presenta dos espinas largas y robustas, entre ellas 3 ó 4 espinas cortas que intercalan 2 setas. La escama antenal es larga y estrecha, cuyo margen externo termina en un fino diente. El ápice de la escama antenal presenta una pequeña sutura.	 5
	- El ápice del telson es redondeado y presenta una serie de espinas largas con 2-3 espinas cortas intercaladas. La escama antenal es muy larga y estrecha, sin dientes, y está segmentada en dos.	6

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

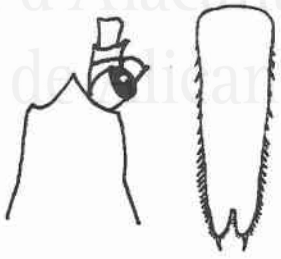
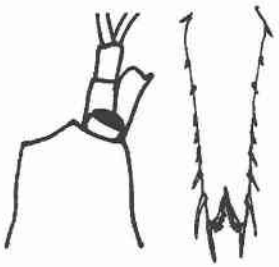
Tabla 3.1 (Continuación)

5	- Rostro triangular, muy largo, que sobrepasa la parte distal del pedúnculo antenal. Posee 4 (raramente 3) espinas pequeñas e iguales en el ápice del telson.	*Siriella armata*
	- Rostro triangular, corto, que no sobrepasa la parte distal del pedúnculo antenal. Posee 3 espinas en el ápice del telson.	*Siriella clausii*
6	- El rostro alcanza la parte distal del primer segmento antenal. La escama antenal es cinco veces más larga que el pedúnculo antenal y está dividida en dos segmentos. El segmento terminal posee entre 11-14 setas a cada lado.	*Leptomysis buergii*
	- El rostro no alcanza la parte distal del primer segmento antenal. La escama antenal es 4 veces el pedúnculo antenal pero igualmente está segmentada en dos. El segmento terminal posee 2-9 setas. Ojos con grandes cromatóforos, que también aparecen por todo el cuerpo.	*Leptomysis lingvura*
	- Rostro que no alcanza la parte distal del primer segmento antenal. La escama antenal es 3,5 veces el pedúnculo antenal pero igualmente estrecha y segmentada en dos. El segmento terminal posee 9 setas. Ojos con escamas.	 *Leptomysis posidoniae*
7	- El rostro es redondeado. La escama antenal es casi tan larga como ancha. El margen externo es liso y termina en un diente. El ápice es redondeado, setoso y con una pequeña sutura distal. La hendidura del telson es estrecha y profunda y alcanza un cuarto del telson. Los márgenes laterales tienen entre 12-20 pequeñas espinas a cada lado, siendo las del ápice de los lóbulos más robustas y largas.	 *Paramysis helleri*

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Tabla 3.1. (Continuación)

- Rostro triangular. La escama antenal es muy pequeña, que se extiende sólo hasta el primer segmento del pedúnculo antenal, y presenta una espina en su margen externo y una sutura distal. La hendidura del telson es estrecha, mucho más corta que un cuarto del telson, y en su interior posee espinas plumosas. En los márgenes del telson tiene entre 25-30 espinas plumosas y una terminal mucho más larga y robusta que el resto.	 *Anchialina agilis*
- Rostro cuadrangular. La escama antenal es muy pequeña, desnuda, con el margen externo recto, que presenta una espina y una sutura distal. La hendidura del telson en su interior posee una línea de espinas a modo de "sierra". En los márgenes del telson hay entre 6 y 20 espinas (dependiendo de la especie) y las dos últimas siempre más robustas que el resto.	 *Gastrossaccus* sp.

3. 4. DISCUSIÓN

3.4.1. Discusión taxonómica

Todas las especies presentes en este estudio pertenecen a la familia Mysidae, grupo mejor representado en el Mediterráneo, que posee unas características morfológicas homogéneas muy bien definidas, lo cual facilita su identificación y la diferenciación de otras familias. Sin embargo, la determinación hasta el nivel de especie en los misidáceos es algo complicada debido a que frecuentemente las diferencias son muy pequeñas y en muchos casos pueden interpretarse como variaciones morfogeográficas.

A partir del excelente trabajo taxonómico de Tattersall y Tattersall (1951) se han realizado distintas revisiones de determinadas familias y géneros (Labat, 1953; Wittmann, 1986 a y b; Wittmann, 1992). Sin embargo no hay trabajos publicados que recopilen y sinteticen toda la información, por lo que los conocimientos referentes a la taxonomía de los misidáceos se encuentran algo

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

dispersos. Si prestamos atención a los trabajos que se refieren al Mediterráneo la situación es peor ya que su número es muy reducido (Băcescu, 1941; Wittmann, 2001).

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Durante la determinación de los individuos recolectados en el presente trabajo no se han encontrado dificultades serias, excepto con unos escasos individuos encontrados en arena, que posiblemente es una especie del género *Leptomysis,* y los individuos del género *Gastrosaccus*. Aun así, la identificación de las algunas especies depende da la fuente bibliográfica consultada, por lo que es interesante su discusión.

Leptomysis buergii

La diferenciación de las especies de este género es algo complicada ya que las diferencias intraespecíficas son muy pequeñas y para el caso de *Leptomysis buergii* y *L. mediterranea* se basan sobre todo en el número de setas del segmento distal de la escama antenal. Según estas características y los distintos autores en los que puede basarse la determinación, los caracteres definitorios serían los siguientes:

⇒ Según Tattersall y Tattersall (1951)

11-16 setas.....*Leptomysis mediterranea* Sars, 1877

⇒ Según Wittmann (1986 b):

11-14 setas .....*Leptomysis buergii* Băcescu, 1966

16-29 setas.....*Leptomysis mediterranea* Sars, 1877

El número de setas de los individuos examinados osciló entre 13 y 14, por lo que se identificó como *L. buergii* según la clave de Wittmann (1986 b).

Leptomysis posidoniae

La determinación de esta especie también es algo compleja, pues la descripción es similar a la de *Leptomysis lingvura* según Tattersall y Tattersall, (1951). Posteriormente, con la revisión del género en Wittmann (1986a) la discusión se basa en el número de setas del segmento terminal de la escama antenal y es la siguiente:

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

⇒Según Tattersall y Tattersall (1951):

4-5 setas .....*Leptomysis ligvura* (Sars) 1868

⇒ Según Wittmann (1986 a y b):

9 setas.....*Leptomysis posidoniae* Wittmann, 1986a

9-12 setas.....*Leptomysis lingvura* (Sars) 1868

El número de setas en los ejemplares del estudio fueron 9 y además posee escamas en el pedúnculo del ojo, otro de los caracteres que definen a la especie *Leptomysis posidoniae* según la revisión más reciente realizada por Wittmann (1986a).

Mesopodopsis slabberi

La taxonomía de la especie *Mesopodopsis slabberi* (van Beneden, 1861), también ha sido materia de controversia y, como se puede ver en Tattersall y Tattersall (1951) y Wittmann (1992), presenta un gran número de sinonimias. Las revisiones más recientes han tratado sobre las diferencias entre las poblaciones mediterráneas y sudafricanas, que se deben principalmente al tamaño y distribución. Finalmente Wittmann (1992) ha propuesto la descripción de tres nuevas especies y una clave de determinación como fruto de esta continua discusión. La especie *M. aegyptica* Wittmann, 1992 presenta también una distribución mediterránea y aunque el hábitat de ambas es similar no suelen coincidir en las muestras. *M. slabberi* parece ligada a zonas con mayor oscilación de salinidad (Wittman, 1992).

Paramysis helleri

Labat (1953) señaló que la especie *Paramysis helleri* (G.O. Sars, 1877) posiblemente tuviese una distribución estrictamente mediterránea (los ejemplares que fueron utilizados para su descripción eran de origen mediterráneo) y describió dos nuevas especies atlánticas, morfológicamente bien diferentes y con una etología particular: *Paramysis nouveli* Labat, 1953 y *Paramysis bacescoi* Labat, 1953. Por ello, es posible que las posteriores citas a la descripción de *Paramysis helleri* en el Canal de la Mancha y en el Mar del Norte sean erróneas.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Leptomysis sp.

La especie sin determinar presenta las características morfológicas del género *Leptomysis* sp. Sin embargo no es posible identificar los individuos examinados con ninguna de las especies conocidas en el Mediterráneo. Aunque el material examinado está muy dañado, parece como si se tratase de una morfología anormal. La variabilidad en el telson y la generación de individuos aberrantes es bastante frecuente en misidáceos como por ejemplo: *Neomysis integer, Praunus flexuosus,* etc. (Mees *et al.,* 1995b) y *Mesopodopsis slabberi* (Wittmann, 1992). Las morfologías aberrantes pueden estar relacionadas con mutaciones por la polución (Holmquist, 1957) o por una regeneración de partes dañadas por la predación (Mees *et al.,* 1995b). También puede tratarse de individuos híbridos, algo que se ha observado para algunas especies (Ariani, 1989; Väinolä y Vainio, 1998).

3. 4.2. Taxocenosis de misidáceos asociados a fanerógamas marinas

La taxocenosis de misidáceos asociados a fondos blandos con fanerógamas marinas resultó en 11 especies, de las cuales 3 son endémicas del Mediterráneo Occidental (*Leptomysis posidoniae, L. buergii* y *Paramysis helleri*) el resto se distribuyen también en el Atlántico (*Siriella clausii, S. armata, Anchialina agilis, Gastrosaccus* sp., *Leptomysis mediterranea, L. lingvura, Mysidopsis gibbosa, Mesopodopsis slabberi*) de las cuales solamente 3 llegan al Mediterráneo Oriental (*S. clausii, L. lingvura* y *M. slabberi*).

Al comparar con otros estudios realizados en fondos someros con fanerógamas marinas en el Mediterráneo, se puede ver que la riqueza específica en este trabajo es relativamente alta (11 especies). Por ejemplo, en las costas francesas e italianas los valores de riqueza específica de fondos someros heterogéneos con fanerógamas marinas y/o algas oscilan entre 4 y 13 especies (Ledoyer 1962; Champalbert y Macquart-Moulin, 1970; Wittman, 1977). Concretamente en praderas de *Posidonia oceanica* más o menos homogéneas Mazzella *et al.* (1989) cita solo 4 especies y Maj y Taramelli (1989) citan 8 especies, tomadas a un rango batimétrico entre 1 y 25 m. Una revisión posterior de Wittmann (2001) sobre los misidáceos asociados a la costa e islas del Golfo de Nápoles permite calcular una riqueza específica cercana a 30 especies, pero se

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

trata de fondos diversos de arena, praderas de fanerógamas y rocas desde 1 hasta 40 m de profundidad, con varios métodos de muestreo (red de mano, trineo hiperbentónico y pipeta de succión), con lo cual se incluyen especies de una distribución de más profundidad y/o de hábitos excavadores y más ligadas al sedimento.

En sistemas menos complejos estructuralmente como pueden ser los fondos de arenas de playas, se han citado un total de 19 especies (San Vicente y Munilla, 2000). Sin embargo este estudio abarca una gran escala geográfica, ya que se muestrearon un total de 11 playas en todo el litoral catalán. A un nivel espacial menor Munilla y Corrales (1995) obtienen ocho especies y San Vicente y Sorbe (1999) obtuvieron diez especies, ambos en playas de Cataluña. En otros sistemas más productivos como pueden ser áreas de estuarios o deltas, la riqueza específica es similar: en dos trabajos realizados en hábitats heterogéneos de *Zostera noltii, Potamogeton* y *Ruppia* en Portugal se obtuvieron siete especies (Azeiteiro y Marques, 1999; Cunha *et al.*, 1999) y en un delta del Mar del Norte Mees *et al.* (1993) obtuvieron ocho especies.

En cuanto a la composición específica de la taxocenosis se observa que todas las especies que componen la taxocenosis de fondos blandos de fanerógamas marinas en el SE Ibérico se asocian a este tipo de fondos en otras áreas geográficas del Mediterráneo, con la adición de otras especies frecuentes como: *Siriella gracilipes, S. caltellabatensis, S. jaltensis, Anchialina oculata, G. sanctus, Leptomysis truncata sardica, L. mediterranea Mysidopsis augusta, Mesopodopsis aegyptia* y *Paramysis arenosa.* Además se advierte la ausencia de géneros como: *Hemimysis, Heteromysis, Diamysis, Paraleptomysis.*

Se observaron cambios tanto en la riqueza como en la composición específica con la profundidad y con el tipo de hábitat, mientras que es relativamente constante a lo largo del año en las muestras.

3.4.3. Cambios batimétricos en la taxocenosis

La composición de la taxocenosis de praderas de *Posidonia* varía con la profundidad. Así, en las muestras obtenidas a –16 m y –22 m están ausentes *S. armata, L. posidoniae, L. buergii, P. helleri* y *M. slabberi.* Por otro lado *A. agilis*

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

está ausente en todas las muestras a menos de 16 m de profundidad. La zonación batimétrica de los misidáceos en fondos blandos someros ha sido descrita por otros autores. Así, Mazzella *et al.* (1989) observó que la fauna vágil de *Posidonia* mostró una consistente zonación en profundidad (de 1 a 30 m). La zona más superficial se caracterizó por un bajo número de especies e individuos, adaptados a una elevada energía ambiental. La zona profunda muestra una persistencia en el tiempo y son especies más estrictamente relacionadas con *Posidonia.* Maj y Taramelli (1989) observaron una relación con la profundidad y el tipo de hábitat. En este estudio la mayoría de especies son definidas como litorales y ubiquistas, se pueden encontrar en distintos hábitats someros, excepto *L. posidoniae* que está íntimamente ligada a fondos con *Posidonia* (Tattersall y Tattersall, 1951; Wittman, 1986 b, 2001). Nunca superan los 50 m de profundidad, excepto *A. agilis* que se distribuye desde la costa hasta el talud continental (Tattersall y Tattersall, 1951; Cartes y Sorbe, 1995). Sin embargo, en los muestreos realizados en El Campello se puede ver que la riqueza específica es mayor en las praderas de *Posidonia oceanica* más superficiales (-10 m) donde se encontraron 5 especies, mientras que en la pradera más profunda (-16 m) se encontraron 3. Este cambio con la profundidad puede estar relacionado también por la influencia del hábitat, ya que los fondos más superficiales son hábitats fragmentados donde coexisten *Posidonia, Cymodocea* y claros de arena.

3.4.4. *Leptomysis posidoniae* Wittmann, 1986*: primera cita para el Levante Ibérico*

Nuestros datos muestran a *Leptomysis posidoniae* como especie característica de fondos blandos someros con fanerógamas marinas, concretamente es muy abundante en las muestras del borde de pradera de *Posidonia*. Esto no había sido mencionado anteriormente en otros trabajos en el Mediterráneo Occidental, salvo los trabajos realizados por el autor en aguas italianas (Wittmann, 1986 a, 2001), donde también mostró una íntima relación con este tipo de hábitats.

No obstante, Mazzella *et al.* (1989) en praderas de *Posidonia* menciona tres especies del género *Leptomysis* sin determinar. Maj y Taramelli (1989) no la nombran en sus estudios realizados en praderas de *Posidonia.*

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Volver al índice/Tornar a l'índex

Además, con respecto a los trabajos más cercanos geográficamente, la taxocenosis de misidáceos de playas catalanas incluye todas las especies que aparecen en este estudio, salvo la especie *L. posidoniae* (San Vicente y Munilla, 2000). Esto es fácilmente explicable si se considera que la distribución de esta especie está íntimamente ligada a la presencia de fanerógamas.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Capítulo 4.

DINÁMICA POBLACIONAL DE LOS MISIDÁCEOS ASOCIADOS A *POSIDONIA OCEANICA* Y PRODUCCIÓN SECUNDARIA DE *SIRIELLA CLAUSII* G.O. SARS, 1877

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

4. DINÁMICA POBLACIONAL DE LOS MISIDÁCEOS ASOCIADOS A *POSIDONIA OCEANICA* Y PRODUCCIÓN SECUNDARIA DE *SIRIELLA CLAUSII* G.O. SARS, 1877

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Resumen: Se estudió la dinámica temporal en las poblaciones de los misidáceos *asociados* a *Posidonia oceanica* y su sincronismo en tres sectores distintos de pradera. Además, para la especie más abundante, *Siriella clausii*, se investigó la evolución temporal en su estructura demográfica y se estimó su producción secundaria mediante los tres métodos de cálculo más aplicados para invertebrados: método de *Hynes*, modelos de *Morin-Bourassa* y de *Brey*. En general, la abundancia del total de misidáceos y de las especies *S. clausii* y *Mysidopsis gibbosa* mostraron un pico en enero. Pero este patrón temporal no fue sincrónico para los tres sitios en el caso de la especie *S. clausii*. *Anchialina agilis* fue la tercera especie presente en estas praderas, pero su escasa abundancia no permite hacer una interpretación de su distribución espacio-temporal. El patrón temporal de la abundancia de *S. clausii* fue muy distinto en los diferentes sectores estudiados, incluso a veces opuesto, posiblemente relacionado con su distribución de tipo agregativa y a factores locales de tipo estocástico más que debido a factores que guarden una cierta estacionalidad como puede ser la temperatura, características del hábitat, depredación, etc. Por otro lado, la evolución temporal de la estructura poblacional si que fue sincrónica en los tres sectores estudiados. También fueron muy similares los valores de producción, que en general oscilaron entre 17 y 50 mg_{pslc}/m^2/año, dependiendo del método de cálculo aplicado. Comparado con los valores estimados para misidáceos en otros medios se puede decir que la producción secundaria en praderas de *Posidonia oceanica* es intermedia entre medios altamente productivos como son los estuarios y medios de producción limitada, como son los de profundidades batiales. Respecto a las diferencias con otros peracáridos, los misidáceos producen más que los isópodos y menos que los anfípodos, posiblemente relacionado con el ciclo de vida y estrategias reproductoras.

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

4.1. INTRODUCCIÓN

Los misidáceos son una de las fracciones más importantes de la epifauna vágil de fondos blandos someros, tanto en praderas de fanerógamas y de algas (Ledoyer *et al.*, 1962; Mazzella *et al.*, 1989; Sánchez-Jerez *et al.*, 1999) como en playas de arena (Munilla *et al.*, 1998; San Vicente y Sorbe, 1999). Concretamente *Siriella clausii* es una especie ubiquista (Tattersall y Tattersall, 1951) dominante en hábitats con vegetación, como son las praderas de *Posidonia oceanica* en el Mediterráneo (Ledoyer, 1962; Maj y Taramelli, 1989; Mazzella *et al.*, 1989; Sánchez-Jerez *et al.*, 1999; Wittmann, 2001) y en los hábitats estuarinos del Atlántico con distintos tipos de macrófitos (Cunha *et al.*, 1999; Azeiteiro y Marques, 1999).

La importancia de los misidáceos como recurso trófico en este tipo de fondos, especialmente en las praderas de *Posidonia oceanica*, ha sido demostrada por numerosos trabajos, donde los misidáceos constituyen una de las presas preferentes de peces que, en muchos casos, presentan un interés comercial (Bell y Harmelin-Vivien, 1983; Benmouna *et al.*, 1986; Guillén y Martínez, 1995; Cardinale *et al.*, 1997; Tudela y Palomera, 1997; Tuset *et al.*, 1997).

A pesar de ello, no se han estudiado con detalle aspectos ecológicos tan importantes como su dinámica poblacional y su producción secundaria en praderas de *Posidonia oceanica*. Los datos que existen al respecto son estudios generales sobre la epifauna vágil donde se observa que los misidáceos asociados a praderas de *Posidonia oceanica* presentan una gran abundancia, distribuida en parches y con fuertes fluctuaciones temporales en sus poblamientos (Mazzella *et al.*, 1989; Sánchez-Jerez *et al.*, 1999).

Los patrones de distribución espacio-temporal de los misidáceos posiblemente están muy influenciados por el tipo de reproducción de los peracáridos (Virnstein, 1987). La progenie se libera al medio una vez se han desarrollado suficientemente, manteniéndose junto con los adultos en grandes enjambres. Por este motivo, el crecimiento de sus poblaciones en determinados sectores de un mismo hábitat puede ser a diferentes pulsos. Además las poblaciones de misidáceos en climas templados, al igual que sucede para muchos

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

peracáridos, se caracterizan por una reproducción continua de sus hembras que producen varias generaciones al año (Mauchline, 1980).

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Por otra parte, factores biológicos como la depredación (Stoner, 1980; Howard *et al.*, 1989), la competencia por los recursos tróficos (Edgar, 1990) y las migraciones (Boström y Bonsdorff, 2000), pueden influir en la disminución de sus poblaciones ante determinadas circunstancias. También hay que tener en cuenta que la complejidad de la pradera de *Posidonia oceanica* (cobertura y densidad) varía espacialmente debido a cambios en las condiciones del medio o a perturbaciones (Sanchez-Lizaso *et al.*, 1990; Manzanera *et al.*, 1996) y estacionalmente como resultado del crecimiento foliar, influyendo en la fauna que vive asociada (Stoner y Lewis, 1985; Duarte, 1989; Carr, 1994). No hay que olvidar el efecto de factores abióticos en los cambios espacio-temporales de las poblaciones de misidáceos, como son las variaciones en los parámetros ambientales del agua (temperatura, oxígeno, turbidez, etc.), y en las características del sedimento (tamaño de grano, materia orgánica, etc.) (Edgar, 1990).

Con respecto a la producción secundaria de misidáceos, existen diversos estudios que aportan interesantes datos utilizando metodologías similares en varios tipos de fondos: plataforma (San Vicente y Sorbe, 1990 y 1995), playas (San Vicente y Sorbe, 1993) y en estuarios (Mees *et al.*, 1994). Conocer la producción secundaria es de gran importancia para evaluar el potencial trófico de la fauna de praderas para sostener poblaciones de consumidores y no existen datos sobre producción en praderas de *Posidonia oceanica*.

Por la importancia ecológica de los misidáceos en praderas de *Posidonia oceanica* se planteó el estudio de su dinámica poblacional, comparando varios sectores de una pradera, separados por varios kilómetros. Por otra parte, se consideró adecuado estudiar los cambios en la estructura demográfica y estimar la producción de *Siriella clausii,* con el fin de tener una primera estimación de la producción secundaria de uno de los componentes principales de la epifauna de las praderas de *Posidonia oceanica*.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Los objetivos concretos del estudio fueron:

1. Describir los patrones de variabilidad temporal de los misidáceos, estableciendo comparaciones entre diferentes sectores de pradera de *Posidonia oceanica*.

2. Identificar los cambios en la estructura poblacional de *Siriella clausii* a los largo de un ciclo anual y su sincronismo entre diferentes sectores de la pradera.

3. Determinar la producción secundaria de la especie *Siriella clausii*, comparando los valores obtenidos mediante varios métodos de cálculo.

4.2. MATERIAL Y MÉTODOS

4.2.1. Area de estudio

El estudio se realizó en la pradera de *P. oceanica* que crece a lo largo de la costa norte del término municipal de El Campello (Alicante, SE Ibérico) (Figura 2.1, Capítulo 2). Desde noviembre de 1994 hasta septiembre de 1995 se muestreó la epifauna asociada al estrato foliar en seis tiempos diferentes cada dos meses (T1: 25 de noviembre de 1994; T2: 4 de enero, T3: 16 de marzo, T4: 22 de mayo, T5: 27 de julio y T6: 9 de septiembre de 1995). El muestreo se repitió simultáneamente en tres sitios seleccionados al azar y distantes dos kilómetros entre ellos: S1, El Carritxal; S2, Loma de Rejas y S3, Coveta Fumà. Existe una descripción general de las comunidades que podemos encontrar en el área de estudio en el Capítulo 2 basada en la cartografía realizada por Ramos-Esplá *et al.* (1990, 1993).

La temperatura, a – 16 m, mostró una pauta estacional habitual, con un máximo en septiembre (21.5º C) y un mínimo en marzo (13.5º C). No existieron diferencias entre los sitios de muestreo (Fig. 4. 2).

4.2.2. Caracterización de la pradera de Posidonia

Se realizó una descripción de los cambios espacio-temporales en la estructura de la pradera de *P. oceanica* en cada sitio de muestreo. Espacialmente, los cambios se definieron mediante datos de densidad de haces y cobertura,

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

calculando la densidad global de la pradera (núm. de haces por m^2 de substrato). Los cambios temporales se estimaron a partir de la biomasa foliar. Para ello se recolectaron 20 haces al azar en cada tiempo de muestreo y en cada sitio, secando las hojas durante 48 h a 90º C, y pesándolos en una balanza.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

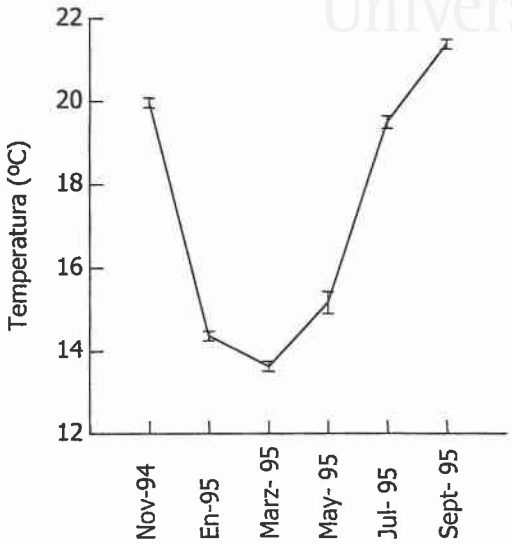


Fig. 4.2. Variación temporal de la temperatura media de los tres sitios de muestreo (± error estándar).

4.2.3. Método de muestreo de misidáceos

El método de muestreo para capturar los misidáceos ligados al estrato foliar fue la red de mano (Russo *et al.*, 1984; Sánchez-Jerez *et al.*, 1999) (ver apartado 2 del cap. 2). Se realizaron un total de 5 réplicas de 4 m^2 por muestreo en cada uno de los sitios y seis tiempos de muestreo. Para posteriores comparaciones se puede considerar esta superficie a un volumen equivalente de 0.8 m^3 (4 m^2 x 0.2 m de altura de la red de mano).

4.2.4. Identificación y mediciones morfológicas

Se identificaron al nivel de especie todos los individuos de misidáceos, estimando su abundancia como número de individuos por 4 m^2.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Para el estudio de dinámica de poblaciones y estimación de la producción secundaria se eligió la especie dominante, *Siriella clausii.* Todos los ejemplares de cada muestra (excepto aquellos muy deteriorados) fueron medidos, asignándoles una de las categorías de la población definidas por Mauchline (1980) y siguiendo la bibliografía de Sorbe (1991) y San Vicente y Sorbe (1990, 1993):

- *Juvenil* (juv): sin diferenciación de caracteres sexuales secundarios.
- *Hembras inmaduras* (hi): marsupio poco desarrollado.
- *Hembras vacías o post-incubantes* (hv): hembras con el marsupio bien desarrollado que no están incubando, por haber liberado las crías o por haberla perdido en el proceso del muestreo.
- *Hembras incubantes* (h inc): presentan huevos o larvas en el interior del marsupio.
- *Machos inmaduros* (mi): no presenta el penacho setoso (*lobus masculinus*) en la base de la anténula ni el pene desarrollado en la base del 8º apéndice torácico.
- *Machos adultos* (m): machos con *lobus masculinus* y pene bien desarrollados.

También se obtuvieron datos sobre la capacidad de reproducción y fecundidad de todas las hembras incubantes con respecto al número de individuos intramarsupiales, estadio de desarrollo de los embriones y larvas y su orientación en el marsupio. El desarrollo intramarsupial se definió según tres categorías: estadio 1 = embriones redondeados, estadio 2= larvas alargadas sin ojos y estadio 3= larvas con ojos pigmentados y apéndices (Wittmann, 1981). Se prestó atención a la existencia de casos de adopción, que se trata de larvas adoptadas por una hembra distinta y que están en un estado de desarrollo superior. También se calculó la relación alométrica entre la longitud total de hembra incubante y tamaño de la cría (nº individuos/marsupio).

La talla de cada individuo se obtuvo por la medida directa de la longitud total (Lt: desde el ápice del rostro hasta la parte final de los urópodos, excluyendo las setas). Se eligió como dimensión de la talla individual la longitud total por considerarla más precisa. Tradicionalmente se ha medido la longitud del caparazón, ya que intentar medir la longitud total de un individuo mediante un micrómetro era complicado debido a la típica flexión del cuerpo de los misidáceos. Este problema se solventó al realizar las medidas a partir de las imágenes tomadas mediante una

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

cámara de vídeo adaptada a la lupa binocular y mediante técnicas de tratamiento de imágenes (programa informático *Image Tool*). El método fue calibrado previamente mediante medidas con un micrómetro convencional y la precisión fue de ± 10 µm.

Se midió la longitud del caparazón (Lc: desde el ápice del rostro hasta el borde de la parte posterior dorsal del caparazón, en vista lateral) cuando el ejemplar estaba roto. De cada muestra se seleccionaron los individuos mejor conservados para medir la Lt y Lc y calcular la regresión linear. Estas regresiones se utilizaron para calcular Lt en el caso de individuos rotos.

Para el análisis de la estructura poblacional de *S. clausii* se calculó la frecuencia de tallas (%) para las diferentes categorías poblacionales, para el total de muestras y para cada sitio en cada tiempo de muestreo. Se establecieron 11 clases de tallas determinadas a partir de la talla mínima y la talla máxima (mm) de todos los individuos medidos.

4.2.5. Cálculo de la producción secundaria

Para los cálculos de producción son necesarios datos del peso individual de cada una de las clases de talla y biomasa de la muestra en peso seco y en peso seco libre de cenizas. Para ello se midieron estas variables en los mismos individuos bien conservados que se utilizaron para establecer la relación Lt y Lc. El peso seco (*ps*) se midió después de 24 horas en una estufa a 80º C. El peso seco libre de cenizas (*pslc*) se calculó después de incinerar los especímenes en un horno a 450 º C, durante 2 h, y restarle este valor al peso seco. El pesado se realizó mediante una electrobalanza CAHN con una precisión de ± 1 µg.

Se calcularon las rectas de regresión entre *Lt* y el *pslc* para estimar el peso medio individual de cada clase de talla (mg), necesario para los cálculos de producción. La biomasa total (*pslc*) de cada muestra (mg) se calculó como el sumatorio del peso estimado para el total de individuos de cada clase de talla. Esto constituye un método no destructivo para la mayor parte de la muestra. Además, considerando que la mayor proporción de los individuos está dañada, es

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

probablemente una forma más real de la estimación de la biomasa que la medida directa del peso de la muestra (Sorbe, 1991).

La producción secundaria anual (P) fue obtenida aplicando métodos ya utilizados anteriormente por varios autores (Sorbe, 1991; San Vicente y Sorbe, 1995; Cunha, 1999). Los métodos clásicos de cálculo de la producción no pueden ser utilizados en el caso de esta población, pues es imposible seguir la evolución de las generaciones a lo largo del ciclo anual con los histogramas de frecuencias de tallas. Los métodos que se proponen permiten salvar esta dificultad.

a) Método de Hynes (size-frecuency) modificado por Menzies (1980):

$$P = [i \sum_{1}^{i} [(\overline{d}_j - \overline{d}_{j+i})(\overline{w}_j * \overline{w}_{j+i})^{1/2}] \, 12/CPI$$

P: producción secundaria anual (mg/m^2/año)
i: número de clases de talla
$\overline{d}_j$: densidad media en la clase de talla j (ind/ m^2)
$\overline{w}_j$: peso medio individual en la clase de talla j (mg)
C.P.I.: "Cohort Production Interval" (intervalo de producción de cohortes en meses).

El peso medio individual de cada clase de talla se obtuvo a partir de la ecuación de la relación alométrica entre peso individual (mg_{pslc}) y Lt (mm). Para estimar la producción los individuos de cada muestra estacional (6 tiempos) se distribuyeron en 6 clases de talla (i=6). A la hora de realizar los cálculos de producción es conveniente que el número de clases de tallas no supere el de las muestras estacionales (6), por lo que los datos se agruparon en 6 clases de talla (i=6). Sin embargo, los histogramas de frecuencia de tallas se realizaron con 11 clases de tallas, que permite apreciar mejor la distribución de tallas en las diferentes categorías demográficas.

b) Ecuación de regresión múltiple de Morin y Bourassa (1992):

$$\log P = -0.75 + 1.01 \log \overline{B} - 0.34 \log \overline{W} + 0.037 \, T'$$

P: producción anual (g_{ps}/ m^2/ año)
$\overline{B}$: biomasa media anual (g_{ps} /m^2)

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

$\overline{D}$: densidad media anual (ind/m^2)
$\overline{W}$: peso medio individual (g_{ps})= $\overline{B}/\overline{D}$
T': $\Sigma (B_i T_i) / \Sigma B_i$
B_i: biomasa (g_{ps}) en la muestra i
T_i: temperatura (° C) en la muestra i

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

c) Modelo empírico de Brey (1990), propuesto para crustáceos macrobentónicos:

$$\text{Log } P = -0.614 + 1.022 \log \overline{B} - 0.360 \log \overline{W}$$

P: producción anual (g_{psl}/m^2/año)
$\overline{B}$: biomasa media anual (g_{psl} /m^2)
$\overline{W}$: peso medio individual (g_{psl})= $\overline{B}/\overline{D}$
$\overline{D}$: densidad media anual (ind/m^2)

4.2.6. Análisis de los datos

El análisis de los datos de abundancia se realizó mediante técnicas de Análisis de la Varianza (ANOVA; Underwood, 1981). La hipótesis bajo la cual se diseñó el experimento fue que los cambios temporales en la estructura de los poblamientos de misidáceos pueden ser distintos entre sectores separados varios kilómetros. El diseño experimental consideró dos factores: Factor Tiempo, con seis tratamientos (T1-T6), seleccionados en el periodo de noviembre de 1994 a noviembre de 1995 y separados entre ellos alrededor de dos meses; Factor Sitio, con tres tratamientos (S1, S2 y S3), que corresponden a diferentes sectores de pradera seleccionados al azar dentro del área de estudio, separados varios kms (ortogonal y al azar) (Fig. 2.1, capítulo 2). Las variables utilizadas en el análisis fueron, la abundancia total y de cada una de las especies de misidáceos.

También se aplicó un test de chi-cuadrado al índice de dispersión I, para identificar la existencia de distribuciones agregadas o no entre las muestras: $X^2 = I$ (n-1) , donde X^2 es el valor de chi-cuadrado con n-1 grados de libertad, n= número de muestras y I es igual al índice de dispersión = varianza/media (Krebs, 1989).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

4.3. RESULTADOS

4.3.1. Pradera de Posidonia oceanica

La densidad global de la pradera de *Posidonia oceanica* presentó en S1 (Carritxal) un valor mínimo con 108.95 haces/m^2, seguido de S2 (Loma de Rejas) con 165.53 haces/m^2 y un valor máximo en S3 (Coveta) con 185.43 haces/m^2. La biomasa foliar en la pradera fluctuó estacionalmente, siendo menor en los meses de noviembre y marzo (85.2-14.3 g_{ps}/m^2) y aumentando hasta su máximo en los meses estivales (julio y septiembre). En S2 y S3 en julio se obtuvieron valores cercanos a 300 g_{ps}/m^2, siendo muy inferior en S1 (243.7 g_{ps}/m^2).

4.3.2. Cambios espacio-temporales en la abundancia de misidáceos

La abundancia media del total de misidáceos resultó 92.07 individuos/4m^2 (Tabla 4.2). Aunque no existieron diferencias significativas entre los distintos tiempos (Tabla 4.3), se aprecia un ligero aumento de la abundancia de misidáceos en enero (Tabla 4.2; Fig. 4.3 a). Sin embargo, al analizar este patrón por sitios, se identificaron importantes diferencias (TxS, $p<0.001$, Tabla 4.3). El S1 mostró un pico de abundancia en noviembre y mayo, en el S2 entre enero y marzo y en el S3 en julio (Fig. 4.3 b).

Respecto a la riqueza específica de estas praderas, se encontraron tres especies, de las cuales *Siriella clausii* representó el 94.4 % del total de misidáceos capturados, marcando la pauta espacial y temporal del total. *Mysidopsis gibbosa* y *Anchialina agilis* representaron un 4.6 y un 1 %, respectivamente. En el tiempo 6 del S3 aparecieron varios individuos de las especies *Leptomysis posidoniae* y *L. buergii,* pero que no se han considerado en los análisis de este trabajo por ser un dato muy puntual.

Siriella clausii presentó una abundancia media de 86.89 individuos/4m^2 (Tabla 4.2), con un pico en enero (Fig 3.a). Los resultados de los análisis de la abundancia de *Siriella clausii* fueron similares a los del total de misidáceos, con diferencias significativas en la interacción entre los tiempos y sitios (ANOVA, TxS, $p < 0.01$, Tabla 4.3). En general la abundancia de *S. clausii* fue más abundante en el S3 (Coveta) y S2 (Loma de Rejas), llegando en este sitio a su valor máximo en enero con 252 individuos/4 m^2 (Fig. 4. 3b).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Tabla 4.2.- Abundancia media ± error estándar del total y de cada una de las especies de misidáceos: *Siriella clausii, Mysidopsis gibbosa* y *Anchialina agilis* en cada tiempo y en cada uno de los sitios de muestreo: Sitio 1: Carritxal; Sitio 2: Loma de Rejas; Sitio 3: Coveta Fumá.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

	Abundancias (individuos/4m^2)			
	Total misidáceos	***Siriella clausii***	***Mysidopsis gibbosa***	***Anchialina agilis***
Nov-94	86.20 ± 12.043	84.20 ± 11.94	1.00 ± 0.24	1.00 ± 0.40
En-95	131.00 ± 16.89	117.00 ± 15.65	12.53 ± 2.31	1.47 ± 0.42
Marz-95	101.06 ± 18.35	92.27 ± 17.44	8.47 ± 1.42	0.33 ± 0.19
May-95	86.06 ± 10.07	83.93 ± 9.85	1.33 ± 0.59	0.80 ± 0.34
Jul-95	78.80 ± 21.86	78.67 ± 21.81	0.07 ± 0.07	0.07 ± 0.07
Sep-95	69.27 ± 12.12	65.27 ± 11.67	1.93 ± 0.54	2.07 ± 1.10
Sitio 1	75.07 ± 7.55	71.23 ± 7.44	2.93 ± 0.87	0.90 ± 0.45
Sitio 2	96.00 ± 14.90	90.13 ± 13.65	5.37 ± 1.51	0.50 ± 0.16
Sitio 3	105.13 ± 10.28	99.30 ± 10.38	4.37 ± 1.01	1.47 ± 0.46
Total	92.07 ± 6.60	86.89 ± 6.29	4.22 ± 0.67	0.96 ± 0.22

Tabla 4.3. Resultados del análisis de la varianza (factores = T: tiempo; S: sitio), de la abundancia de misidáceos. t.f.= tipo de factor (A, al azar; F, fijo); g.l.= grados de libertad; CM = Cuadrados Medios; P, nivel de significación (ns, no significativo,* P<0.05, ** P<0.01,***, P<0.001).

				Total misidáceos		***Siriella clausii***		***Mysidopsis gibbosa***		***Anchialina agilis***	
Fuentes de variación	t.f.	g.l.	F versus	C. M.	P	C.M..	P	C. M.	P	C. M.	P
Tiempo	F	5	TxS	7089.20	ns	4460.07	ns	14.90	***	0.85	ns
Sitio	A	2	Residual	7128.13	***	6144.88	***	1.31	ns	0.63	ns
TxS		10	Residual	21424.77	***	20455.88	***	0.78	ns	0.62	ns
Residual		72		1181.41		1073.81		0.47			
Transformación				no		no		√(X+1)		no	
Test Cochran's				C=0.13	ns	C=0.14	ns	C=0.16	ns	C=0.22	ns
Test S.N.K.				S1: T1=T4> resto S2: T2=T3> resto S3: T5> resto		S1: T1=T4> resto S2: T2=T3> resto S3: T5> resto		T2=T3>resto		no	

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Mysidopsis gibbosa mostró una abundancia media de 4.22 individuos/4m^2 (Tabla 4.2), sin diferencias significativas entre sitios (Tabla 4.3). La abundancia fue significativamente mayor en enero y marzo en todos los sitios de muestreo (ANOVA, SNK, Tabla 4.3; Fig. 4.3 a y b), llegando a alcanzar en enero una abundancia máxima de 12.53 individuos/4m^2. Tanto los valores de abundancia como el patrón de variación temporal de esta especie fueron similares en todos los sitios de muestreo (ANOVA, Tabla 4.3; Fig. 3 b).

Anchialina agilis mostró una abundancia muy baja en todos los tiempos con una media de 0.96 individuos/4m^2 (Tabla 4.2). No se encontraron diferencias ni con relación a estos factores ni con la interacción (ANOVA, Tabla 4.3). La máxima abundancia que se obtuvo para esta especie fue de 13 individuos/4m^2 en septiembre y en el S1 (Carritxal).

El análisis del índice de dispersión aplicado a las abundancias de las tres especies resultó en una distribución agregada para la mayoría de las muestras de *S. clausii* (I= 3.02-30.8; X^2, p< 0.001), excepto en T2-S1 y T4-S3. Para *M. gibbosa* la distribución fue agregada en el periodo de mayor abundancia, T2 y T3 y en el S1 y S3 del T4 (I= 3-6; X^2, p< 0.001) y el resto de muestras, dieron un valor de abundancia cero o una distribución al azar. *Anchialina agilis* mostró en general una distribución al azar en su escasa abundancia, salvo en T1-S3 y T6-S1 y T6-S3 donde la distribución fue agregada (I=23.6-52; X^2, p< 0.001).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

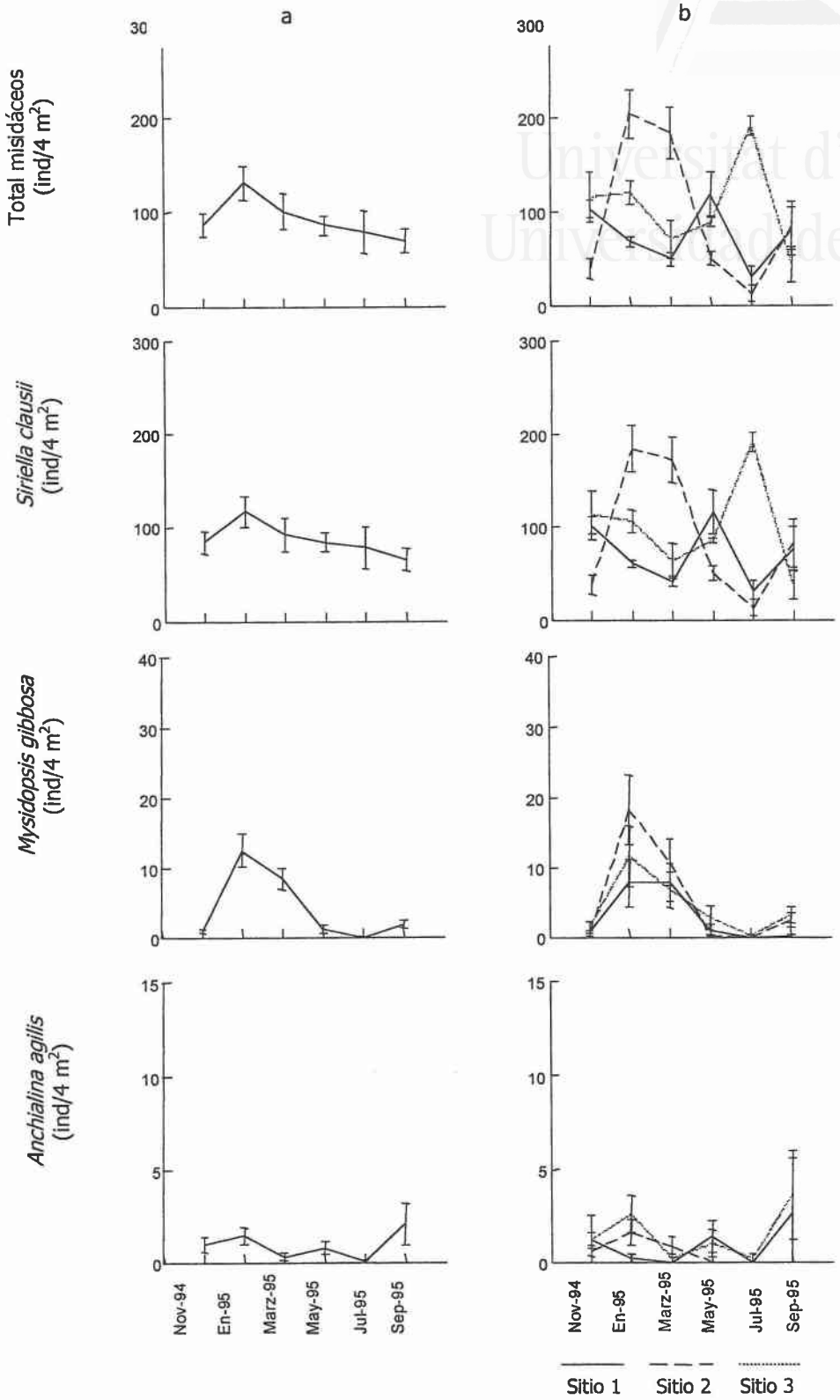


Fig. 4.3. Variación temporal en la abundancia del total y de cada una de las especies de misidáceos (± error estándar): *Siriella clausii, Mysidopsis gibbosa* y *Anchialina agilis* (a) en general y (b) en cada uno de los sitios de muestreo: Sitio 1: Carritxal; Sitio 2: Loma de Rejas; Sitio 3: Coveta Fumá.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

4.3.3. Relaciones alométricas

La relación alométrica entre la longitud total (Lt en mm) y la longitud del caparazón (Lc en mm) fue:

$$Lt = 3.4774\ Lc^{1.0006}$$ (N=80; E.S.= 0.6510; r= 0.9740, p<0.001) (Fig. 4.4 a)

El peso seco libre de cenizas (*pslc*) y peso seco (*ps*), en mg, presentaron la siguiente relación alométrica:

$ps = 1.0714\ pslc$ (N=80; E. S.=0.05; r=0.9899, p<0.001)

Por su parte, el *pslc* presentó una relación positiva y significativa con *Lt*:

$pslc = 0.0029\ Lt^{2.3957}$ (N=80; E.S.=0.0794; r=0.95553, p<0.001) (Fig. 4.4 b)

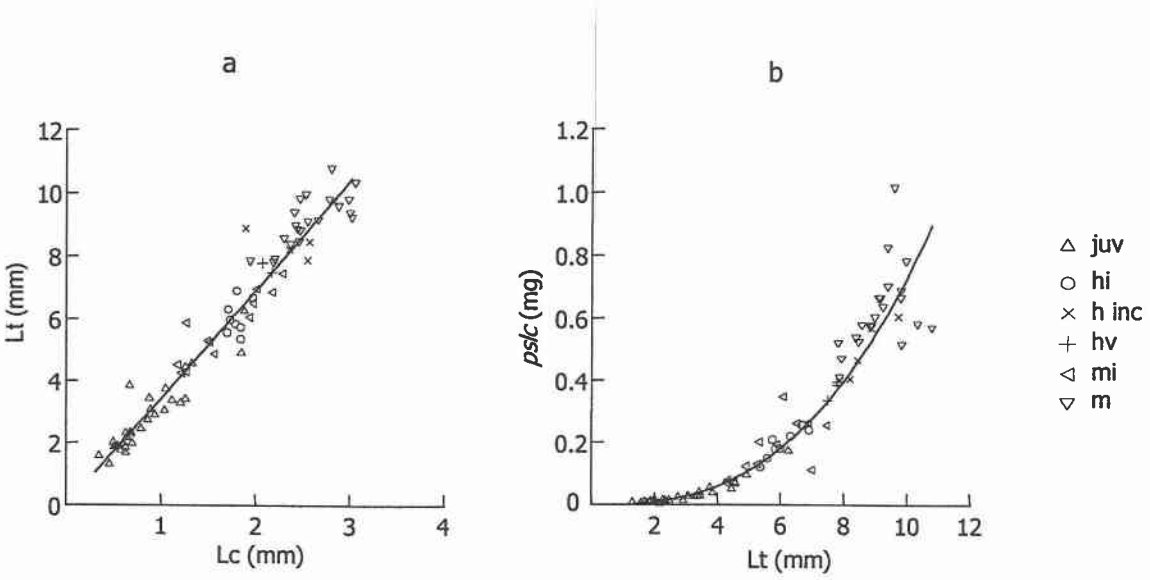


Fig. 4.4. Relación entre la longitud total (Lt) y la longitud del caparazón (Lc) y el peso seco libre de cenizas (*pslc*) de *Siriella clausii* (N=80). juv: juveniles; hi: hembra inmadura; h inc: hembra incubante; hv: hembra vacía o postincubante; mi: macho inmaduro; m: macho.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

4.3.4. Estructura demográfica de la población

El análisis de la estructura de la población de *Siriella clausii* mostró una fuerte variación de los distintos porcentajes de las clases de tallas o categorías de la población a lo largo del periodo de estudio (Fig. 4.5 a; Tabla 4.4). Este patrón temporal de composición de la población fue similar en los distintos sitios de muestreo (Fig. 4.5 b). Por esta razón finalmente se analizó la estructura de la población con los datos acumulados de los tres sitios (área total de muestreo en cada tiempo 60 m^2), incrementando el número total de individuos considerados.

Tabla 4.4. Evolución temporal de la estructura demográfica de *Siriella clausii* en praderas de *Posidonia oceanica* (-16 m) en el Campello (Alicante) durante noviembre del 94 y septiembre de 95 (datos acumulados de 3 sitios de muestreo, 60 m^2 de área de muestreo total en cada tiempo). juv: juveniles; hi: hembra inmadura; hv: hembra vacía o postincubante; h inc: hembra incubante; mi: macho inmaduro; m: macho; indet: indeterminados; h/m: sex-ratio; N: nº individuos examinados.

	% juv	% hi	% hv	% h inc	% mi	% m	% indet.	*sex-ratio*	N
Nov-94	49.01	18.69	13.93	0.63	9.03	8.71	0	1.87	1263
En-95	74.70	9.69	7.06	0.23	4.67	3.65	0	2.04	1755
Marz-95	74.11	6.00	2.46	1.95	7.74	7.74	0	0.67	1383
May-95	30.52	19.31	6.44	1.83	19.79	16.92	5.17	0.75	1258
Jul-95	30.94	12.76	11.16	1.61	26.20	14.79	2.54	0.62	1183
Sept-95	52.80	11.93	7.24	0.51	14.47	9.48	3.57	0.82	981
Total	53.98	12.78	7.90	1.10	12.83	9.74	1.66	0.96	7823

Con respecto al porcentaje, los juveniles estuvieron presentes en todos los tiempos examinados abarcando tallas desde 1 hasta 6 mm. Su representación fue mayor en enero y marzo (74.7 %), con una gran abundancia de las tallas más pequeñas, entre 2 y 4 mm. En mayo y julio disminuyó la proporción de juveniles, pero hubo una mayor proporción de tallas de 5-6 mm, que coinciden en muchos casos con la talla de inmaduros. En septiembre hubo otro incremento en la proporción de juveniles (52.8 %), estando más representadas las tallas 3 y 4 mm (Fig. 4.5; Tabla 4.4).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

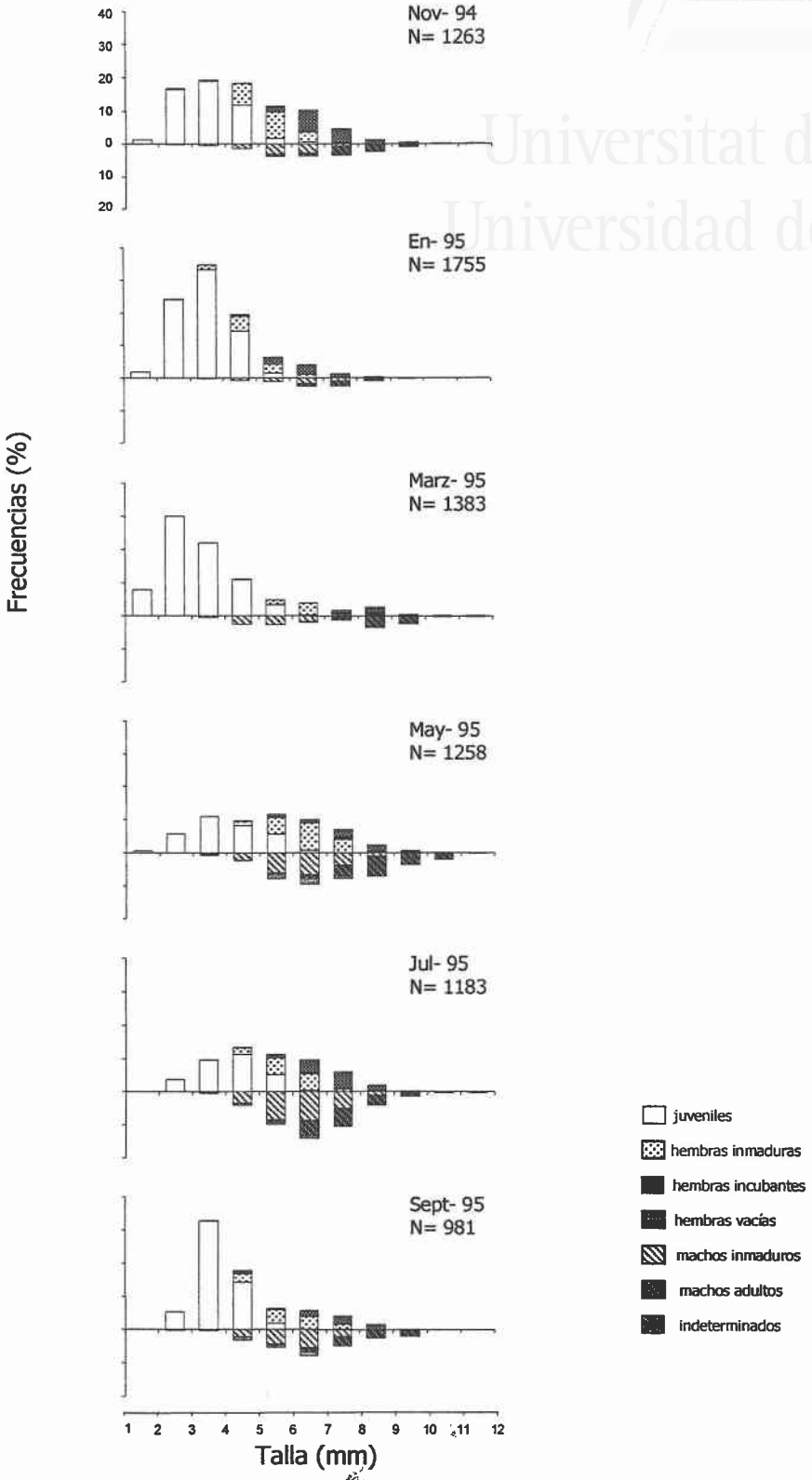


Fig. 4.5 a. Histogramas de frecuencias de tallas de *Siriella clausii,* con respecto a las diferentes categorías demográficas, en praderas de *Posidonia oceanica* (-16 m) en el Campello (Alicante) durante noviembre del 94 y septiembre de 95 (datos acumulados de 3 sitios de muestreo, 60 m^2 de área de muestreo total en cada tiempo).

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

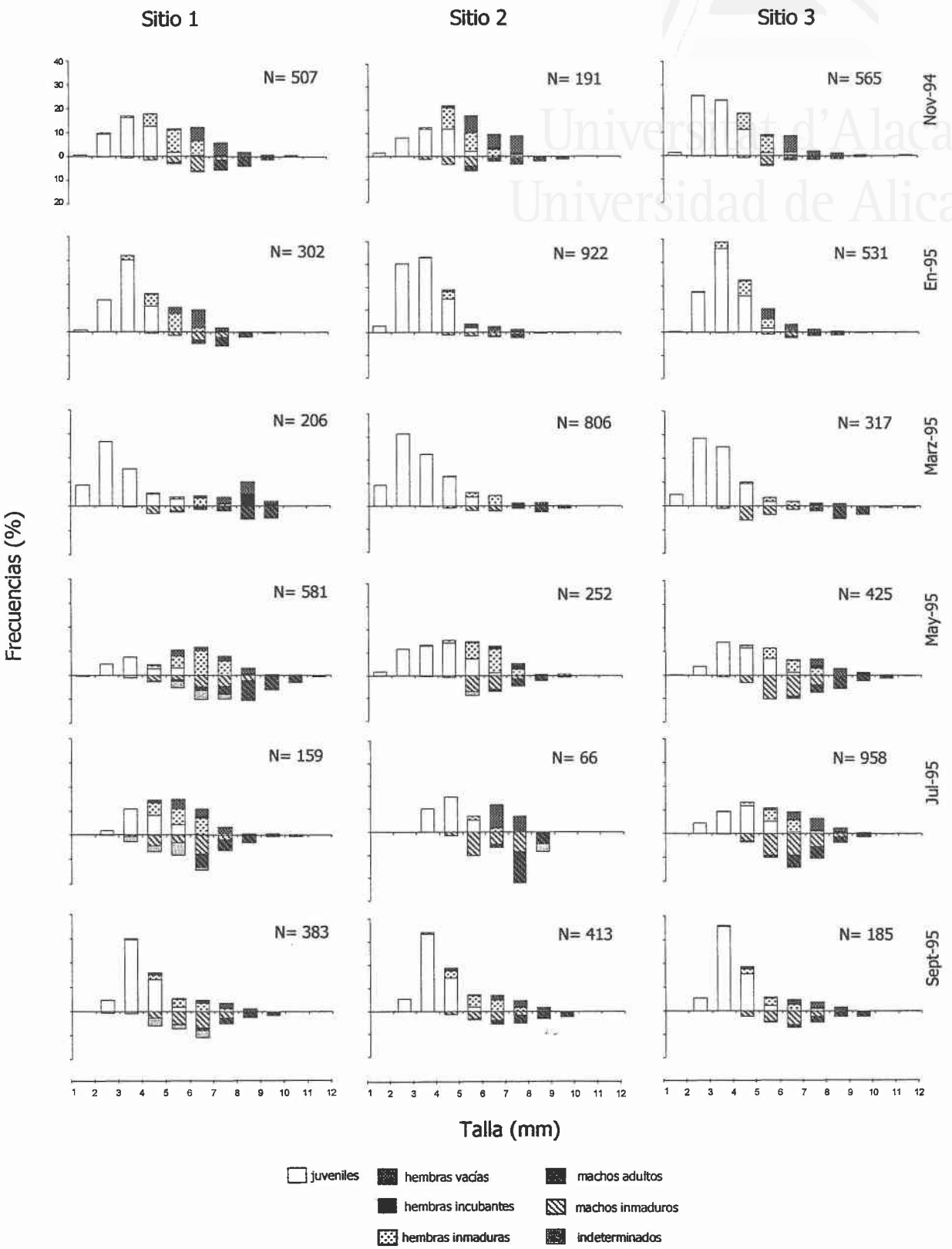


Fig. 4.5 b. Histogramas de frecuencias de tallas de *Siriella clausii,* con respecto a las diferentes categorías demográficas, en tres sitios distintos de pradera de *Posidonia oceanica* (-16 m) en el Campello (Alicante) durante noviembre 94 y septiembre 95 (20 m^2 de área de muestreo total en cada tiempo).

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

El porcentaje de machos inmaduros y adultos fue mayor en mayo y julio (Fig. 4.5; Tabla 4.4). Se observó que hay una mayor proporción de tallas mayores para los machos adultos en marzo y mayo (Fig. 4.5).

El porcentaje de hembras adultas vacías presentó dos picos, uno en noviembre y otro en julio. Las hembras incubantes están presentes durante todo el año, aunque su representación fue muy baja (1.1 %). Las hembras inmaduras predominaron en noviembre y mayo. Las tallas mayores de hembra adultas, incluyendo las incubantes se dieron en marzo (Fig. 4.5; Tabla 4.4).

El patrón de evolución del porcentaje de cada categoría coincidió con la evolución de sus abundancias (Fig. 4.6). Igualmente, los juveniles mostraron un máximo en enero que disminuyó ligeramente en marzo, descendiendo bruscamente en mayo y julio. Machos adultos e inmaduros coincidieron con el incremento en su abundancia entre marzo y mayo, para disminuir al final del verano. Los valores altos de abundancia de hembras en noviembre disminuyeron hasta marzo. Las hembras inmaduras aumentaron en marzo con un pico en mayo, y las hembras maduras presentaron un pico en julio.

Calculado a partir del número total de hembras y de machos en cada tiempo de muestreo, el sex-ratio fue siempre menor a 1, es decir, mayor número de machos que de hembras, excepto para noviembre y enero (Tabla 4.4).

Todos los datos sugieren la existencia de una fase principal de reclutamiento de juveniles de *S. clausii* en invierno, concretamente en enero, coincidiendo con el máximo en la densidad total de esta especie. Por la evolución de la composición de la población parece que a finales de verano, en septiembre, podría haber una segunda fase de reclutamiento, pero de menor magnitud y que no aparece reflejado en la gráfica de la evolución de la densidad total. Estos juveniles deben pertenecer a una nueva generación, ya que las hembras incubantes que los crían presentan un tamaño inferior a los de la muestra de marzo. Por otra parte existe una reproducción continua, pero el porcentaje de hembras incubantes es muy bajo en todos los tiempos, no observándose una coindidencia entre la proporción de hembras incubantes y los sucesivos periodos de reclutamiento de juveniles. Los histogramas no permiten detectar claramente el momento de la desaparición de los adultos, es decir la longevidad potencial de las generaciones.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

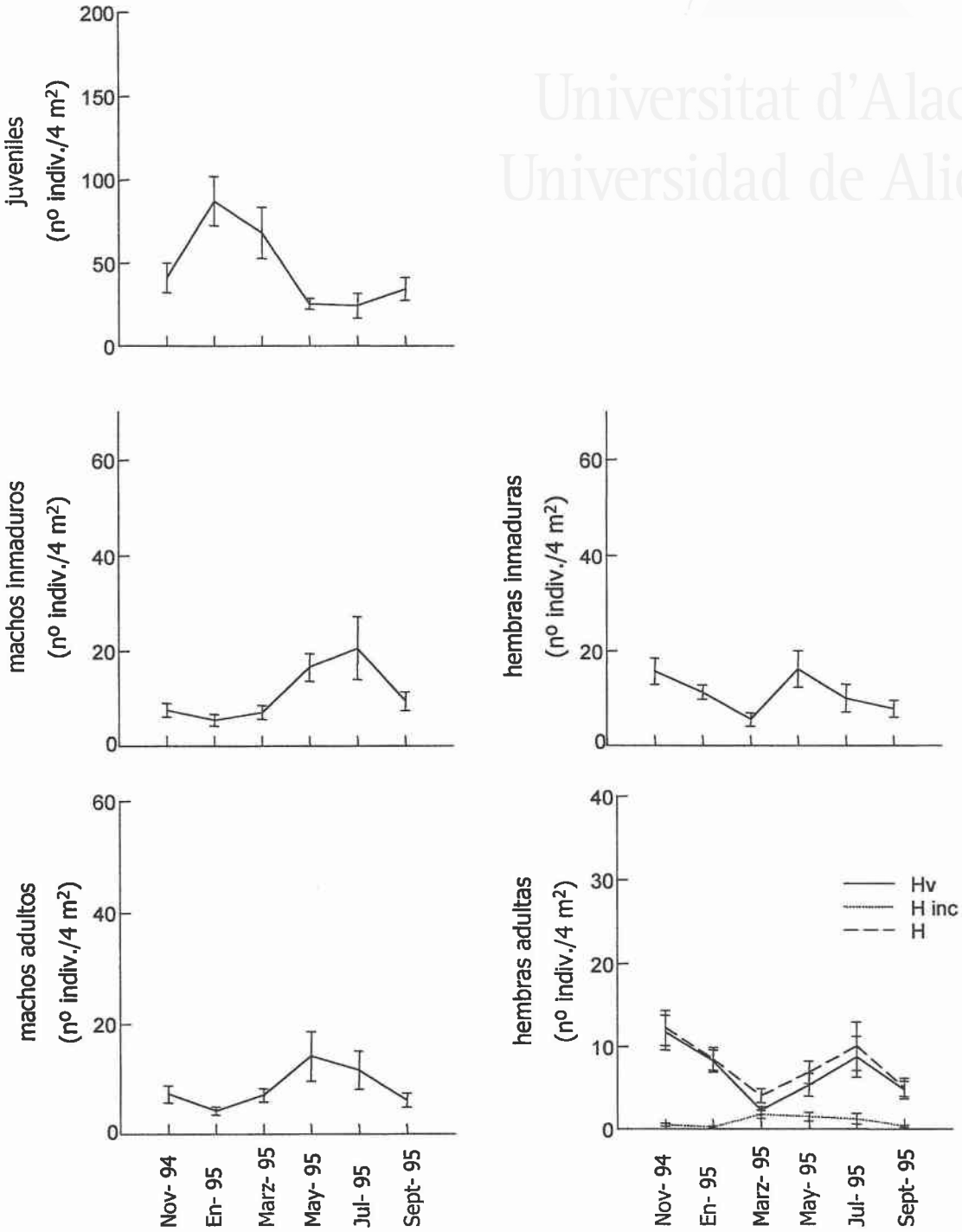


Fig. 4.6.- Evolución temporal de la abundancia (individuos/4m^2 ± error estándar) de las diferentes categorías demográficas de *Siriella clausii.* (Hv: hembras vacías o postincubantes; H inc: hembras incubantes; H: hembras adultas= Hv + H inc).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

4.3.5. Reproducción y talla de cría

Las hembras incubantes estuvieron presentes en todos los meses de muestreo, aunque en muy poca proporción (1.1 %, Tabla 4.4) siendo ligeramente más abundante en marzo y mayo, representando casi un 2 % de la población (Fig. 4.6). Se puede decir que la reproducción fue continua. El tamaño medio de la puesta fue de 4 individuos/marsupio, siendo el máximo 15 (Fig. 4.7). En muchas hembras incubantes se apreció espacio libre en el marsupio, lo que puede significar una pérdida de los embriones y/o larvas por la manipulación. La relación alométrica entre el tamaño de la cría (nº individuos/marsupio) y el tamaño de la hembra incubante fue:

nº individuos = -0.305 + 0.907 Lt (N=72; E.S.=2.8289; r=0.3275)

El coeficiente de correlación (r) fue positivo, pero no significativo, por lo que no se puede demostrar que exista relación entre el tamaño de la hembra y el estado de los embriones (Fig. 4.7).

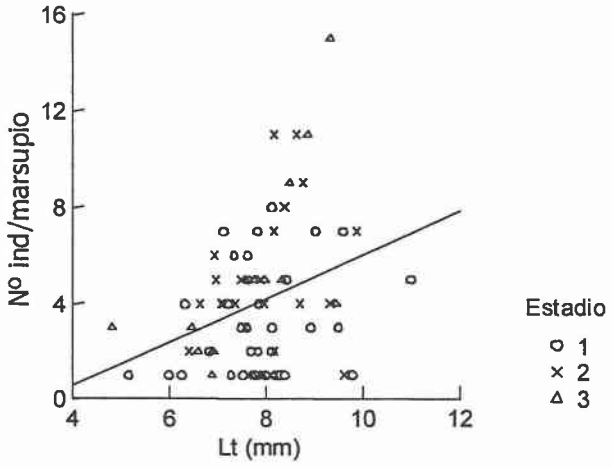


Fig. 4.7. Relación entre el tamaño de la cría (nº individuos/marsupio) y la longitud total de las hembras incubantes de *Siriella clausii* (N=72). Estadio embrionario: 1= forma esférica; 2= forma alargada; 3= apéndices natación, ojos desarrollados y caparazón dorsal en formación (Wittmann, 1981).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Sin embargo se observa cierta tendencia, presentando las hembras mayores un número mayor de crías. Posiblemente la falta de correlación esté relacionada con la posible pérdida de embriones en las hembras. Los embriones o larvas observados dentro del marsupio de las hembras incubantes de *Siriella clausii* pertenecieron siempre a la misma etapa de desarrollo. Por lo tanto no se han detectado casos de adopción.

Los embriones de la etapa 1 poseen un diámetro medio de 0.4 mm. Las larvas de la etapa 2 son más alargadas y presentan una talla de 0.7 mm. Las larvas del estadio 3 presentan ya desarrollado apéndices para natación y ojos pigmentados, son liberadas del marsupio, y presentan un tamaño medio de 1.2 mm. En cada marsupio las larvas están orientadas de la misma forma, con la parte posterior hacia la parte posterior de la hembra.

4.3.6. Ciclo de vida

A efecto del cálculo de la producción secundaria, se realizó la siguiente interpretación del ciclo de vida de *S. clausii*: (i) Se detecta el mayor reclutamiento en enero, aunque es posible que en septiembre haya un segundo reclutamiento, pero de menor intensidad que no se detecta en la evolución de la densidad total y a partir de la proporción de hembras incubantes, por lo tanto es más conservador considerar a *S. clausii* como una población univoltina. (ii) Por otra parte los histogramas no permiten detectar claramente la desaparición (muerte) de los adultos, es decir la longevidad potencial de las generaciones (CPI), por lo que se consideró una longevidad potencial de 12 meses.

4.3.7. Producción secundaria de Siriella clausii

Los resultados sobre P y P/B para el total de los datos y para cada uno de los sitios de muestreo aplicando distintos métodos de cálculo se resumen en la Tabla 4.5. Hay que señalar que en los cálculos de *Morin-Bourassa* y de *Brey* los datos se obtienen como g_{ps}/m^2 y g_{psld}/m^2, respectivamente, pero se han transformado a mg_{psld}/m^2 para poder realizar comparaciones. En el caso de la transformación del peso seco a peso seco libre de cenizas se utilizó el factor de conversión obtenido en la regresión correspondiente (*ps*= 1.0714 *pslc*).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

La producción media total anual mostró valores muy similares, de 17.11 y 17.85 mg_{pslc}/m^2, en los cálculos con el método de *Hynes* y de *Brey* respectivamente. El método de *Morin-Bourassa* dio un valor muy superior, de 49.81 mg_{pslc}/m^2 .

Los tres sectores de la pradera mostraron un valor de producción anual del mismo orden de magnitud. Por ejemplo, con el método *Hynes*, el valor más alto fue en S3 (20.17 mg_{pslc}/m^2), seguido de S1 (16.26 mg_{pslc}/m^2) y por último de S2 (14.91 mg_{pslc}/m^2) (Tabla 4.5).

El coeficiente P/B dio un valor de 4.67 y 4.92 en los métodos de *Hynes* y de *Brey*. Con el método de *Morin-Bourassa* el valor fue de 13.74, posiblemente sobrestimado por la alta producción calculada. Observando las diferencias entre sitios, con el método de *Hynes,* el S2 mostró un valor mayor de P/B (5.26), seguido de S3 (4.64) y de S1 (4.28).

Tabla 4.5. Producción anual (mg_{psld}/m^2) y P/B de *Siriella clausii* en distintos sectores de praderas de *Posidonia oceanica* en el Campello (-16 m). Sitio1= Carritxal, Sitio 2= Loma de Rejas, Sitio 3= Coveta Fumà.

Método de cálculo	***Total***		***Sitio 1***		***Sitio 2***		***Sitio 3***	
	P	**P/B**	**P**	**P/B**	**P**	**P/B**	**P**	**P/B**
Hynes	17.11	4.67	16.26	4.28	14.91	5.26	20.17	4.64
Morin-Bourassa	49.81	13.74	47.56	12.58	39.94	14.27	61.10	14.23
Brey	17.85	4.92	17.09	4.52	15.24	5.44	20.95	4.88

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

4.4. DISCUSIÓN

4.4.1. Misidáceos asociados a praderas de Posidonia oceanica

Los misidáceos asociados a la epifauna vágil del estrato foliar de las praderas de *Posidonia oceanica* en El Campello estuvieron representados por tres especies, *Siriella clausii, Mysidopsis gibbosa* y *Anchialina agilis,* de la cuales la primera fue la especie más abundante representando el 94.4 % de los poblamientos.

La composición específica fue muy similar a la escala espacial y temporal considerada en el estudio y solamente en septiembre aumentó el numero de especies con la aparición puntual de algunos ejemplares del género *Leptomysis*, cuya distribución está relacionada con fondos más someros con parches de vegetación y claros de arena (Capítulo 5). Las tres especies residentes en estas praderas y la presencia ocasional de misidáceos del género *Leptomysis,* han sido citadas en otros estudios sobre misidáceos asociados a *Posidonia* (Ledoyer, 1962; Maj y Taramelli, 1989; Mazella *et al.*, 1989; Wittmann, 2001).

La abundancia de misidáceos fue relativamente elevada durante todos los periodos estudiados, mostrando un ligero pico en invierno (enero) para *S. clausii* y un pico entre enero y marzo para *M. gibbosa*. También en praderas más someras (-10 m) en la misma zona de estudio la abundancia de *S. clausii* y *M. gibbosa* fue mayor en los periodos invernales (Capítulo 5), lo que puede confirmar este patrón, así como los valores obtenidos por Mazzella *et al.* (1989). En el caso de la especie *A. agilis,* debido a su escasa presencia, no se pudo interpretar cambios estacionales en su abundancia. Esta especie tiene un amplio rango batimétrico de distribución, desde la costa hasta el talud (Cartes y Sorbe, 1995), por lo que seguramente su presencia en estas praderas relativamente someras sea circunstancial (Tattersall y Tattersall, 1951).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

4.4.2. Factores que pueden afectar a la dinámica poblacional de misidáceos

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Se ha sugerido que uno de los factores que más influyen en las fluctuaciones de las poblaciones de misidáceos son las variaciones en la temperatura del agua (Mauchline, 1980), afectando a las tasas metabólicas de la epifauna como el crecimiento y la reproducción. En regiones templadas, como el Mediterráneo, la variación en la temperatura sigue una pauta estacional, con un mínimo al final del invierno y un máximo en verano. En este estudio el pico en la abundancia de misidáceos coincidió con las temperaturas mínimas, al revés de lo que ocurre con muchos componentes de la fauna de fanerógamas, los cuales incrementan sus poblaciones al aumentar la temperatura (Heck, 1977; Edgar, 1990; Taylor, 1998; Tuya *et al.*, 2001).

En este sentido, los juveniles y adultos de muchas especies de peces consumen epifauna, incrementando en verano sus poblaciones en las praderas de *Posidonia* (Sánchez-Jerez *et al.*, 2000). Una disminución en la abundancia de misidáceos puede justificarse por un incremento en la densidad o eficiencia de los depredadores (Howard *et al.,* 1989). Se puede ver que en verano existió una disminución considerable de la población de *S. clausii* en el Sitio 2, que coincide con un aumento en la cantidad de peces censados en este sitio de muestreo, donde se encuentra instalado un arrecife artificial de atracción-concentración (Ramos-Esplá *et al.*, 2000, Sánchez-Jerez *et al.*, 2000).

Otro factor biológico que puede influir en las fluctuaciones espacio-temporales de los misidáceos puede ser la competencia entre las distintas especies de la epifauna, cuya influencia ha sido poco investigada (Edgar, 1990). En general la disponibilidad trófica en medios vegetados, en forma de detritos, epífitos, etc. no es probablemente un factor limitante, ni espacial ni temporalmente, para la epifauna (Heck y Orth, 1980). Los misidáceos, que son detritívoros y poco selectivos en la mayoría de los casos, no deben verse afectados por limitación de recursos en praderas de *Posidonia*. Sin embargo, trabajos más recientes sugieren que la epifauna puede estar limitada por la disponibilidad de producción del sistema (Edgar, 1991 y 1993). En cuanto a la competencia interespecífica entre las especies de misidáceos capturados, los resultados no sugieren que puedan entrar

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

en competencia, además, *S. clausii* es de hábitos detritívoros mientras que *M. gibbosa* es carnívora (Mauchline, 1980).

La complejidad de la pradera es otro de los factores que se ha utilizado para explicar cambios en la abundancia de misidáceos (Heck y Wetstone, 1977). Varios trabajos han encontrado correlaciones positivas entre la abundancia de invertebrados y el nivel de frondosidad de las praderas (Stoner 1980; Heck y Thoman, 1981). Por otra parte se ha sugerido que invertebrados con una vida ligada a una gran actividad natatoria, como son los misidáceos, pueden seleccionar activamente praderas menos densas debido a un mayor espacio para la natación (Connolly, 1995). Incluso en verano la densidad excesiva de la pradera puede provocar la saturación en oxígeno durante el día y ser una de las causas que motiven la disminución (migración o muerte) de la epifauna móvil (Cunha, 1999). Sin embargo, en el presente trabajo, se ha encontrado una relación positiva entre complejidad de la pradera de *Posidonia* y la abundancia de misidáceos.

Las fluctuaciones en las poblaciones también pueden responder a fenómenos estocásticos (Boström y Bonsdorff, 2000) que varíen las condiciones ambientales de la columna de agua o del régimen hidrodinámico. Los misidáceos son especialmente sensibles a cambios físico-químicos en su medio natural (Mauchline, 1980) e incluso muestran respuestas a pequeños cambios en las corrientes (reotaxia) (Crouau,1985 a). En cualquier caso, la dinámica poblacional de los misidáceos está regulada posiblemente por una combinación de muchos factores que además controlen la producción neta anual de estos invertebrados.

4.4.3. Heterogeneidad espacial y sincronismo entre poblaciones

Al analizar el patrón temporal de la abundancia de *S. clausii* entre sectores de la pradera, se encontraron patrones diferentes en los sitios muestreados. Estas variaciones en los patrones temporales pueden ser explicados de diversas formas. Por una parte, la dinámica temporal debe estar influenciada por su peculiar biología, caracterizada por la formación de grandes enjambres y por el grado de agregación y desagregación de la población a lo largo del año (Mauchline, 1980). El índice de dispersión mostró una distribución agregada para *S. clausii* en una escala de decenas de metros, en casi todos los tiempos y sitios muestreados. Esto

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

puede afectar a la estimación en la densidad media, por lo que es recomendable, como enfatizan otros autores en trabajos sobre epifauna asociada a fanerógamas (Nelson *et al.*, 1982, Burke *et al.*, 1996; Harlin *et al.*, 1996), utilizar diseños anidados con varias escalas espaciales (Underwood, 1997), incrementando la replicación espacial en estudios sobre variaciones temporales de invertebrados. De esta forma se consigue obtener una imagen más realista de lo que ocurre en el área de estudio.

Por otra parte, los patrones de abundancia de misidáceos en los distintos sectores de pradera son bien diferentes, e incluso a veces opuestos, lo que sugiere que la distribución espacio-temporal de los misidáceos pueda estar relacionado con la existencia de una interdependencia entre poblaciones locales dentro de un gran área. En este caso es común referirse a estos poblamientos como metapoblaciones (Hanski y Simberloff, 1997). Se puede pensar que el modelo de dispersión entre poblaciones de misidáceos, dentro de una pradera de *Posidonia* homogénea, siga un *modelo continuo*. En estos modelos el ambiente se asume homogéneo y la dispersión entre poblaciones se corresponde con un proceso difuso, generando variaciones espaciales importantes (Kareiva, 1994; Begon, 1996).

Para el caso de los misidáceos se ha visto que parte de la población puede migrar a zonas más o menos lejanas respondiendo a distintos factores endógenos (como puede ser la reproducción) y/o ambientales (Mauchline, 1980; Bamber *et al.* 1994). Por ejemplo, San Vicente y Sorbe (1993) comprobaron que las hembras incubantes de la especie *S. parkeri* migran a la zona superficial de la playa cuando hay escaso hidrodinamismo, posiblemente para escapar de los depredadores. Estos mismos autores vieron que la población de *S. spiritus* de fondos fangosos de profundidad (-31 m) desaparece en los meses estivales, confirmando que migra a zonas más someras, que posiblemente solo puede colonizar durante este periodo en el cual las condiciones hidrodinámicas en la zona litoral son menos violentas que el resto del año (San Vicente y Sorbe, 1995). Se han definido incluso migraciones en relación con los ciclos de marea (McLachlan *et al.*, 1979).

Uno de los pasos a la hora de identificar estas intercomunicaciones entre distintas poblaciones locales puede ser comparar la evolución en la estructura poblacional entre las distintas localidades (Johnson, 2001). En este estudio se ha confrontado la dinámica poblacional de *S. clausii* entre los tres sectores de praderas estudiadas, comprobándose que el ciclo de vida es similar en los tres

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

sitios muestreados. No se puede interpretar si existen migraciones entre sectores, pero en cualquier caso este aspecto de la dinámica poblacional debe tenerse en cuenta para el caso de los misidáceos, ya que posiblemente los invertebrados migren dentro de la pradera de fanerógamas respondiendo a diversos factores y/o ejerciendo una activa selección del hábitat (Virnstein y Curran, 1986).

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

4.4.4. Ciclo de vida de Siriella clausii

Siriella clausii fue una especie residente y dominante en las praderas de *Posidonia oceanica* de los fondos blandos infralitorales (-16 m) de El Campello, cuya estructura poblacional se caracterizó por la presencia de todas las categorías demográficas en todos los periodos muestreados, por su pequeña talla y por un alto porcentaje de juveniles.

El proceso más importante que afecta al reclutamiento y crecimiento de las poblaciones de misidáceos es la reproducción y los factores que influyen en ésta (Mauchline, 1980). Las poblaciones de *S. clausii* se caracterizan por una reproducción continua, al igual que sucede para muchos peracáridos de zonas templadas, y que se ha demostrado para otras especies neríticas de misidáceos de costas europeas (Mauchline, 1980). Concretamente en fondos blandos someros se ha determinado esta reproducción continua para los misidáceos *Schistomysis kervillei* en playas (San Vicente y Sorbe, 1993) y *S. spiritus* en fondos fangosos de –30 m (San Vicente y Sorbe, 1995), para el anfípodo *Corophium multisetosum* en estuarios (Cunha, 1999) y el cumáceo *Cumopsis goodsir* en playas (Corbera *et al.*, 2000).

Según Mauchline (1980), ligada a una reproducción continua de los misidáceos está la producción de varias generaciones al año, definiendo a *S. clausii* como bivoltina, con dos periodos de puesta, uno en septiembre y otro en otoño en Francia (Macquart-Moulin, 1985). En el periodo muestreado, se detectó un fuerte reclutamiento en enero, pero los datos revelan un posible segundo reclutamiento menos intenso en septiembre. El multivoltinismo (producción de varias generaciones) es posible para esta especie en estas latitudes. Es común en misidáceos neríticos de latitudes medias (entre 25º y 50º) el presentar tres generaciones, como ha sido demostrado en aguas someras para algunas especies como *Siriella kervillei, S. parkeri* y *Neomysis integer* (Mauchline, 1971; Bremer y

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Vijverbeg, 1982; San Vicente y Sorbe, 1990, 1993). En otras zonas donde la temperatura es más baja y a más profundidad *Anchialina agilis* es univoltina y *S. ornata* y *Boreomysis arctica* es bivoltina (Cartes y Sorbe, 1998; Sorbe, 1991), observaciones que confirman que el voltinismo en los misidáceos está directamente influenciado por la temperatura (Pezzack y Corey, 1979). Sería necesario un muestreo estacional más largo y frecuente para poder confirmar más fases de reclutamiento para *Siriella clausii* en estas latitudes.

En muchos misidáceos el tamaño de la cría está positivamente correlacionado con la talla de la hembra (San Vicente y Sorbe, 1990, 1993; Sorbe, 1991), pero esto no se ha visto en *Siriella clausii*, aunque posiblemente esta interpretación de los datos hay que tomarla con cautela, ya que se observó una probable pérdida de la cría. En ningún caso se ha visto casos de adopción en las hembras incubantes, fenómeno frecuente en los misidáceos (Wittmann, 1978; Mauchline, 1980) y que contribuye a la disminución de las tasas de mortalidad intramarsupial en medios relativamente expuestos como puede ser la zona de rompiente de playas (San Vicente y Sorbe, 1993).

Otro aspecto interesante con relación a la reproducción es que se ha visto que ciertas especies de misidáceos presentan un desarrollo y descarga de juveniles sincrónico cuando los enjambres son de pequeño tamaño (Johnston y Ritz, 2001). En el caso de *S. clausii* no hay un sincronismo a nivel de enjambres, aparecen hembras vacías en todo el año y con distintos estados de desarrollo. Sin embargo este fenómeno puede darse en el caso de la población de *M. gibbosa* entre sitios, ya que esta especie es muy poco abundante, los cardúmenes deben ser de pequeño tamaño y el pico en su abundancia es sincrónico en los tres sitios simultáneamente, posiblemente por un porcentaje de reclutamiento muy homogéneo en todas las muestras.

Con respecto a la longevidad, se ha demostrado que la longevidad de los individuos de una especie depende de la generación en la que aparecen, siendo lo más frecuente valores de 5 a 9 meses (Mauchline, 1980; San Vicente y Sorbe, 1993, 1995).

Aunque a partir de los datos de este trabajo no se puede concluir con seguridad si *S. clausii* es uni o bivoltina, para ser más conservativos con el cálculo de la producción secundaria, se consideró a *S. clausii* como univoltina, por lo que

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

se determinó una longevidad potencial de las generaciones de *S. clausii* en 12 meses. Con estos parámetros se obtuvieron valores de producción relativamente coherentes al compararlos con la literatura existente.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

4.4.5. Producción secundaria de los misidáceos asociados a praderas de Posidonia oceanica

La producción anual de *Siriella clausii* en las praderas de *Posidonia oceanica* en El Campello fue estimada en 17.11 y 17.85 mg_{pslc}/m^2 según el método de *Hynes* y *Brey*, respectivamente. Los valores de producción según el método de *Morin-Bourassa* fueron 3 orden de magnitud mayores, 49.81 mg_{ps}/m^2. Siempre se obtuvieron valores ligeramente más elevados de producción en las praderas más complejas estructuralmente en el orden S3>S2> S1, sin embargo los valores de P/B fueron mayores en S2 (Tabla 4.5). Es destacable la semejanza entre los valores obtenidos por los dos primeros métodos, lo que hace pensar que la estimación obtenida por el método de *Hynes,* considerando a *S. clausii* como una especie univoltina, puede ser relativamente fiable.

Respecto a la comparación con otros estudios, existen numerosos ejemplos de cálculos de producción para peracáridos mediante los métodos empleados en este trabajo (San Vicente y Sorbe, 1990, 1993, 1995; Cunha, 1999), que siempre encontraron diferencias más o menos acusadas entre las distintas estimaciones. Aun así, se observa que *S. clausii* tiene una producción intermedia entre los sistemas más productivos, como los estuarios y los menos productivos, como los fondos circalitorales y batiales (Tabla 4.6). Mees *et al.* (1994) estiman la producción de *Neomysis integer* en 300 mg_{pslc}/m^2 año en un estuario del Mar del Norte y San Vicente y Sorbe (1993) estiman la producción de *Schistomysis parkeri* en 52.6 mg_{pslc}/m^2 año en zona de rompientes de playas en el Golfo de Vizcaya. Los valores de producción de *Boreomysis arctica* en fondos mediterráneos, entre 391 y 1255 m de profundidad, fueron de tan solo 9 mg_{ps}/m^2 año (Cartes y Sorbe, 1999) y *Schistomysis spiritus* produjo 3.08 mg_{pslc}/m^3 año en fondos fangosos a –31 m (San Vicente y Sorbe, 1995). Por lo tanto la producción es mayor cuanto más costera es la población (Margalef, 1986) y varía dependiendo del hábitat considerado.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

A pesar de que los datos de producción deben tomarse con cautela por las limitaciones del diseño muestral y variaciones entre métodos, se puede concluir que asumiendo una producción uniforme en las 350 ha de pradera de la zona de estudio (Ramos-Esplá *et al.*, 1990), *S. clausii* aporta 59.88 kg_{pslc} por año para el consumo por niveles superiores o por descomponedores. El conocimiento de este dato de producción secundaria es muy importante para conocer el funcionamiento y ecología trófica de estos ecosistemas costeros que albergan gran cantidad de comunidades de alto interés ecológico y económico.

Al comparar entre peracáridos se ven mayores diferencias, mostrando los anfípodos valores mayores y los isópodos y cumáceos valores menores (Tabla 4.6), lo que debe estar relacionado con el ciclo de vida y estrategias reproductoras (Fredette y Diaz, 1990). La producción de la peracaridos en praderas de *Zostera marina* y *Rupia maritima* (Chesapeake Bay, Virginia; Fredette y Diaz, 1990) mostró valores mayores para anfípodos (6640 mg_{pslc}/m^2 año) y menores para isópodos 880 mg_{pslc}/m^2 año, pero siempre superiores a los estimados para *S. clausii* en este estudio.

En cuanto a las diferencias en los métodos de cálculo, Cartes y Sorbe (1999) realizaron un estudio de los peracáridos de profundidad, haciendo un profundo análisis sobre las diferencias entre los tres métodos utilizados en este estudio. Encontraron que el método de *Brey* subestimó la producción respecto a los otros dos métodos, mientras que los valores de la ecuación empírica de *Morin-Bourassa* fueron bastante cercanos a aquellos derivados de datos demográficos, lo que sugiere que puede ser un método alternativo en la estimación de producción en poblaciones de peracáridos (Cartes y Sorbe, 1999). Estos resultados no coinciden con los obtenidos en el presente estudio, ya que el método de *Morin-Bourassa* sobrestima la producción de *Siriella clausii* en tres ordenes de magnitud respecto a los otros.

Cunha (1999) también encontró una sobrestimación de la producción mediante este método, siendo las diferencias más acusadas en invierno. También San Vicente y Sorbe (1993) encontraron que el valor de producción por el método de *Morin-Bourassa* es 35 % superior al valor de *Hynes*. Plate y Downing (1990) compararon empíricamente diferentes métodos (*size-frecuency*, *Allen curve*, *growth increment summation* y *instantaneous growth*) y concluyen que el uso de métodos de frecuencia de tallas puede producir valores de producción poco ajustados a los

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Tabla 4.6. Revisión de los datos de producción secundaria y P/B de distintas especies de misidáceos y otros peracáridos, de diferentes hábitats y áreas geográficas.

Especie	Producción anual	P/B	Descripción del hábitat	Área Geográfica	Referencia
MISIDÁCEOS					
Siriella clausii	(1) 17.11 mg_{pslc}/m^2 (2) 49.81 mg_{pslc}/m^2 (3) 17.85 mg_{pslc}/m^2	(1) 4.67 (2) 13.74 (3) 4.92	Praderas de *Posidonia oceanica* de –16 m	Campello, Alicante, SE Ibérico, Mediterráneo	Presente estudio
Schistomysis parkeri	(1) 263 mg/$5m^2$ (2) 356 mg/$5m^2$	(1) 9.73 (2) 10.32	Zona de rompiente de playa	Playa de Hendaya, Golfo de Vizcaya, N España	San Vicente y Sorbe, 1993
Neomysis integer	(1) 0.3 g_{pslc}/m^2		Estuario. Altas variaciones en salinidad.	Mar del Norte de Países Bajos	Mees *et al.*, 1994
Neomysis integer	(4) 2.5 g_{ps}/m^2		Fondos someros de lagos (3-6 % S) hipertróficos	Lago de Jutland, Dinamarca Norte	Aaser *et al.*, 1995
Schistomysis kervillei	12960 $mg_{pslc}/100m^3$ 162 $mg_{pslc}/5m^2$	9.38	Fondos fangosos a 31 m, hidrosedimentación inestables	Bahía de Arcachon, SW Francia	San Vicente y Sorbe, 1990
Schistomysis ornata	2255 $mg_{pslc}/100m^3$ 38 mg_{pslc}/5m2	6.09	Fondos circalitorales más estables	Golfo de Vizcaya, SW Francia	Sorbe, 1991
Schistomysis spiritus	(1) 3086 $mg_{pslc}/100\ m^3$ (2) 1830 $mg_{pslc}/100\ m^3$	(1) 6.83 (2) 4.52	Fondos fangosos de –31 m de profundidad en una bahía	Golfo de Vizcaya, SW Francia	San Vicente y Sorbe, 1995
Boreomysis arctica	(1) 9.002 mg_{ps}/m^2 (2) 6.046 mg_{ps}/m^2 (3) 2.813 mg_{ps}/m^2	(1) 5.31 (2) 3.57 (3) 1.66	Suprabentos batial, entre 391 y 1255 m	Talud Continental de Cataluña, W Mediterráneo.	Cartes y Sorbe, 1999
Boreomysis megalops	(1) 11. 849 mg /m^2 (2) 10.287 mg/m^2	(1) 3.9 (2) 3.71	Fondos batiales, Cañón	Golfo de Vizcaya, SW Francia	Elizalde,1994
OTROS PERACÁRIDOS					
Cumaceo*: Cumopsis goodsir*	(1) 1.44 $mg_{pslc}/5m^2$ (3) 1.74 $mg_{pslc}/5m^2$		Suprabentos de playa, arena, zona de rompiente	Playa de Creixell, NW Mediterraneo	Corbera *et al.*, 2000
Isopodo*: Munnopsurus atlanticus*	(1) 4.812 mg/m^2 (3) 4.063 mg/m^2	(1) 7.63 (2) 7.47	Fondos batiales, Cañón	Golfo de Vizcaya, SW Francia	Elizalde (1994)
Anfípodo*: Corophium multisetosum*	(1) 250.95 g_{pslc}/m^2 (2) 308.35 g_{pslc}/m^2	(1) 10.14 (2) 9.92	Fondos someros (0-1 m) con praderas de fanerógamas en medios estuarinos	Ria de Aveiro, Portugal	Cunha, 1999
Anfípodo: *Gammarus mucronatus*	(1) 6.64 g_{pslc}/m^2	(1) 23.6	Praderas de *Zostera noltii* y *Rupia maritima*	Bahía de Chesapeake, Virginia, U.S.A.	Fredette y Diaz, 1990
Isópodo: *Idotea balthica*	(1) 0.88 g_{pslc}/m^2	(1) 9.5	Praderas de *Zostera noltii* y *Rupia maritima*	Bahía de Chesapeake, Virginia, U.S.A.	Fredette y Diaz, 1990
Decápodo: *Palaemonetes vulgaris*	(1) 1.54 g_{pslc}/m^2	(1) 3.5	Praderas de *Zostera noltii* y *Rupia maritima*	Bahía de Chesapeake, Virginia, U.S.A.	Fredette y Diaz, 1990

Métodos de cálculo de producción secundaria: Método de *Hynes* (2) Modelo de *Mourin-Bourassa* (3) Modelo de *Brey* (4) Modelo de *Bremer* y *Vijverberg*

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

reales si no se obtiene un CPI (intervalo de producción de cohortes) o si falta sincronismo en el desarrollo de cohortes.

El método de *Hynes* (Menzies, 1980) se concibió para insectos acuáticos y ha sido aplicado en muchos grupos de invertebrados marinos (sobretodo anfípodos) caracterizados por una reproducción continua y un ciclo de vida difícilmente interpretable en términos de reconocimiento y de seguimiento de sus generaciones a través de histogramas de frecuencia de tallas (Downing y Rigler, 1979). En el caso de misidáceos hay múltiples ejemplos de aplicación de este método (Sell, 1982; San Vicente y Sorbe, 1990, 1993,1995; Sorbe, 1991). Morin *et al.* (1987) realizaron simulaciones con ordenador e indicaron que el método de frecuencia de tallas tiende a subestimar la producción en poblaciones sincrónicas y es aconsejado cuando las cohortes son indistinguibles. Para la ecuación de Brey (1990), hay que considerar que no tiene en cuenta la temperatura y se obtuvo para el macrobentos de aguas estuarinas.

El método empírico de *Morin-Bourassa* está basado en datos de especies bentónicas de agua dulce, donde el multivoltinismo no es común y permite estimar la producción de una población sin recurrir a un análisis demográfico. A diferencia de otros métodos de regresión múltiple hace intervenir en los cálculos no solamente la biomasa y el peso seco individual sino también la temperatura del medio, factor biológico de primera importancia en el ciclo de vida de invertebrados por la importancia en el voltinismo, el crecimiento y la longevidad de los individuos (Waters, 1979).

Con respecto a la productividad (P/B) de *Siriella clausii*, si consideramos los valores obtenidos más conservativos (≈ 5), están dentro del rango calculado para otros misidáceos, y coincide con el valor de P/B calculado para zoobentos univoltino (Waters, 1979).

Los valores resumidos en la Tabla 4.6, obtenidos con el método de *Hynes,* oscilaron entre 9.73 (*Schistomysis parkeri*) y 3.9 (*Boreomysis megalops*), y otros autores dan valores de 1.1 para *Gastrosaccus spinifer* y de 3.65 para *Neomysis americana* (Redant, 1989). Datos recopilados para 100 especies de la epifauna presentaron valores de P/B que oscilaron entre 0.1 y 9.3. Entre los peracáridos, *S. clausii* presenta valores mayores que los cumáceos y menores que los valores de isópodos y anfípodos (Tabla 4.6; Redant, 1989; Fredette y Diaz, 1990).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.
Volver al índice/Tornar a l'índex

En general las estimaciones empíricas de producción en poblaciones están sometidas a grandes varianzas (Brey, 1990) y los resultados que se obtienen y sus posteriores comparaciones deben tomarse con cautela. Por ello, es aconsejable utilizar diferentes métodos para obtener una estimación real de la producción secundaria (Cartes y Sorbe, 1999). Se puede recomendar el uso del método de *Hynes* y de *Brey* como dos métodos alternativos para el cálculo de la producción secundaria de misidáceos, los cuales han estimado valores muy semejantes de producción a pesar de ser métodos completamente diferentes. Hay que tener en cuenta que, en general, los métodos subestiman el valor real de producción si los intervalos de muestreo no cubren periodos de intensa producción (Morin *et al.*, 1987) así como, en consecuencia, periodos de reclutamiento.

El estudio de la producción secundaria puede tener interés parar elucidar la transferencia de energía y materia en las comunidades, la ordenación racional de los recursos acuáticos, la detección de impactos ambientales y la formación de teorías generales sobre productividad biológica (Downing y Rigler, 1979). Por otra parte hay que tener en cuenta que las variaciones interanuales en la producción y biomasa pueden ser importantes en poblaciones de aguas someras (Rachor *et al.*, 1982). Por lo tanto es interesante realizar estudios futuros con una replicación mayor intra e interanual y con varias escalas espaciales, para confirmar los valores calculados y obtener más información sobre la producción secundaria de la epifauna asociada a *Posidonia oceanica.*

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Capítulo 5.

EFECTO DE LA FRAGMENTACIÓN DE LAS PRADERAS DE *POSIDONIA OCEANICA* SOBRE LOS POBLAMIENTOS DE MISIDÁCEOS

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

5. EFECTO DE LA FRAGMENTACIÓN DE LAS PRADERAS DE *POSIDONIA OCEANICA* SOBRE LOS POBLAMIENTOS DE MISIDÁCEOS

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

RESUMEN: Se determinó la existencia de segregación espacial de misidáceos en hábitats fragmentados por la existencia de diferentes fanerógamas marinas y claros de arena. Se comparó la abundancia y biomasa de las diferentes especies de misidáceos en pradera de *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*, borde de pradera de *Posidonia oceanica* y fondos arenosos, entre 8 y 10 m de profundidad. Se eligieron varios sitios al azar a lo largo de la costa de Alicante, donde se muestreó a diferentes tiempos, utilizando el método de la red de mano. Se identificaron siete especies de misidáceos: *Leptomysis posidoniae, Leptomysis buergii, Paramysis helleri, Siriella armata, Siriella clausii, Mesopodopsis slabberi* y *Mysidopsis gibbosa*. En general resultó una abundancia y biomasa de misidáceos mayor en el borde de pradera de *P. oceanica* y en *C. nodosa*, respectivamente, que en arena y pradera de *P. oceanica*. Cuando se analizaron sus abundancias, cuatro especies manifestaron una fuerte segregación espacial según el hábitat (*S. clausii* en *Posidonia*; *S. armata* en *Cymodocea*; *L. posidoniae* en borde y *Paramysis helleri* en arena). Respecto a la biomasa, solo manifestaron diferencias significativas *S. armata* y *L. posidoniae*. No mostraron ninguna preferencia *L. buergii, Mysidopsis gibbosa* y *Mesopodopsis slabberi*. Los análisis multivariantes confirman la existencia de diferencias en la estructura de los poblamientos de misidáceos según el hábitat, con un cambio gradual de la pradera de *Posidonia* a arena, destacando las diferencias entre *Posidonia* y *Cymodocea*. Por lo tanto la diversificación del hábitat, por la coexistencia de dos fanerógamas y de fondos sin vegetación, incrementa la abundancia, biomasa y riqueza específica de los misidáceos en este tipo de fondos.

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

5.1. INTRODUCCIÓN

En el Mar Mediterráneo, las praderas de *Posidonia oceanica* (L.) Delile ocupan grandes extensiones de substratos arenosos de las zonas superficiales del litoral (Bouderesque *et al.,* 1994), donde una sola pradera puede llegar a cubrir varios kilómetros de costa. Sin embargo, hay áreas donde la pradera de *P. oceanica* está erosionada naturalmente y estas zonas pueden ser colonizadas por *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson. Por lo tanto, ambas fanerógamas pueden coexistir junto a claros de arena marcando una alta fragmentación del hábitat, en comparación con una extensa y continua pradera de *P. oceanica* o con fondos sin vegetación. Estas plantas contrastan en su fisionomía y desarrollo, con una marcada diferencia en su dinámica temporal (Larkum y Hartog, 1989; Buia y Mazzella, 1991).

Consecuentemente, el incremento en la heterogeneidad espacial del hábitat por la coexistencia de estos dos tipos de pradera, debe influenciar a la estructura de la comunidad animal asociada (Virnstein *et al.,* 1983; Heck *et al.,* 1989; Currás *et al.,* 1993), especialmente sobre la abundancia y diversidad de la epifauna vágil (Stoner 1980; Virnstein *et al.,* 1983; Orth *et al.,* 1984). La presencia de las fanerógamas marinas como *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa* pueden afectar a la distribución espacial de los invertebrados móviles debido a una combinación de varios factores. Estos pueden ser: la reducción de la depredación, la selección de hábitat por la conducta y preferencias ecológicas de las distintas especies y la competencia por determinados recursos tróficos (Orth *et al.,* 1984; Howard *et al.*, 1989; Edgar, 1990; Connolly, 1995).

Los misidáceos son unos de los grupos de la epifauna asociada a fanerógamas más importantes desde el punto de su abundancia y biomasa (Ledoyer, 1962; Mazzella *et al.*, 1989). La alta movilidad y particular comportamiento de los misidáceos epifaunales (p. ej: formación de enjambres, migraciones, etc.), pueden ser aspectos importantes en la distribución espacial de sus poblaciones. Además, numerosas observaciones constatan que los misidáceos muestran una fuerte relación con el substrato (Tattersall y Tattersall, 1951; Wittmann, 1977).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Muchos de los estudios de fauna asociada a ecosistemas de fanerógamas marinas se han realizado en praderas homogéneas. Se planteó el presente estudio para estudiar la influencia que debe tener la fragmentación de hábitats someros, entendido como un incremento de la heterogeneidad espacial, por la coexistencia de *Posidonia*, *Cymodocea* y fondos arenosos, sobre los poblamientos epifaunales. La hipótesis que se planteó fue que la distribución espacial de las poblaciones de misidáceos debe estar fuertemente influenciada por la fragmentación de la pradera de *P. oceanica* y por lo tanto existirán cambios en su abundancia y biomasa según el hábitat.

Los objetivos concretos del siguiente estudio fueron:

1. Determinar si existe segregación espacial en los poblamientos de los misidáceos de fondos someros donde coexisten praderas de *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa* con claros de arena.

2. Confirmar que estos patrones de distribución espacial son persistentes al comparar diferentes localidades.

3. Comprobar si en diferentes momentos del año, la distribución espacial de misidáceos se ve modificada.

4. Definir la importancia relativa de estos hábitats con vegetación en la estructura de la comunidad de misidáceos.

5.2. MATERIAL Y MÉTODOS

5.2.1. Área de estudio

El estudio se desarrolló a lo largo de 6.8 km de la costa norte de El Campello (Alicante, SE España), donde una extensa pradera de *P. oceanica* crece entre los 5 y 24 m de profundidad junto a *C. nodosa*, que crece entre los 2 y 13 m de profundidad (Fig. 2.2, Capítulo 2) (Ramos-Esplá *et al.*, 1993).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

5.2.2. Método de muestreo

El método de muestreo es una modificación de la técnica de la red de mano definida por Russo *et al.* (1984, 1991) y utilizado en estudios previos (Sánchez-Jerez, 1997; Sánchez-Jerez *et al.,* 1999). Cada muestra consiste en un arrastre de la red de mano a lo largo de 15 m del substrato, con lo cual el área de muestreo resultó ser de 6 $m^{2,}$ que supone un volumen equivalente de 1.1 m^3 ya que la red posee un área de 40 x 20 cm. Los muestreos se realizaron entre 8 y 10 m de profundidad.

5.2.3. Tratamiento de las muestras

Respecto a la conservación de las muestras, éstas se transportaban sumergidas en agua de mar en las bolsas de malla que se utilizaban para la recolección y eran fijadas en el laboratorio con formaldehído al 4 % con agua de mar. Siempre que fue posible se determinaron a nivel de especie todos los individuos capturados, siguiendo los siguientes trabajos: Tattersall y Tattersall (1951), Labat (1953), Wittmann (1986 a y b, 1992), estimando su abundancia numérica y biomasa por 6 m^2 de substrato para cada una de las especies capturadas. La biomasa se obtuvo a partir del peso seco de la muestra tras someterla 24 horas a 80º C en una estufa. Para pesar las muestras se utilizó una balanza de precisión (±1 µg).

5.2.4. Diseño muestral

Con el objetivo de comparar los poblamientos de los misidáceos se eligieron cuatro hábitats representativos que coexisten en el ecosistema heterogéneo creado por la fragmentación de la pradera de *P. oceanica*: pradera de *P. oceanica,* borde de pradera de *Posidonia,* pradera de *C. nodosa*, y substrato arenoso. Los muestreos se repitieron en tres tiempos diferentes: T1= abril 95, T2= agosto 95 y T3= febrero 96 y en tres sitios al azar para cada tiempo. Se tomaron tres réplicas en cada sitio (n=3). El muestreo se realizó durante el día, periodo durante el cual la mayoría de especies de misidáceos se encuentran más íntimamente ligadas al substrato. El borde de la pradera de *P. oceanica* se consideró como un hábitat independiente ya que a pesar de sus características singulares (incremento de

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

estructura vertical en el hábitat y la acumulación de detritus; Sánchez-Jerez *et al.*, 1999), su influencia en las poblaciones de misidáceos no se ha estudiado con detalle.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

5.2.5. Análisis de los datos

Se utilizaron dos aproximaciones diferentes en el análisis de los datos de abundancia y biomasa:

a) Análisis univariante utilizando el análisis de la varianza (ANOVA).

La hipótesis nula del experimento fue que no existen diferencias en la abundancia y biomasa de las poblaciones de misidáceos entre distintos hábitats y este patrón persiste en el tiempo. El diseño experimental consideró tres factores: i) H= hábitat, con cuatro tratamientos (praderas de *Posidonia* y *Cymodocea*, borde de pradera de *Posidonia* y arena), como un factor fijo; ii) T=tiempo, con tres tratamientos, como un factor al azar, ortogonal con H y iii) S= sitio, con tres tratamientos, como un factor al azar y anidado con HxT. Este factor incrementó la replicación espacial, generalizando los resultados del estudio.

Por lo tanto, el modelo lineal de las fuentes de variación del experimento se definió según la siguiente ecuación:

$$X_{ijkl} = \mu + H_i + T_j + H_i T_j + S(HT)_{k(ij)} + \text{Residual}_{l(ijk)}$$

X_{ijkl}: media muestral
μ: media poblacional
Hi: variaciones debido al factor hábitat
Tj: variaciones debido al factor tiempo
HiTj: variaciones debido a la interacción de los factores hábitat y tiempo, ortogonales.
$S(HT)_{k(ij)}$:variaciones debido al factor sitio, anidado con la interacción de hábitat y tiempo.
$\text{Residual}_{l(ijk)}$:error residual o aleatorio

Se utilizó el test de Cochran para comprobar la homogeneidad de la varianzas de los datos de las poblaciones. Cuando las varianzas no resultaron homogéneas se aplicó el análisis transformando los datos (transformación cuadrática o logarítmica). Cuando los datos presentaron diferencias significativas para todos los posibles tipos de transformación, se utilizaron sin transformar. En

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

este caso, para reducir el error de tipo I, el nivel de significación se consideró siempre menor al 0.01. Cuando el análisis de la varianza fue significativo para alguno de los factores, se aplicó el test de Student-Newman-Keul (SNK) (Underwood, 1997).

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

b) Análisis multivariante de la estructura de los poblamientos de misidáceos, utilizando nMDS (non-parametric multidimensional scaling).

Las diferencias en la estructura de los poblamientos de misidáceos según el hábitat se analizaron utilizando el paquete estadístico PRIMER (Plymouth Laboratory, Clarke 1993). Se construyó una matriz de similitudes utilizando el índice de Bray-Curtis, con la transformación doble cuadrática de los datos de abundancias y biomasas de las distintas especies de misidáceos. Esta matriz se utilizó para generar la representación gráfica de la ordenación mediante el nMDS, para calcular el análisis de similitudes (ANOSIM) y el porcentaje de similitudes (SIMPER; Clarke, 1993).

5.3. RESULTADOS

5.3.1 Cambios en las poblaciones de misidáceos según el hábitat

Se identificaron un total de 7 especies (ordenadas por importancia numérica) pertenecientes a la familia Mysidae: *Leptomysis posidoniae* Wittmann, 1986; *Leptomysis buergii* Bâcescu, 1966; *Paramysis helleri* (G.O. Sars), 1864; *Siriella clausii* G.O. Sars, 1877; *Mesopodopsis slabberi* (van Beneden), 1861; *Siriella armata* (Milne Edwars), 1837 y *Mysidopsis gibbosa* G.O. Sars, 1864. Por importancia ponderal el orden fue similar, pero *S. armata* presentó mayores biomasas que *P. helleri*. Las siete especies estuvieron presentes en todos los hábitats, excepto en la pradera de *Posidonia* donde la riqueza específica fue de cinco especies (Tabla 5.1).

La densidad media de misidáceos fue 43.83 ind/6m^2 (Tabla 5.1), resultando ser más elevada en el borde de la pradera de *Posidonia* (87.15 ind/6m^2). La pradera de *C. nodosa* mostró una abundancia intermedia de 40.59 ind/6m^2, seguida por la abundancia de arena con 32.56 ind/6m^2. La pradera de *P. oceanica* tuvo las menores abundancias, con 15.04 ind/6m^2 (Fig. 5.2). Estas diferencias en la

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

abundancia del total de misidáceos según el hábitat no fueron significativas al nivel de $\alpha = 0.01$ (Tabla 5.2).

La biomasa media del total de misidáceos resultó en 10 mg/6m^2. Las diferencias para la biomasa total de misidáceos según el hábitat fueron significativas ($p<0.05$; Tabla 5.2). Las mayores biomasas se dieron en *Cymodocea* (17.11 mg/6m^2), seguido por el borde de pradera (16.66 mg/6m^2), arena (3.46 mg/6m^2) y por último la pradera de *Posidonia* (2.74 mg/6m^2).

Tanto la abundancia como la biomasa para el total de misidáceos no mostraron cambios significativos respecto al tiempo ni en la interacción del factor hábitat y tiempo. Sin embargo, se apreció una alta variabilidad entre los sitios ($p< 0.001$; Tabla 5.2). A pesar de estas fuertes diferencias según el sitio, se obtuvieron diferencias entre los diferentes hábitats para la biomasa (Tabla 5.2. Fig. 5.2).

Cuatro especies mostraron una fuerte segregación espacial por hábitats cuando se analizaron sus abundancias, presentando una clara dominancia en uno de los hábitats, que se demostró con el análisis de S.N.K.: *Siriella clausii* en pradera de *Posidonia*, *Siriella armata* en la pradera de *Cymodocea*, *Leptomysis posidoniae* en el borde de la pradera y *Paramysis helleri* en arena (Tabla 5.2; Fig. 5.3). Respecto a la biomasa, solo manifestaron diferencias significativas *S. armata* y *L. posidoniae*, siendo más importantes en los mismos hábitats donde dominaron numéricamente.

No existieron diferencias significativas ni entre los distintos tiempos ni para la interacción de hábitat y tiempo para ninguna de las especies. Si que se observaron variaciones entre los distintos sitios de muestreo para todas las especies y variables examinadas excepto para *L. posidoniae* (Tabla 5.2). Aunque no existieron diferencias con relación al tiempo, se puede ver que *S. clausii* fue más abundante y presentó mayor biomasa en febrero. También es interesante señalar que la abundancia de *P. helleri* en arena fue mayor en agosto, pero se observó que en abril y agosto la biomasa de esta especie en *Cymodocea* fue similar a la de arena (Fig. 5.3).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Tabla 5.1. Abundancia y biomasa media del total y de cada una de las especies de misidáceos en los distintos hábitats.

	Total	*Posidonia*	Borde	*Cymodocea*	Arena
Abundancias (individuos/6 m^2)					
Siriella clausii Sars, 1876	3.89 ± 1.17	12.96 ± 4.2	1.85 ± 0.79	0.56 ± 0.26	0.18 ± 0.18
Siriella armata (Edwards, 1837)	1.65 ± 0.41	0.19 ± 0.13	0.26 ± 0.14	6.07 ± 1.31	0.07 ± 0.05
Leptomysis posidoniae Wittmann, 1986	20.67 ± 7.19	0.48 ± 0.38	73.07 ± 26.31	6.00 ± 3.73	3.11 ± 1.83
Leptomysis buergii Bâcescu, 1966	8.46 ± 3.05	0	11.15 ± 5.97	22.18 ± 10.24	0.52 ± 0.23
Mysidopsis gibbosa Sars, 1864	0.69 ± 0.20	1.33 ± 0.61	0.41 ± 0.18	0.37 ± 0.30	0.63 ± 0.472
Paramysis helleri (G.O.Sars),1864	5.15 ± 1.90	0.07 ± 0.07	0.37 ± 0.19	3.93 ± 1.38	16.22 ± 7.14
Mesopodopsis slabberi (van Beneden), 1861	2.83 ± 1.28	0	0.04 ± 0.04	1.30 ± 0.44	10.00 ± 4.90
Total	43.83 ± 8.24	15.04 ± 4.72	87.15 ± 26.69	40.59 ± 14.08	32.56 ± 8.63
Biomasas (mg $_{peso\ seco}$/6 m^2)					
Siriella clausii Sars, 1876	0.68 ± 0.23	2.35 ± 0.85	0.29 ± 0.15	0.07 ± 0.04	0.02 ± 0.02
Siriella armata (Edwards, 1837)	1.65 ± 0.46	0.06 ± 0.05	0.04 ± 0.02	6.48 ± 1.54	0.03 ± 0.02
Leptomysis posidoniae Wittmann, 1986	3.93 ± 1.63	0.14 ± 0.10	14.73 ± 6.14	0.62 ± 0.29	0.23 ± 0.12
Leptomysis buergii Bâcescu, 1966	2.31 ± 1.17	0	1.53 ± 0.89	7.81 ± 4.65	0.11 ± 0.06
Mysidopsis gibbosa Sars, 1864	0.15 ± 0.10	0.19 ± 0.12	0.02 ± 0.01	0.37 ± 0.37	0.02 ± 0.01
Paramysis helleri (G.O.Sars),1864	1.01 ± 0.32	0.00 ± 0.00	0.05 ± 0.03	1.85 ± 0.90	2.17 ± 0.87
Mesopodopsis slabberi (van Beneden), 1861	0.27 ± 0.14	0	< 0.001	0.20 ± 0.15	0.90 ± 0.52
Total	10.00 ± 2.23	2.74 ± 0.89	16.66 ± 6.19	17.11 ± 5.88	3.46 ± 0.96

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Tabla 5.2. Resultados del análisis de la varianza (tres factores = H: hábitat; T: tiempo; S: sitio), de la abundancia y biomasa de misidáceos. t.f.= tipo de factor (A, al azar; F, fijo); g.l.= grados de libertad; CM = Cuadrados Medios; P, nivel de significación (ns, no significante,* P<0.05, ** P<0.01,***, P<0.001).

				Total		***Siriella clausii***		***Siriella armata***		***Leptomysis posidoniae***		***Leptomysis buergiii***		***Mysidopsis gibbosa***		***Paramysis helleri***		***Mesopodopsis slabberi***	
Abundancias																			
Fuentes de variación	t.f.	g.l.	F versus	C. M.	P	C.M..	P	C. M.	P	C. M.	P	C. M.	P	C. M.	P	C. M.	P	C. M.	P
Habitat	F	3	H x T	25987.97	ns	18.52	***	12.94	***	33095.58	***	2972.21	ns	5.40	ns	11.79	*	626.14	ns
Tiempo	A	2	S (HxT)	2701.00	ns	1.86	ns	0.86	ns	1377.25	ns	2540.68	ns	5.57	ns	4.15	n.s.	360.19	ns
HxT		6	S (HxT)	7464.86	ns	1.80	ns	0.16	ns	2426.94	ns	989.55	ns	9.07	ns	1.83	n.s.	248.96	ns
Sitio (HxT)		24	Res	7501.68	ns	6.41	***	0.82	***	3441.29	n.s.	2118.09	***	8.45	***	2.75	***	286.26	***
Residual		72		6615.20		0.22		0.18		5532.42		511.69		2.84		0.24		110.28	
Transformación				No		√(X+1)		Ln(x+1)		no		no		no		Ln(x+1)		no	
Test Cochran				C=0.52	**	C=0.17	n.s.	C=0.19	n.s.	C=0.62	**	C=0.61	**	C=0.39	n.s.	C=0.15	n.s.	C=0.93	
Test S.N.K.				No		Po>Bo=Cy=Ar		Cy>Bo=Ar=Po		Bo>Cy=Ar=Po		no		no		Ar>Cy=Bo=Po		no	
Biomasas																			
Fuentes de variación	t.f.	g.l.	F versus	C. M.	P	C. M.	P	C. M.	P	C. M.	P	C. M.	P	C. M.	P	C. M.	P	C. M.	P
Habitat	F	3	H x T	8.23	*	33.92	ns	280.00	***	1399.78	*	344.94	ns	0.74	ns	35.83	ns	4.87	ns
Tiempo	A	2	S (HxT)	0.16	ns	9.72	ns	23.59	ns	261.80	ns	287.72	ns	1.35	ns	27.49	ns	5.48	ns
HxT		6	S (HxT)	1.41	ns	9.92	ns	24.91	ns	276.75	ns	177.44	ns	0.84	ns	11.20	ns	3.02	ns
Sitio (HxT)		24	Res	2.99	***	16.64	***	31.47	***	260.71	ns	263.68	***	1.02	ns	17.75	***	3.83	***
Residual		72		1.12		0.56		9.90		251.08		93.01		0.99		7.74		1.23	
Transformación				Ln(x+1)		no		no		no		no		no		no		no	
Test Cochran				C=0.19	n.s.	C=0.55	**	C=0.55	**	C=0.60	**	C=0.93	**	C=0.90	**	C=0.32	**	C=0.86	**
Test S.N.K.				Cy>Bo>Ar=Po		no		Cy>Po=Bo=Ar		Bo>Cy=Ar=Po		no		no		no		No	

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

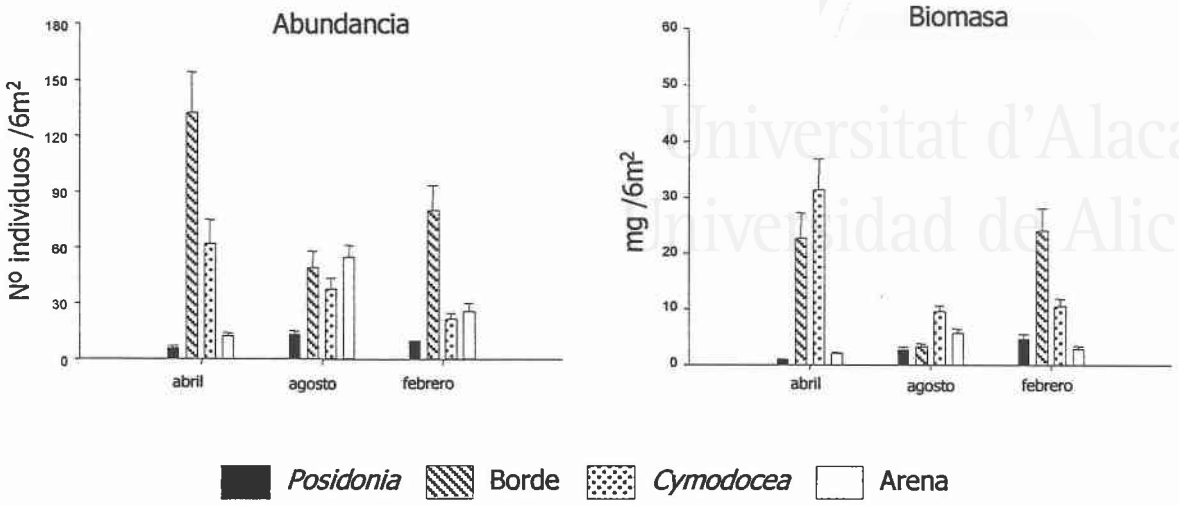


Fig. 5.2. Abundancia y biomasa (± error estándar, n=6) del total de misidáceos en los diferentes hábitats.

Tres especies no mostraron diferencias significativas respecto al hábitat: *Leptomysis buergii*, *Mysidopsis gibbosa* y *Mesopodopsis slabberi* (Tabla 5.2; Fig. 5.4). En este caso tampoco se observaron diferencias significativas entre tiempos y en la interacción hábitat-tiempo. Existieron variaciones significativas en las abundancias y biomasas de los distintos sitios de muestreo, excepto para la biomasa de *M. gibbosa* (Tabla 5.2).

Sin embargo, se puede observar cierta tendencia en la distribución espacial de estas especies: *L. buergii* fue abundante en *Cymodocea* y en borde, especialmente en abril; *M. gibbosa* fue muy abundante en *Posidonia* en febrero, pero con respecto a la biomasa, presentó valores mayores en arena en agosto; *M. slabberi* fue común en arena, con una alta abundancia y biomasa en febrero (Fig. 5.4). Posiblemente la gran variabilidad espacial y temporal en la abundancia y la biomasa pudo disminuir la potencia del análisis para establecer diferencias entre hábitats y en la interacción entre hábitat y tiempo (Tabla 5.2).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

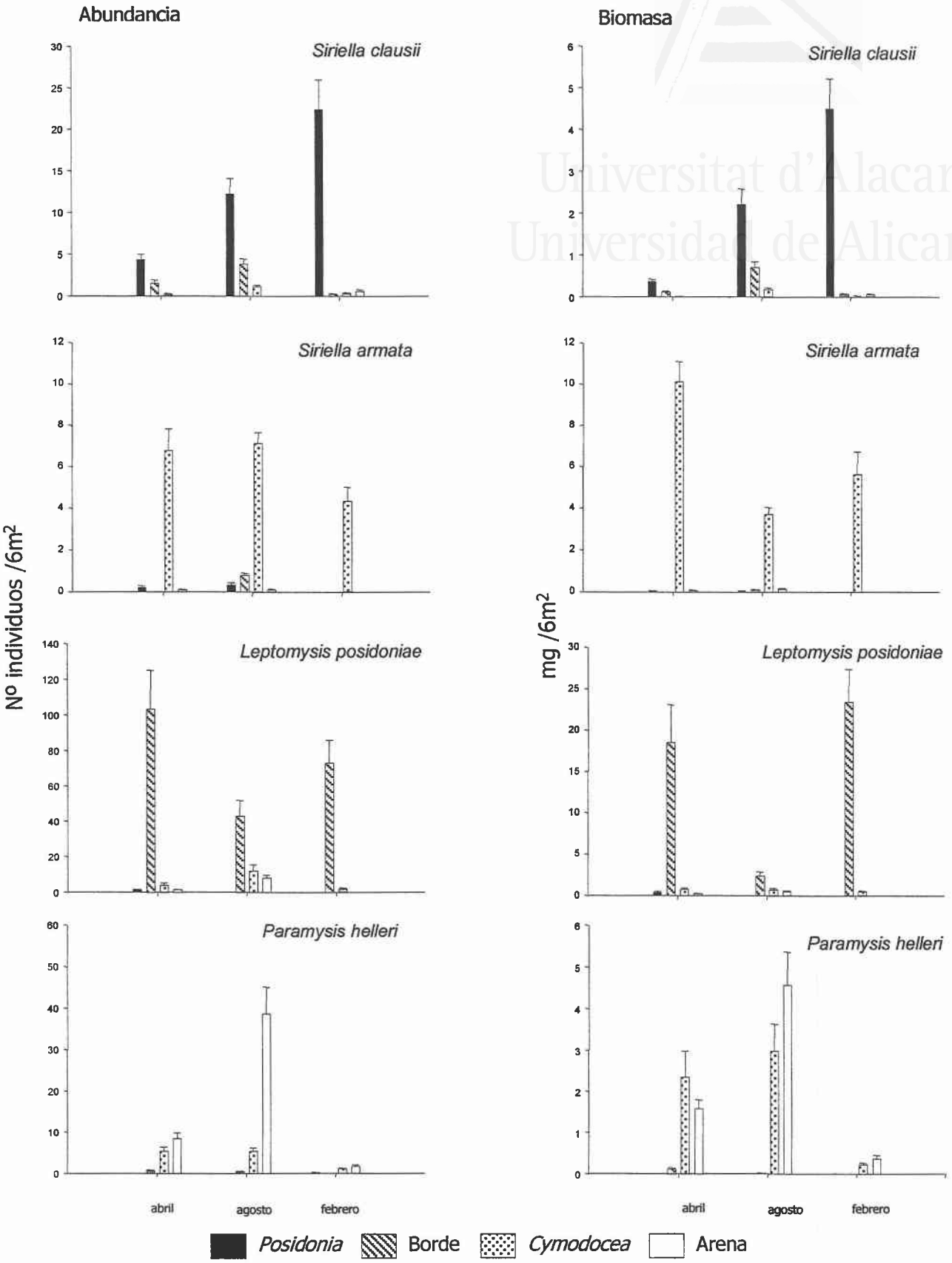


Fig. 5.3. Abundancia y biomasa (± error estándar, n=6) de las cuatro especies de misidáceos que mostraron diferencias significativas entre hábitats: *Siriella clausii, S. armata, Leptomysis posidoniae* y *Paramysis helleri.*

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

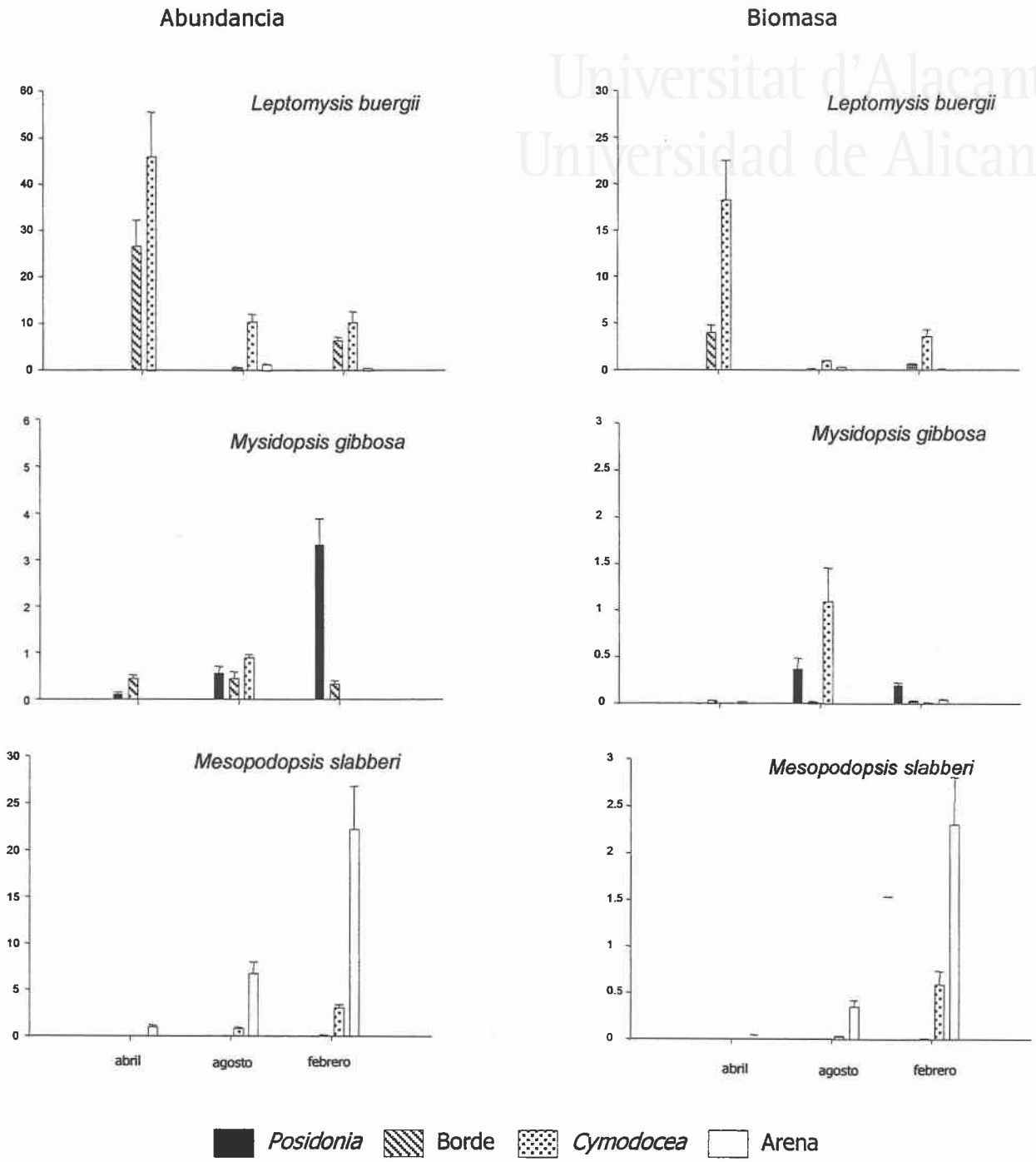


Fig. 5.4. Abundancia y biomasa (± error estándar, n=6) de las tres especies de misidáceos que no mostraron diferencias significativas entre hábitats: *Leptomysis buergii, Mysidopsis gibbosa* y *Mesopodopsis slabberi.*

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

5.3.2. Cambios en la estructura de los poblamientos de misidáceos según el hábitat

El Análisis de Similitudes (ANOSIM, número de permutaciones: 5000) confirmó la existencia de diferencias significativas en la estructura de los poblamientos asociados con los diferentes hábitats en general y para cada par de hábitats ($p<0.001$) (Tabla 5. 3).

Tabla 5.3. Resultados de ANOSIM, donde se muestra el valor de R y su probabilidad para el análisis de la estructura de los poblamientos de misidáceos para el total de hábitats y entre pares de hábitats, según los datos de abundancia y biomasa.

	Abundancia		**Biomasa**	
	Global R	p	Global R	p
Total	0.621	< 0.01	0.554	< 0.01
***Posidonia* - borde**	0.771	< 0.01	0.593	< 0.01
Posidonia* - *Cymodocea	0.754	< 0.01	0.498	< 0.01
***Posidonia* - arena**	0.838	< 0.01	0.764	< 0.01
borde - *Cymodocea*	0.464	< 0.01	0.384	< 0.01
borde- arena	0.640	< 0.01	0.410	< 0.01
***Cymodocea* - arena**	0.303	< 0.01	0.706	< 0.01

La representación bidimensional de MDS mostró un patrón de segregación espacial por hábitats, siendo la distribución de las muestras muy similar para los datos de abundancia y de biomasa. Las réplicas temporales dentro de cada hábitat se distribuyeron relativamente cerca unas de otras, lo que demuestra que el factor hábitat tiene una gran influencia sobre la estructura de los poblamientos a pesar de la elevada heterogeneidad espacial (Fig. 5.5).

El Cálculo de Porcentajes de Similitud (SIMPER) encontró una alta similitud entre las muestras pertenecientes a cada hábitat cuando se analizaron los datos de abundancia (35-65 %), pero las similitudes de la estructura de los poblamientos fueron menores cuando se analizó para la biomasa (6-46 %).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

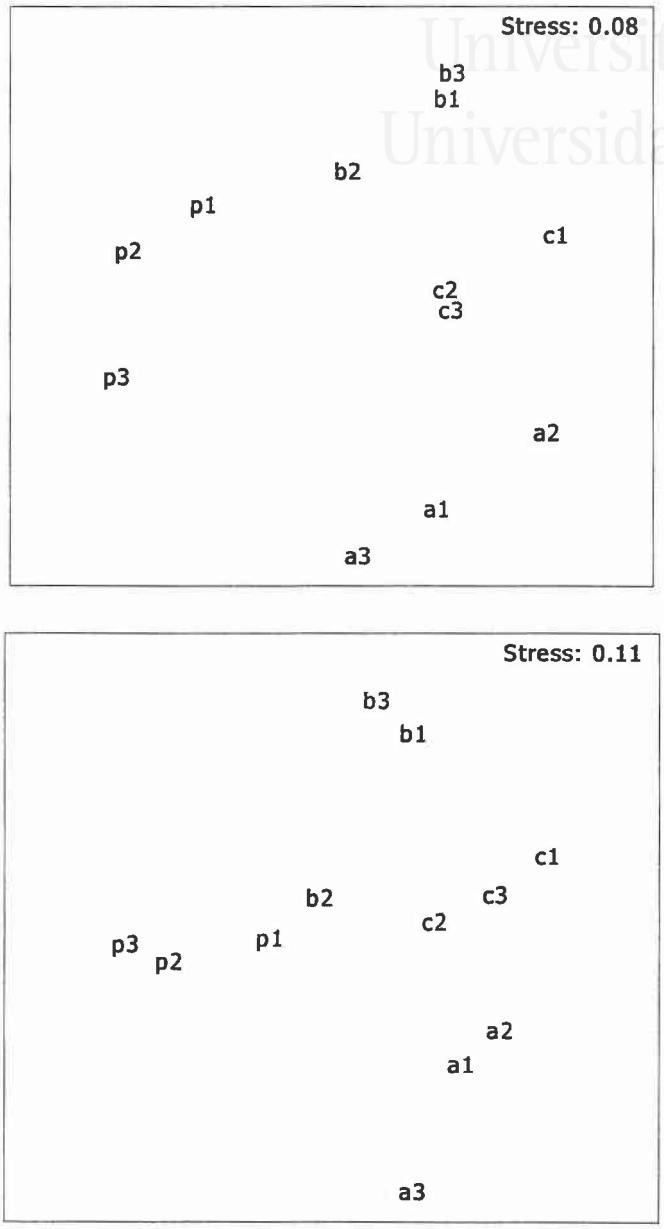


Fig. 5.5. Representación bidimensional de MDS para las muestras de los distintos hábitats, a partir de los datos de abundancia y de biomasa. Leyenda: p: *Posidonia*, b: borde de la pradera, c: *Cymodocea*, a: arena. El número hace referencia al tiempo de muestreo: 1, abril; 2, agosto; 3, febrero.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Las siguientes especies fueron las más importantes en la similitud de las muestras dentro de cada uno de los hábitats que se especifican, tanto al analizar la abundancia como la biomasa: *S. clausii* en *Posidonia, L. posidoniae* en borde, *S. armata* en *Cymodocea* y *M. slabberi* y *P. helleri* en arena (Tabla 5.4).

Esta importancia relativa de cada especie dentro de cada hábitat preferente fue bastante similar en todos los tiempos de muestreo, especialmente para el caso de las biomasas. Para las abundancias existen algunas diferencias y así, por ejemplo, *L. buergii* fue la especie más importante en la similitud entre las muestras del borde de la pradera y de *Cymodocea* solamente en el tiempo 3, siendo una especie clave en estos hábitats en todos los tiempos de muestreo. Además, *M. gibbosa* fue también importante como representativa de *Posidonia* en el análisis total de los datos, pero en un porcentaje menor que 10%. En general, la especie clave en arena fue *M. slabberi* cuando se analizaron las abundancias y *P. helleri* cuando se analizaron las biomasas. *P. helleri* fue la especie clave en arena para el tiempo 1 y 2 y *M. slabberi* en el tiempo 3 (para el análisis de ambas variables) (Tabla 5.4).

En cuanto a los Cálculos de Porcentajes de Disimilitud (SIMPER) entre los diferentes hábitats, mostraron altos valores (casi siempre oscilaron alrededor del 80%), especialmente elevados en los análisis de la biomasa. En general la importancia relativa de cada especie en la contribución a la disimilitud entre hábitats cambió en los diferentes tiempos, pero fue siempre muy importante para *L. posidoniae* y la biomasa de *S. armata,* marcando las diferencias entre el borde de pradera y *Cymodocea*, respectivamente, con el resto de hábitats.

Por último, hay que remarcar que, en general, los porcentajes con que las distintas especies clave marcan la similitud de cada hábitat y la disimilitud entre hábitats fue siempre mayor para el caso del análisis de las biomasas que para la abundancias.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Tabla 5.4. Resultados del análisis de porcentajes de similitud (SIMPER) para cada uno de los hábitats. S= porcentaje de similitud media de las muestras de cada tipo de hábitat. Se listan las especies más importantes en esa similitud de las muestras y el porcentaje de similitud medio aportado por cada especie.

	General	T 1	T 2	T3
Abundancias				
Posidonia	S= 52.12% *S. clausii*=90.22 *M. gibbosa*=8.11	S= 42.46 % *S. clausii*=100	S= 49.56 % *S. clausii*=100	S= 44.33 % *S. clausii*= 80.24
Borde	S= 58.69% *L.posidoniae*= 66.82 *L. buergii*=21.06	S= 56.97 % *L.posidoniae*=73.55 *L. buergii*= 11.37 *S. clausii*= 9.20	S=51.34% *L. posidoniae*= 65.49 *L. buergii*= 14.72 *S. armata*= 11.74	S= 60.25 % *L. buergii*= 60.28
Cymodocea	S= 52.87 % *S. armata*=38.67 *L. posidoniae*=23.19 *L. buergii*=14.83 *P. helleri*=11.12	S= 35.14 % *S. armata*=70.68 *L. posidoniae*= 15.50	S= 48.41 % *S. armata*= 37.68 *L. posidoniae*= 27.12 *L. buergii*=12.48 *S. clausii*= 8.28	S= 65.69 % *L. buergii*=26.80 *M. slabberi*= 23.96 *S. armata*= 23.96 *L. posidoniae*= 18.96
Arena	S= 40.34% *M. slabberi*=43.57 *P. helleri*= 36.15 *L. posidoniae*= 9.83	S= 39.09 % *P. helleri*= 59.95 *M. slabberi*= 20.60	S= 51.34 *P. helleri*= 50.56 *L. posidoniae*= 20.19 *M. slabberi*= 17.10	S= 46.06 % *M. slabberi*= 85.17
Biomasas				
Posidonia	S= 18.70% *S. clausii*=95.99	S= 6.25 % *S. clausii*=100	S= 6.24 % *S. clausii*=100	S= 15.78 % *S. clausii*= 98.98
Borde	S= 25.72% *L. posidoniae*= 89.91 *L. buergii*=6.99	S= 32.71 % *L. posidoniae*=93.94	S =23.12% *L. posidoniae*= 91.63	S= 21.54 % *L. posidoniae*= 94.77
Cymodocea	S= 23.70 % *S. armata*=74.79 *L. buergii*=11.41 *P. helleri*=6.92	S= 19.69 % *S. armata*=98.82	S= 26.27 % *S. armata*= 58.18 *P. helleri*=31.49 *L. buergii*=8.24	S= 16.65 % *S. armata*= 40.72 *L. buergii*= 39.18 *M. slabberi*= 9.63
Arena	S= 23.58% *P. helleri*= 74.76 *M. slabberi*=14.17 *L. posidoniae*= 8.05	S= 46.04 % *P. helleri*= 89.06 *L. posidoniae*= 9.75	S= 11.70 % *P. helleri*= 77.45 *L. posidoniae*= 11.24 *M. slabberi*= 7.19	S= 7.53 % *M. slabberi*= 96.63

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

5.4. DISCUSIÓN

5.4.1. Efecto de la fragmentación del hábitat en los poblamientos de misidáceos

El presente estudio demuestra que la estructura de los poblamientos de misidáceos está estrechamente afectada por la fragmentación de praderas homogéneas de *Posidonia oceanica* creando un ecosistema heterogéneo con diferentes poblamientos de misidáceos. Tras los distintos análisis realizados se ha podido demostrar que existen diferencias en la estructura de los poblamientos de misidáceos según el hábitat y se ha visto que determinadas especies muestran una clara preferencia por un tipo de hábitat, que no siempre fue el más complejo. Por lo tanto, la coexistencia natural de substratos sin vegetación y praderas de *Cymodocea nodosa*, dentro de una extensiva pradera de *Posidonia* supone un incremento en la riqueza específica, abundancia y biomasa de los misidáceos. El efecto de la fragmentación de hábitat sobre la estructura de la comunidad ha sido demostrado en otros sistemas (Sebens, 1991) y se manifiesta como un aspecto muy importante para los poblamientos de misidáceos en sistemas de fanerógamas marinas.

Determinados estudios han concluido que, en general, un incremento en la complejidad del hábitat produce un incremento en el número de especies y su abundancia (Stoner, 1980; Young 1981; Orth *et al.*, 1984; Stoner y Lewis, 1985; Orth 1992). Sin embargo, esta conclusión puede interpretarse dependiendo del grupo taxonómico y el sistema de fanerógamas. En principio, estructuralmente, una pradera de *Posidonia* homogénea tiene una mayor cantidad de biomasa y superficie foliar, convirtiéndose en el hábitat más complejo de los fondos blandos del Mediterráneo (Bouderesque *et al.*, 1994). Sin embargo, los invertebrados no siempre seleccionan sistemas con una configuración más compleja como ha sido demostrado en otros trabajos (Schneider y Mann, 1991) y debe haber otros mecanismos que expliquen la selección de hábitat por parte de los misidáceos. Sin embargo, en praderas de *Posidonia* de –16m, *S. clausii* si que presentó mayores abundancias en sectores con mayor complejidad estructural (Capítulo 4).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

5.4.2. Comparación de la composición de los poblamientos de misidáceos entre distintos ecosistemas

Una revisión de los datos de riqueza específica, abundancia y biomasa de misidáceos de distintos ecosistemas someros permite constatar la influencia del tipo de hábitat en la comunidad de misidáceos (Tabla 5.5).

La riqueza específica en la pradera de *Posidonia* fragmentada estudiada en este trabajo fue relativamente alta con 7 especies. Por ejemplo, en el Mediterráneo de las costas francesas e italianas los valores de riqueza específica de fondos someros heterogéneos con fanerógamas marinas y/o algas oscilan entre 4 y 13 especies (Ledoyer, 1962; Champalbert y Macquart-Moulin, 1970; Wittmann, 1977). En praderas de *Posidonia oceanica* homogéneas se citan entre 4 (Mazzella *et al.*, 1989) y 8 especies (Maj y Taramelli, 1989) (Tabla 5.5). Estudios más actuales realizados por Wittmann (2001) muestran un gran número de especies, pero abarca un mayor rango geográfico. En cuanto a la composición de la taxocenosis, la mayoría de estudios incluyen las especies obtenidas en este estudio o alguna del mismo género. En general se puede destacar la persistencia de los géneros *Siriella* y *Leptomysis* en este tipos de fondos.

Respecto a los datos de densidad total de misidáceos, hay pocos estudios que permitan contrastar los resultados de este estudio (Tabla 5.5), que fue por término medio de 7.30 ind/m^2 ó 36.52 ind/m^3. Mazzella *et al.* (1989) obtiene altas abundancias relativas de misidáceos dentro de la epifauna en praderas de *Posidonia* pero con muestreos semicuantitativos. Si que existen datos más precisos en ecosistemas de playas y estuarios. Todos los trabajos que aportan datos de abundancia en otros sistemas muestran valores mayores a los encontrados en el presente trabajo, excepto el estudio de Munilla y Corrales (1995). Hay que matizar que el método de muestreo de este estudio fue el trineo suprabentónico, del cual cabe esperar que tenga una mayor capacidad de captura en comparación con la red de mano. Los valores de abundancia en playas catalanas oscilaron entre 1.46 y 15.38 ind/m^2 (Munilla y Corrales, 1995; San Vicente y Sorbe, 1999), obteniendo en el presente trabajo un valor intermedio en fondos arenosos, con 5.42 ind/m^2. Los mayores valores de abundancia se han citado en estuarios del Mar del Norte con 50 ind/m^2. Los valores en estuarios con vegetación (Cunha *et al.*, 1999) oscilaron entre 14.7 y 24.1 ind/m^2. Sólo las abundancias en el borde de la pradera (14.52 ind/m^2) se aproximaron a estos valores.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

En cuanto a la aportación en términos de biomasa de los misidáceos de fondos blandos someros, existen pocos datos en la bibliografía. En medios de estuarios de aguas del Mar del Norte la biomasa media anual resultó en 54 mg_{pslc}/m^2, solamente para la especie *Neomysis integer* (Mees *et al.,* 1994), mientras que en aguas del oeste de Portugal fue 5 mg_{pslc}/m^3 para el total de misidáceos (Azeiteiro y Marques, 1999). En el Mediterráneo se ha calculado que un misidáceo adulto puede pesar 279 μg en medios de cuevas (Coma *et al.,* 1997).

5.4.3. Comportamiento de los misidáceos y características del hábitat

La distribución espacial de algunas especies de misidáceos muestra una consistente relación con la distribución en parches de los diferentes hábitats. Los sitios de muestreo separados varios kilómetros presentaron estructuras de los poblamientos similares, siendo el tipo de hábitat más importante que la distancia entre ellos. Howard *et al.,* (1989) concluyeron que la epifauna que vive en áreas con varias especies de fanerógamas fue más similar que la asociada a las zonas de la misma planta pero separadas por grandes distancias. Por lo tanto, parece ser que las especies de fanerógamas son menos importantes que la simple presencia de la planta. Estas conclusiones no tienen consistencia con los resultados del presente estudio para los misidáceos. Por ejemplo, las praderas de *Cymodocea* separadas por varios kilómetros muestran una estructura de los poblamientos más similares que con la de praderas de *Posidonia* homogéneas relativamente cercanas, por lo que si existe una clara influencia de la especie de fanerógama, más que de la mera presencia de vegetación.

En cuanto a la estructura del hábitat, se puede decir que las características ambientales que afectan a los poblamientos de misidáceos cambian gradualmente en la dirección: pradera de *Posidonia* – borde de pradera de *Posidonia* – *pradera de Cymodocea* – arena. Por ejemplo, la disponibilidad de detritos y el espacio para nadar puede variar en este gradiente. Este hecho puede explicar el gradiente en la similitud de la estructura de los poblamientos desde la pradera de *Posidonia* hasta arena mostrado en los gráficos de MDS, con una alta similitud entre hábitats adyacentes como por ejemplo *Cymodocea* y arena y *Cymodocea y* el borde de la pradera.

Varias especies de misidáceos mostraron una alta fidelidad por el tipo de hábitat, por ejemplo *S. clausii* con *Posidonia* y *L. posidoniae* con el borde de la

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

pradera. Debido a la alta complejidad de estos crustáceos, con respecto a su biología y conducta, es posible que los misidáceos seleccionen activamente un hábitat por unas características muy concretas (Mauchline, 1980). Los misidáceos tienen unos ojos bien desarrollados que están preparados anatómicamente para la natación en enjambres y localizar y controlar los movimientos de miembros de la misma especie, así como para detectar estructuras en su medio mientras nadan (Nilsson y Modlin, 1994). Una depredación diferencial con respecto a los diferentes hábitats puede tener una influencia adicional en las abundancias de los misidáceos (Leber, 1985).

Siriella clausii fue casi exclusiva de praderas de *Posidonia*. Esta especie ha sido definida también como predominante en hábitats con vegetación en otros trabajos (Ledoyer, 1962; Maj y Taramelli, 1989; Mazzella *et al.,* 1989; Wittmann y Wirtz, 1998; Wittmann, 2001). *Mysidopsis gibbosa* fue también frecuente en *Posidonia,* pero mostró una relativa baja densidad, posiblemente relacionado con su posición trófica como especie de hábitos carnívoros (Mauchline, 1980). Hay ciertas evidencias de que *S. clausii* es más abundante en praderas más profundas y, por lo tanto, menos densas (Barberá-Cebrián, obs. pers.). Esta observación puede estar relacionada con la conducta generalizada en los misidáceos de nadar en grupos, que requiere praderas más laxas (Tattersall y Tattersall, 1951). Sin embargo en estas praderas más profundas *S. clausii* es más abundante en las praderas más complejas, por lo que posiblemente es más influyente el factor profundidad y las características hidrodinámicas relacionadas.

Otra importante observación fue la disponibilidad del borde de pradera de *Posidonia* como un hábitat específico para los misidáceos. *Leptomysis posidoniae* y *L. buergii* dominaron en este hábitat con altas abundancias y biomasas. Las especies de este género permanecen nadando activamente cerca de estructuras verticales diversas como rocas o la anémona *Anemonia sulcata* (Wittmann, 1977), y, en el caso que nos ocupa, el borde de la pradera de *Posidonia*.

Leptomysis tiene un comportamiento particular, con formación de densos enjambres con una compleja estructura interna. Este comportamiento debe requerir praderas menos densas y espacio para la natación. Posiblemente esta gran concentración de *L. posidoniae* y *L. buergii* a lo largo del borde de la pradera de *Posidonia* puede estar relacionada con la disponibilidad de refugio frente a la depredación y la presencia de grandes cantidades de detritus para su alimentación. Los misidáceos muestran dos patrones para reducir la depredación: el camuflaje en el substrato y la formación de enjambres. En el interior de los

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

enjambres hay una coordinación de respuestas y movimientos, de tal forma que en cuanto perciben la presencia de un depredador potencial todo el enjambre al unísono reacciona en "escape" hacia el refugio más cercano (Wittmann, 1977; Mauchline, 1980). Posiblemente *L. posidoniae* y *L. buergii* muestran una combinación de los dos patrones, forman enjambres y se refugian en la pradera camuflándose frente al ataque de un depredador.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Además, *L. buergii* fue también muy abundante en *Cymodocea*. Posiblemente las praderas de *Cymodocea* presentan unas características ambientales muy similares para esta especie, a las del borde de pradera de *Posidonia,* con gran acumulación de detritus, hojas de estructura vertical como refugio y camuflaje y espacio abierto para la natación. Otras especies fueron también importantes tanto numéricamente como en términos de biomasa en *Cymodocea*, como *S. armata* y *P. helleri*. La primera especie está estrechamente asociada con substratos arenosos y es muy inactiva (Tattersall y Tattersall, 1951). Diversos estudios han mostrado que *S. armata* utiliza los fondos arenosos como un medio donde camuflarse, así como las hojas de *Zostera* como mecanismo antidepredador (Wittmann, 1977).

Una gran similitud entre las muestras de *Cymodocea* y arena se dio debido a la presencia y dominancia en ambos hábitats de *P. helleri* y *M. slabberi*. La segunda especie no mostró una clara preferencia por el tipo de substrato y es definida como una especie pelágica que forma pequeños grupos o nada en solitario entre las hojas de *Cymodocea* o *Cystoseira* (Wittmann, 1992). Su abundancia puede variar a lo largo del año ya que realiza migraciones horizontales (Bamber *et al.* 1994). Además, ambas especies tienen colores blanco-transparentes, como otros crustáceos pelágicos, propiedad que seguramente utilizan para confundirse en la columna de agua o en el substrato arenoso (Wittmann, 1977).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Tabla 5.5. Revisión de los trabajos existentes sobre la composición de la comunidad de misidáceos de fondos blandos someros.

Comunidad de misidáceos	N sps.	Densidad	Géneros y especies coincidentes con este trabajo	Descripción del hábitat	Método de muestreo	Área geográfica	Referencia
Misidáceos de la fauna vágil de praderas someras y algas litorales	4	No estimada. Algunas especies muy frecuentes*	*Siriella jaltensis** *S. clausii** *Leptomysis sardica*	Fondos someros con praderas de *Posidonia, Zostera* y *Cymodocea* y algas	Red de mano, semicuantitativo	Marsella, Francia, NW Mediterráneo	Ledoyer, 1962
Misidáceos del hiperbentos nocturno	12	No estimada	*Siriella norveriga* *S. clausii* *Leptomysis gracilis* *L. apiops* *Mysidopsis gibbosa* *M. augusta*	Distintos niveles de la columna de agua, sobre fondos de *Posidonia* y de gravas, desde 3 m hasta 70 m de profundidad.	Red de hiperbentos	Golfo de Marsella, Francia, NW Mediterráneo	Champalbert y Macquart-Moulin, 1970
Misidáceos del hiperbentos en fondos someros	13	No estimada	*Leptomysis lingvura* *L. gracilis* *L. mediterranea* *L. sardica* *Leptomysis sp A* *Leptomysis sp B* *Siriella jaltensis* *S. armata* *Mesopodopsis slabberi*	Muestreos en fondo y en columna de agua, varios tipos de hábitat,	Observaciones mediante buceo, cámara de vídeo	Península Istrian, Norte del Mar Adriático. Mediterráneo.	Wittmann, 1977
Misidáceos de fondos someros de islas	6	No estimada	*Leptomysis lingvura* *L. sardica* *L. buergii* *Paramysis helleri* *Siriella jaltensis*	Distintos tipos de hábitats en fondos someros y cuevas de isla	Red de mano, obtención para estudios de desarrollo embrionario	Isla de Ischia, Nápoles, Italia Mediterráneo	Wittmann, 1981
Misidáceos epifaunales de praderas de *Posidonia*	4	No estimada	*Siriella clausii* *Leptomysis sp.*	Praderas de *Posidonia* de distinta densidad, desde 1 a 32 m.	Red de mano, semicuantitativo	Isla de Ischia Nápoles, Italia, Mediterráneo	Mazzella *et al.* 1989

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Tabla 5.5. (Continuación)

Comunidad de misidáceos	N sps.	Densidad	Géneros y especies coincidentes con este trabajo	Descripción del hábitat	Método de muestreo	Área geográfica	Referencia
Misidáceos epifaunales de praderas de *Posidonia*	8	No estimada *Algunas especies muy abundantes	*Siriella clausii** *S. armata* *Gastrosaccus* sp. *Mysidopsis gibbosa** *Leptomysis truncata sardica*	Praderas de *Posidonia* de distinta densidad, desde 1 a 25 m de profundidad	Red de mano, semicuantitativo	Italia, Mediterráneo	Maj y Taramelli, 1989
Misidáceos suprabentónicos de playas	7	1.46 ind./ m^2	*Leptomysis lingvura* *L. mediterranea* *Gastrosaccus* *Mesopodopsis slabberi* *Siriella armata* *Paramysis nouveli*	Playas Profundidad: 1 m	Trineo suprabentónico	Playa de Rosas, Gerona, Mediterráneo Occidental	Munilla y Corrales, 1995
Misidáceos suprabentónicos de playa	10	15.38/m^2	*Siriella jaltensis* *S. armata* *Leptomysis mediterranea* *L. lingvura* *Paramysis arenosa* *Mesopodopsis slabberi*	Zona de rompiente de playa de Creixell, muy expuesta.	Trineo suprabentónico	Playa de Creixell, Cataluña, W Mediterráneo	San Vicente y Sorbe, 1999
Misidáceos hiperbentónicos de fondos someros de un delta	8	>5-50 ind/ m^2	*Mesopodopsis slabberi* *Siriella armata*	Estuario, Delta	Trineo hiperbentónico	Mar del Norte, SW de Países Bajos.	Mees *et al.*, 1993
Misidáceos suprabentónicos de estuario	13	14.7 / 24.1 ind/m^2	*Anchialina agilis* *Leptomysis l. lingvura* *Gastrosaccus spinifer* *Mesopodopsis slabberi* *Paramysis bacescoi* *Siriella clausii* *S. armata* *S. jaltensis*	Estuario, dos tipos de fondos someros con macrófitos: *Zostera noltii* y *Potamogeton* y *Ruppia*	Trineo suprabentónico	Ria de Aveiro, NW Portugal	Cunha *et al.*, 1999
Misidáceos suprabentónicos de estuario	7	45 ind/m^3	*Paramysis bacescoi* *Gastrosaccus spinifer* *Mesopodopsis slabberi* *Siriella clausii*	Parte interna, media y boca del estuario Profundidad: 2-4 m Fondos de arena	Trineo suprabentónico	Estuario del Río Mondego, oeste de Portugal	Azeiteiro y Marques, 1999

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

En general, las especies de misidáceos muestran diferente grado de relación con el substrato. Wittmann (1977) realizó una clasificación según su comportamiento en especies "especialistas del substrato" y "especialistas de formación de enjambres". Estos patrones están controlados por la combinación del efecto del hábitat (estímulos externos: depredación, disponibilidad de alimento, etc.) y respuestas colectivas (inter-individuales). La importancia relativa de las respuestas inter-individuales va acompañada de una disminución en las relaciones con el substrato.

5.4.4. Aportación trófica de misidáceos de fondos someros

Otro aspecto interesante que se deduce del presente estudio es que la biomasa es una variable poco utilizada en los estudios sobre descripción de la comunidad de misidáceos. En este estudio esta variable se comporta de forma similar a la abundancia y ambas han definido los cambios en los poblamientos de forma similar. Sin embargo, es destacable que en base a la biomasa, los análisis de SIMPER permiten detectar las especies con una mayor influencia en la similitud de las muestras pertenecientes a cada hábitat.

Además un interesante aspecto que se desprende de este estudio es que cuando se analiza la biomasa adquiere una mayor importancia el hábitat *Cymodocea.* Por una parte por las elevadas biomasas de la especie *S. armata*, que presenta una talla mucho mayor que las demás. Por otro lado, curiosamente, *P. helleri* presenta mayores biomasas en este hábitat, posiblemente por una diferente repartición de las tallas según el hábitat, ya que los enjambres de misidáceos también pueden segregarse según la talla, edad, categoría social, etc. (Wittmann, 1977).

En general, no existen datos precisos que permitan contrastar aspectos sobre la aportación trófica de misidáceos en estos sistemas vegetados de fondos someros en términos de biomasa o producción. Si que se conoce que los misidáceos son presa preferente de muchos peces asociados a praderas de *Posidonia oceanica* (Bell y Hamerlin-Vivien, 1983; Cardinale *et al.* 1997). Concretamente en la zona de estudio los misidáceos son parte principal de la dieta de especies de peces de interés comercial como el *Mullus surmuletus* (Martínez-Hernández, 1996). Los valores de abundancia y biomasa de los misidáceos de estos hábitats, especialmente en el borde de pradera y en *Cymodocea,* son lo suficientemente

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Volver al índice/Tornar a l'índex

elevados como para que supongan un recurso importante como fuente de producción secundaria en estos ecosistemas.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Agradecimientos

Rafa Alquezar (University of Technology, Sydney) por su ayuda con la versión en inglés para su publicación y a Marina Ribeiro da Cunha (Universidade de Aveiro, Portugal) por su ayuda en la identificación de los misidáceos.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Capítulo 6.

CAMBIOS EN LA ESTRUCTURA DEMOGRÁFICA DE LAS POBLACIONES DE MISIDÁCEOS EN RELACIÓN AL HÁBITAT

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

6. CAMBIOS EN LA ESTRUCTURA DEMOGRÁFICA DE LAS POBLACIONES DE MISIDÁCEOS EN RELACIÓN AL HABITAT

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

RESUMEN: Se analizó la estructura demográfica y de tallas de las poblaciones de *Siriella clausii, Leptomysis buergii, Leptomysis posidoniae* y *Paramysis helleri*, en los hábitats donde su abundancia fue mayor (pradera de *Posidonia oceanica,* pradera de *Cymodocea nodosa,* borde de pradera de *Posidonia oceanica* y/o arena). Se eligieron varios sitios al azar a lo largo de la costa de Alicante, donde se capturaron individuos a diferentes tiempos, utilizando el método de la red de mano. Ya que existe una segregación espacial de las poblaciones de estas especies según el hábitat (Capítulo 5), se estudió la existencia de diferencias en la estructura demográfica entre las poblaciones de una misma especie en sus hábitats preferentes. Los individuos capturados se midieron utilizando un sistema de análisis de imagen y se identificó su categoría demográfica. Se observaron diferencias con relación al hábitat en la estructura demográfica, concretamente para las poblaciones de las especies *L. posidoniae* y *P. helleri*. En estas especies se produjo una segregación espacial interna, ya que en el hábitat secundario (*Cymodocea nodosa* en ambos casos), se encontraron principalmente individuos de menor talla (juveniles). Por lo tanto, ciertas especies presentan enjambres con diferentes estructura demográfica dependiendo del hábitat, utilizando las praderas de *Cymodocea* enjambres con individuos de menor talla, juveniles principalmente. Por otra parte, es destacable que las tallas máximas medidas para todas las especies fueron menores que las citas en la bibliografía.

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

6.1. INTRODUCCIÓN

Numerosas observaciones constatan que los misidáceos nadan en enjambres bien estructurados jerárquicamente que, al igual que en enjambres de peces u otros crustáceos, muestran evidencias de monoespecificidad, estructuras internas y cohesividad (Mauchline, 1980). La separación distribucional intraespecífica es muy común en misidáceos a través de la formación de subenjambres de diferentes grupos de edad que son uniformes en cuanto a longitud de sus miembros y distancias entre individuos. (Clutter, 1969; Mauchline, 1971; Macquart-moulin, 1985). Los subenjambres son más cohesivos que los enjambres y después de una perturbación natural o artificial, los subenjambres se reestructuran como estaban antes. Por ejemplo, según observaciones de Wittmann (1997), en los enjambres de *L. lingvura,* los juveniles están a 7 cm del suelo y los adultos a 28 cm. Cuando *Anemonia sulcata* está presente, se encuentran juveniles asociados a la anémona y los adultos dominan en otros subenjambres.

Esta separación interna debe estar muy influenciada por las diferencias estructurales del hábitat, ya que los patrones de comportamiento tienen lugar por un combinado efecto del hábitat (estimulo externo) y respuestas colectivas (inter-individuales) (Wittmann, 1977). Se advierte incluso una separación distribucional de los grupos de edad por la zonación batimétrica, preferencias por el substrato y los periodos de actividad (Champalbert y Macquart-Moulin, 1970; Wittmann, 1977), que se realiza a través de una activa selección de los individuos de una misma talla.

También se ha visto que algunas especies de misidáceos responden a los cambios diarios en la intensidad luminosa realizando migraciones verticales en la columna de agua y presentan un comportamiento diferente para las distintas categorías sociales que forman sus poblaciones, por lo cual también se produce una separación distribucional en subenjambres. Por ejemplo la especie *Anchialina agilis* muestra una estratificación muy importante de los machos en la superficie a lo largo de la noche, mientras que los juveniles solo aparecen al final de ésta. Para algunas especies de *Leptomysis* su representación en el plancton nocturno es debida principalmente a la presencia de inmaduros (Champalbert y Macquart-Moulin, 1970).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

En fondos someros del Mediterráneo, con praderas de fanerógamas marinas, las distintas especies de misidáceos se distribuyen en hábitats determinados, con una alta fidelidad a lo largo del tiempo (Capítulo 5). Especies como *Siriella clausii, L. buergii, Leptomysis posidoniae y Paramysis helleri,* presentan un máximo de abundancia en praderas de *Posidonia oceanica*, borde de la pradera de *P. oceanica*, *Cymodocea nodosa* y fondos de arena, respectivamente. Sin embargo, parte de su población se presenta en hábitats cercanos. La hipótesis del presente estudio fue que puede existir una segregación espacial en las poblaciones de misidáceos según tamaño o sexo entre diferentes hábitats. Este aspecto puede ser importante para entender la relación de los poblamientos de misidáceos con el hábitat en sistemas heterogéneos con fanerógamas marinas.

Los objetivos concretos del presente estudio fueron:

1. Definir las características morfológicas de las distintas especies.

2. Comparar la estructura de tallas de las poblaciones de misidáceos con respecto los diferentes hábitats que ocupan.

3. Determinar si existe una segregación espacial de determinadas categorías poblacionales entre diferentes hábitats.

6.2. MATERIAL Y MÉTODOS

6.2.1. Material analizado

Los individuos de *Siriella clausii, Leptomysis buergii, L. posidoniae* y *Paramysis helleri,* utilizados para el presente estudio, fueron obtenidos mediante una red de mano en diferentes hábitats (*Posidonia oceanica*, borde de la pradera, *Cymodocea nodosa* y claros de arena), en tres sitios y en tres tiempos diferentes (abril-95, agosto-95 y febrero-96), entre los 8 y 10 m de profundidad (El Campello, Alicante, SE Ibérico; Capítulo 5).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

6.2.2. Determinación taxonómica, tratamiento de las muestras y medidas morfológicas

La muestras se fijaron con formaldehído al 4 % en agua de mar, y los individuos capturados se identificaron a nivel de especie (Tattersall y Tattersall, 1951; Labat, 1953; Wittmann 1986 a y b, 1992).

Se consideraron aquellas especies que fueron relativamente abundantes en varios hábitats y cuyo número de individuos medidos fue suficientemente elevado como para permitir una descripción representativa de la estructura de tallas y de las categorías sociales. Estas especies y los hábitats donde fueron dominantes fueron: *Siriella clausii* (*Posidonia* y *Cymodocea*), *Leptomysis posidoniae* (borde de *Posidonia* y *Cymodocea*), *L. buergii* (borde de *Posidonia* y *Cymodocea*) y *Paramysis helleri* (arena y *Cymodocea*).

Para el análisis de la estructura demográfica, se determinó el sexo y el estadio de madurez de los individuos de cada muestra según una simplificación de las categorías demográficas utilizadas por otros autores (Mauchline, 1980; San Vicente y Sorbe, 1990): i) juvenil: sin diferenciación de caracteres sexuales; ii) hembra: con oostegitos diferenciados, iii) hembra incubante: con huevos o larvas en el marsupio; y iiii) macho: con pleópodos diferenciados.

Se escogió la longitud total (Lt; mm) de los individuos para el análisis de tallas, ya que se consideró que reflejaba mejor las características demográficas de la población. Se calculó la relación alométrica entre la longitud total (Lt) y la longitud del caparazón (Lc). Se utilizó la medida de la longitud del caparazón (Lc) para estimar la Lt en los ejemplares más dañados (aproximadamente el 30% de la muestra).

Las medidas se realizaron mediante técnicas de tratamiento de imágenes de las muestras de misidáceos de cada especie con el programa informático *Image Tool*, a partir de las imágenes tomadas mediante una cámara de vídeo adaptada a la lupa binocular. El método fue calibrado previamente mediante medidas con un micrómetro convencional. La precisión del método de fue de ± 10 µm.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

6.2.3. Análisis de datos

Para el análisis de los datos se calculó la frecuencia de tallas (%) de cada una de las especies en los tres tiempos y en cada uno de los hábitats donde fueron dominantes. Se establecieron 7 clases de tallas determinadas a partir de la talla mínima y la talla máxima (mm) de todos los individuos medidos entre las especies de misidáceos, de tal forma que los histogramas fueran comparables.

Se compararon la estructura de tallas y las categorías demográficas en los distintos hábitats mediante el análisis de la varianza de los porcentajes de juveniles, machos y hembras adultos en los diferentes hábitats, utilizando los valores del porcentaje obtenidos en cada tiempo de muestreo como réplicas. Los valores se transformaron con el arcoseno al ser proporciones del total de individuos medidos en cada hábitat (Underwood, 1997).

6.3. RESULTADOS

6.3.1. Relaciones alométricas Lt-Lc

La relación alométrica entre la longitud total (Lt) y la longitud cefalotorácica (Lc) para cada una de las especies se expone en la Tabla 6.1. La relación alométrica entre estos dos parámetros resultó significativa para todas las especies. En la Fig. 6.1 se representa gráficamente la relación alométrica Lt-Lc, para todas las especies.

6.3.2. Observaciones morfológicas y cambios en la estructura poblacional según el hábitat.

Siriella clausii

Siriella clausii presentó una talla media de 4.60 mm y una talla máxima de 11.44 mm. Los machos presentaron una talla media ligeramente mayor que las hembras (5.32 y 4.89 mm respectivamente), que fue casi similar a la de las hembras incubantes (5.15 mm). La talla mínima de los machos fue muy parecida a la de la hembras. Los juveniles presentaron una talla media de 3.71 mm, oscilando entre un amplio rango de valores, un máximo de 8.30 y un mínimo de 0.69 mm (Tabla 6.2).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Al comparar las frecuencias de tallas entre *Posidonia* y el borde de la pradera, se encontró que más del 80% de los individuos presentes en el borde de pradera pertenecieron a las clases de tallas intermedias, (4-6) y (6-8) mm. En este hábitat no estuvieron representadas las tallas mínimas y máximas de esta especie. Sin embargo en la pradera de *Posidonia*, hábitat preferente de *S. clausii,* están representadas todas las clases de tallas de la especie y más del 70% pertenecieron a las clases de talla de (2-4) y (4-6) mm. Destacar que más del 40 % fueron individuos de (2-4) mm, muy poco representados en el borde de pradera (Fig. 6.2). Los juveniles supusieron el 36% de la población de esta especie en *Posidonia*, frente a un 9% en borde (Tabla 6.3; ANOVA, $p<0.01$). En ambos hábitats las hembras fueron mucho más frecuentes que los machos (Fig. 6.2), presentando un porcentaje significativamente mayor en el borde de la pradera (65.5%; Tabla 6.3; ANOVA, $p<0.01$).

Tabla 6.1. Relación alométrica entre la longitud del cefalotórax (Lc) y la longitud total (Lt) para cada una de las especies del estudio (N= número individuos medidos, r= coeficiente de correlación; p= p-valor de la ANOVA de la regresión).

Siriella clausii	**$Lt= 4.1854\ Lc^{0.6236}$** (N=48; r= 0.8301; $0.74\leq Lc\leq 3.65$; $p<0.001$)
Leptomysis buergii	**$Lt= 3.0557\ Lc^{0.8849}$** (N=46; r= 0.9093; $0.70\leq Lc\leq 3.6$; $p<0.001$)
Leptomysis posidoniae	**$Lt= 4.766112\ Lc^{0.4365}$** (N=44; r= 0.6287; $1.57\leq Lc\leq 3.09$; $p<0.05$)
Paramysis helleri	**$Lt= 3.3835\ Lc^{0.7245}$** (N=48; r= 0.7485; $0.94\leq Lc\leq 2.45$; $p<0.001$)

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

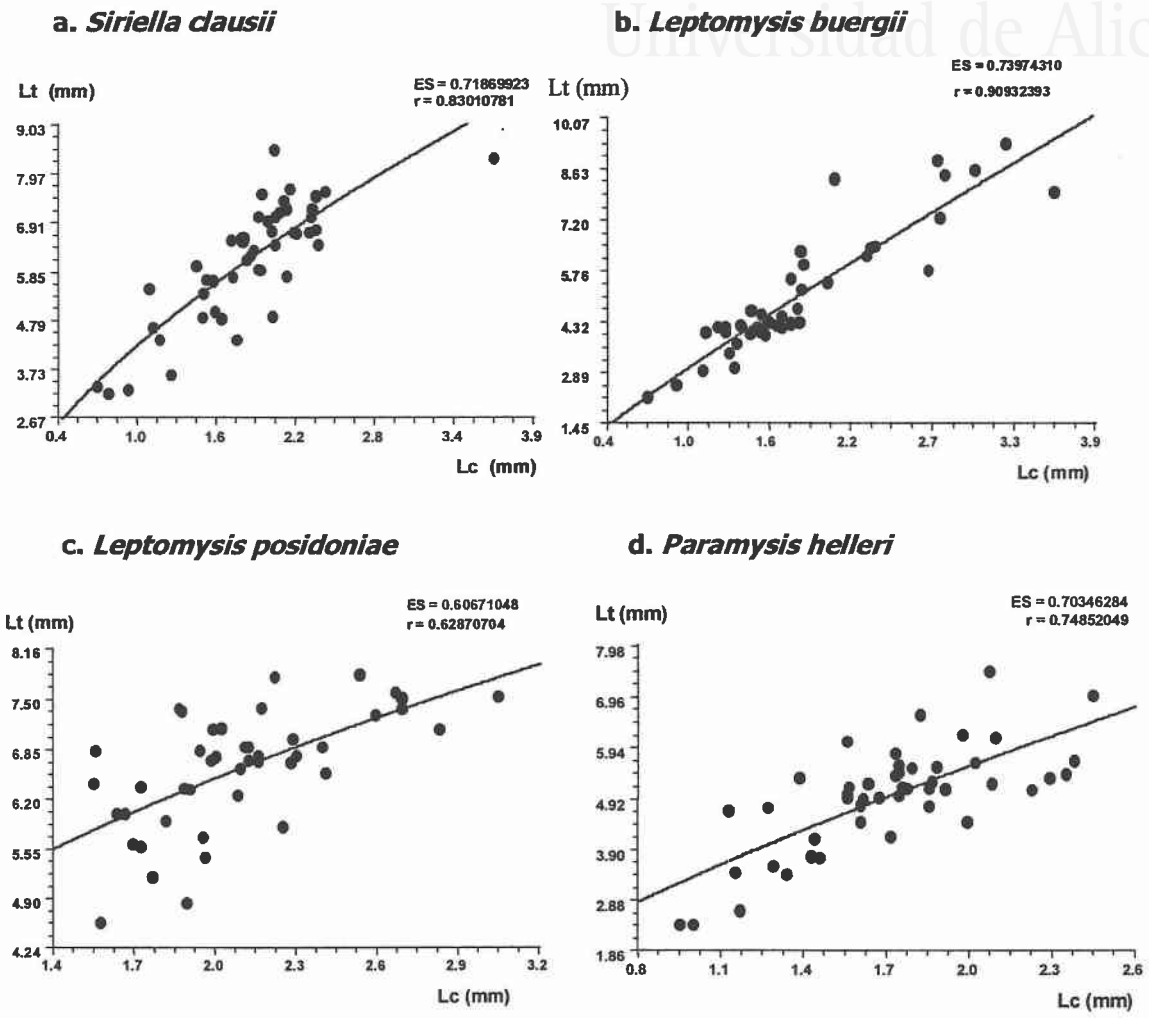


Fig. 6.1. Relación alométrica de la longitud total (Lt) y la longitud del cefalotórax (Lc) para todas las especies de misidáceos del estudio (E.S.: error estándar de la regresión; r: coeficiente de correlación).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Tabla 6.2. Talla media, máxima y mínima (mm) de cada una de las especies de misidáceos con respecto al total de los individuos, y para cada una de las clases demográficas. Juv: juveniles, H: hembras (incluye las Hi), Hi: hembras incubantes y M: machos, N: número de individuos medidos.

		Total	Juv	H	Hi	M
Siriella clausii	Lt_{media}	4.60±0.11	3.71±0.18	4.89±0.15	5.15±0.34	5.32±0.28
	$Lt_{máxima}$	11.44	8.30	11.44	7.55	8.54
	$Lt_{mínima}$	0.69	0.69	2.30	3.03	2.33
	N	232	75	111	22	46
Leptomysis buergii	Lt_{media}	5.28±0.09	2.79±0.11	6.01±0.11	6.15±0.23	5.82±0.11
	$Lt_{máxima}$	13.27	6.57	13.27	12.20	9.31
	$Lt_{mínima}$	0.66	0.66	1.69	4.04	3.34
	N	520	107	238	36	175
Leptomysis posidoniae	Lt_{media}	5.60±0.05	2.99±0.05	6.30±0.05	7.73±0.25	6.30±0.06
	$Lt_{máxima}$	11.06	5.41	11.06	11.06	10.48
	$Lt_{mínima}$	1.04	1.04	2.73	5.93	2.08
	N	1 274	267	621	19	386
Paramysis helleri	Lt_{media}	4.66±0.10	2.62±0.10	5.41±0.09	6.44±0.50	5.81±0.14
	$Lt_{máxima}$	8.43	6.53	8.29	8.07	8.43
	$Lt_{mínima}$	1.04	1.04	3.16	4.16	4.08
	N	262	78	131	8	53

Leptomysis buergii

Leptomysis buergii mostró una talla media de 5.28 mm y una talla máxima de 13.27 mm. Para esta especie, las hembras presentaron una talla media mayor a la de los machos (6.01 y 5.82 mm respectivamente). La talla mínima fue bastante mayor para los machos (3.34 frente a 1.69 mm), aunque la talla máxima la alcanzó una hembra adulta no incubante. La talla media de los juveniles fue 2.79 mm oscilando entre un valor máximo de 6.57 mm y un mínimo de 0.66 mm (Tabla 6.2).

Esta especie fue muy abundante en *Cymodocea* y borde de la pradera de *Posidonia*. En el primer hábitat, más del 95 % de los individuos mostraron una talla

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

entre 4 y 10 mm, mientras que en el borde de la pradera la presencia de tallas pequeñas (2-4 mm) fue mucho mayor que en *Cymodocea* y además las tallas máximas (> 10 mm) fueron muy escasas (Fig. 6.2). Respecto a las composición de la población, en ambos hábitats la proporción de hembras y machos fue similar (Tabla 6.3; ANOVA, p no significativo), y los juveniles supusieron un 17-30% de la población (Fig. 6.2).

Universitat d'Alacant Universidad de Alicante

Leptomysis posidoniae

Leptomysis posidoniae presentó una talla media algo mayor que la especie anterior, 5.60 mm pero la talla máxima fue menor con 11.06 mm. Las tallas medias de hembra y macho fueron iguales (6.30 mm), y la de hembra incubante algo mayor (7.73 mm). En este caso la talla mínima fue mayor para la hembra, al igual que la talla máxima, siendo además este valor la talla máxima total, que se corresponde con una hembra incubante. Los juveniles mostraron una talla media de 2.99 mm y los valores oscilaron entre una talla máxima de 5.41 mm y una talla mínima de 1.04 mm (Tabla 6.2).

En el borde de la pradera de *Posidonia*, el 90% de los individuos de *L. Posidoniae* pertenecieron a las clases de tallas de (4-6) y (6-8) mm. En *Cymodocea,* el 80% de los individuos fueron menores de 4 mm, de los cuales el 60 % perteneció a la talla de (2-4) mm (Fig. 6.2). Esto coincide con una mayor frecuencia de juveniles en *Cymodocea* con un 68%, frente a un 16% en el borde de la pradera (Tabla 6.3; ANOVA, $p<0.01$; Fig. 6.2), mientras que las hembras y machos adultos mostraron porcentajes menores y no se observaron hembras incubantes.

Paramysis helleri

Paramysis helleri presentó una talla media de 4.66 mm, siendo la talla máxima 8.43 mm. En este caso esta talla máxima se correspondió con un macho, cuya talla media fue ligeramente mayor a la talla media de las hembras (8.43 frente a 8.29 mm). También la talla mínima del macho fue ligeramente mayor a la de la hembra. Los juveniles presentaron una talla media de 2.62 mm, oscilando los valores entre un máximo de 6.53 mm y un mínimo de 1.04 mm (Tabla 6.2).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

En arena, esta especie presentó un 50 % de los individuos pertenecientes a la clase de (4-6) mm, mientras que en *Cymodocea* estuvieron mejor representadas las tallas menores a 4 mm y escasamente presentes individuos mayores a la clase media (Fig. 6.2). Se puede ver que esta mayor proporción de tallas pequeñas en *Cymodocea* coincide con un mayor porcentaje de juveniles, que alcanzan un 68.5 % (Tabla 6.3; ANOVA, $p<0.05$; Fig. 6.2). En ambos hábitats la proporción de hembras fue mayor que la de machos y más elevada en arena que en *Cymodocea,* donde no se observaron hembras incubantes.

Tabla 6.3. Estructura demográfica de las distintas poblaciones de misidáceos según el hábitat preferente y las categorías demográficas: juv: juveniles; h: hembra; hi: hembra incubante y m: macho. N: número de individuos medidos.

		juv (%)	h (%)	h inc (%)	m (%)	N
Siriella clausii	*Posidonia*	36.1	34.0	9.8	20.1	203
	Borde	9.4	65.6	6.3	18.8	35
Leptomysis buergii	*Cymodocea*	16.5	40.3	9.2	34.0	370
	Borde	30.0	36.0	1.3	32.7	170
Leptomysis posidoniae	Borde	16.1	50.4	1.6	31.9	1163
	Cymodocea	68.5	17.6	-	13.9	130
Paramysis helleri	Arena	24.8	50.5	3.3	21.4	236
	Cymodocea	50.0	34.1	-	15.9	42

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

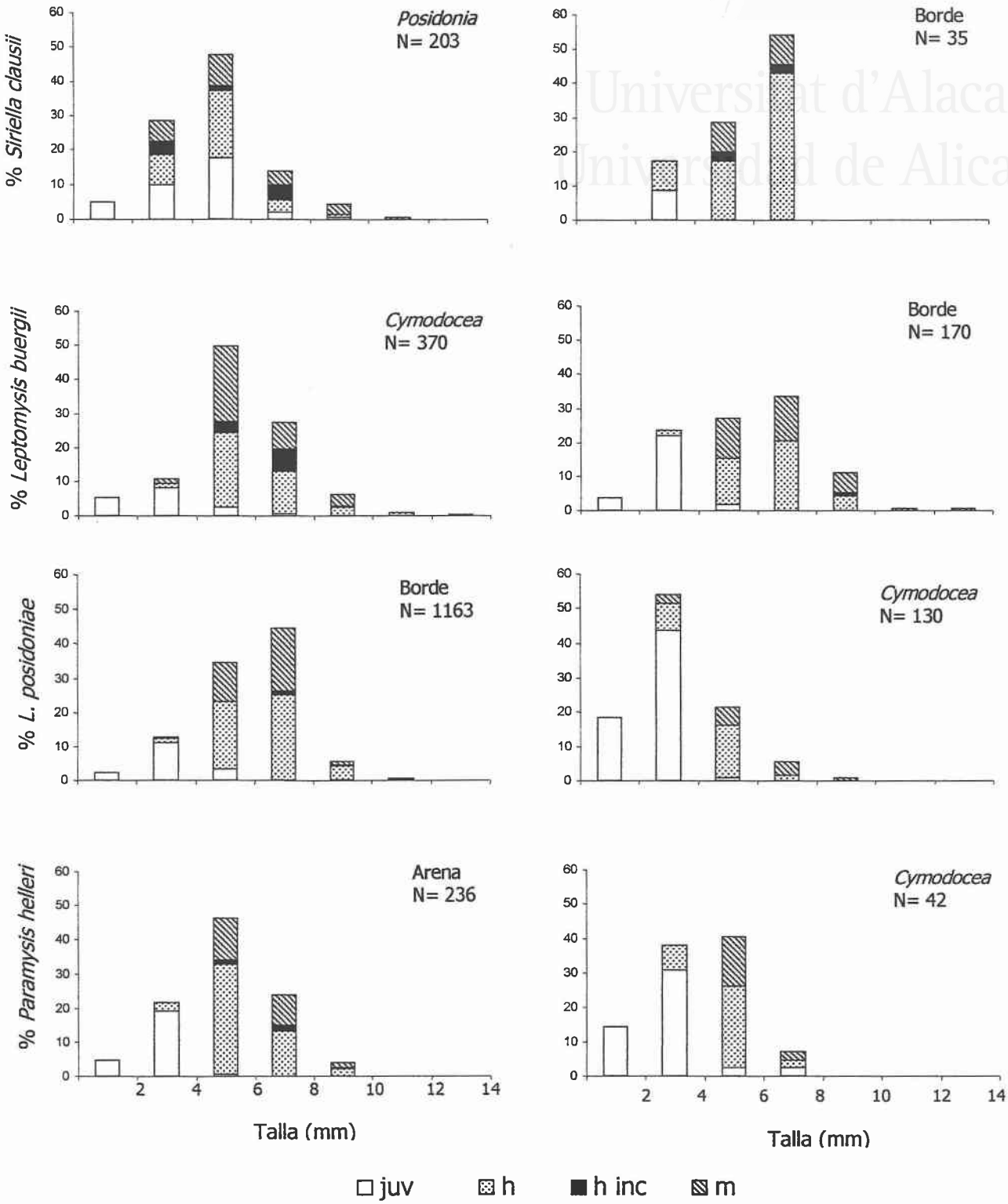


Fig. 6.2. Histogramas de frecuencias de tallas (%) de las especies *Siriella clausii, Leptomysis buergii, L. posidoniae* y *Paramysis helleri* en sus hábitats preferentes en fondos someros (-10 m) con fanerógamas marinas. Se diferencian las categorías demográficas: juv= juveniles, h= hembras, h inc= hembra incubante, m= macho; N= número de individuos medidos.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

6.4. DISCUSIÓN

En general, se puede concluir que la estructura poblacional de ciertas especies de misidáceos, como *Leptomysis posidoniae* y *Paramysis helleri,* cambia notablemente al comparar los hábitats donde se encuentran mejor representados. En el hábitat principal estaban presentes todas las clases de tallas, pero en el hábitat secundario, *Cymodocea nodosa*, se encontró principalmente juveniles. Hay que remarcar que las conclusiones para *P. helleri* deben tomarse con cautela por el bajo número de individuos capturados en *Cymodocea*. *Leptomysis buergii* y *Siriella clausii* no presentaron diferencias destacables entre sus dos hábitats preferentes.

En la bibliografía se ha señalado que es común la existencia de una segregación entre machos y hembras (Mauchline, 1980). Sin embargo no se puede hablar de segregación sexual de los enjambres de misidáceos respecto al hábitat en el presente estudio, ya que la proporción de hembras y machos fue relativamente similar entre hábitats en todas las especies excepto *S. clausii*. Para esta especie predominaron las tallas mayores y hembras en el borde de la pradera de *Posidonia*, pero también se capturó un número demasiado bajo de individuos para poder obtener conclusiones fiables. La segregación en enjambres por sexos es un fenómeno común en invertebrados como los eufausiáceos (Nicol, 1984) y ha sido descrita para los misidáceos (Mauchline, 1980). Por ejemplo las hembras de las especies de *Leptomysis* muestran una mayor preferencia por el substrato y los machos tienden a agregarse en grandes enjambres (Wittmann, 1977). No obstante es notable que en la mayoría de hábitats, se dio una predominancia de las hembras.

En cuanto a la presencia de hembras incubantes, son muy escasas y parece que su proporción es indistinta al hábitat. En general, para los misidáceos de áreas templadas, la reproducción es continua a lo largo del año y se ha visto en muchas especies que en determinados periodos, normalmente en verano, las hembras incubantes migran a zonas más superficiales, periodos durante los cuales pueden colonizar estas zonas ya que las condiciones hidrodinámicas son más propicias (Mauchline, 1981; San Vicente y Sorbe, 1993).

En el caso de *L. posidoniae*, la población está fuertemente ligada al borde de la pradera de *Posidonia* (Capítulo 5). En *Cymodocea* predominaron las tallas pequeñas, que se corresponde además con un mayor porcentaje de juveniles. Ha

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

sido señalado que en los enjambres de *L. lingvura*, los juveniles están a menos de 5 cm del suelo y los adultos a 28 cm (Wittmann, 1977). Un estudio sobre distribución de misidáceos en Voordelta y Westerschelde (Países Bajos), encontró exclusivamente juveniles de *Schistomysis spiritus,* una especie típicamente marina, en praderas de fanerógamas dentro del estuario en primavera. Las poblaciones estuarinas de *Neomysis integer*, *Mesopodopsis slabberi*, *Praunus flexuosus* y *Schistomysis spiritus* parecen utilizar fanerógamas del intermareal durante los periodos de reproducción, observándose picos de juveniles en estos hábitats. (Mees *et al.*, 1993; Bamber *et al.* 1994).

Estudios con varias especies de decápodos en el norte de Australia han mostrado que pequeñas post-larvas de gamba (< 2 mm de longitud de caparazón) no son tan selectivas por el hábitat como las gambas de mayor tamaño (Loneregan *et al.*, 1998). Para *Penaeus esculentus* se han encontrado diferencias de comportamiento entre individuos con diferente tamaño de caparazón, con hábitos menos escavadores en los individuos con un tamaño menor de 3.5 mm. Los juveniles de esta especie cambiaron su comportamiento dependiendo de la morfología de la planta en la cual se protegen (Kenyon *et al.*, 1995). En la especie de krill *Nyctiphanes australis* se ha descrito la formación de enjambres de sub-adultos que permanecen a menos de un metro sobre el fondo, separados de los enjambre mixtos de adultos. Estos enjambres mostraron una gran variación en el tamaño lo que sugiere que hay una crecimiento diferencial en krill inmaduro (O'Brien, 1989).

Los factores que explican la utilización de *Cymodocea* por juveniles de *L. posidoniae* pueden ser los mismos que explican una mayor abundancia de epifauna en sistemas vegetados (Lewis, 1984), como el incremento de hábitat, la reducción del hidrodinamismo, estabilización del sedimento y protección ante la depredación. Quizás la presión de depredación o competencia por el espacio sea menor en las praderas de *Cymodocea* que en el hábitat donde se encuentran grandes enjambres de adultos, encontrado los juveniles un hábitat favorable que les brinda protección. Un posible mecanismo para separar por longitud los enjambres de invertebrados es la capacidad de natación (O'Brien y Ritz, 1988), la cual depende del tamaño. Así pues, para parte de la población de juveniles de *L. posidoniae*, la reducción del hidrodinamismo y/o protección debido a la existencia de la planta puede promover su desplazamiento desde el borde a praderas de *Cymodocea*.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Como conclusión, resaltar que es interesante el hecho que para algunas especies se produjo una segregación espacial interna de parte de la población, pero no por sexos, y que en *Cymodocea* se encuentra un mayor proporción de individuos de menor talla (juveniles). Se debe comprobar el papel que juegan las praderas de *Cymodocea nodosa* en estos fondos someros, ya que parecen ser un hábitat preferente para juveniles de invertebrados.

En cuanto a las características morfológicas, para todas las especies las tallas medias de los adultos son algo menores a las encontrados en los trabajos donde se describe a la especie. Los adultos de *Siriella clausii* presentaron una talla de 5.32 y 4.89 mm (macho y hembra respectivamente), mientras que en la bibliografía la longitud de esta especie es de 10 y 11 mm (hembra-macho).

Para *Leptomysis buergii* tampoco hay una correspondencia con los datos aportados en la bibliografía. En este estudio la talla media de adultos fue de 5.82 y 6.01 mm (macho y hembra respectivamente). En la descripción de la especie, realizada a partir de ejemplares del Mediterráneo, estas longitudes se corresponden con la longitud del caparazón (Wittmann, 1986 b). Para *Leptomysis posidoniae* la talla media de adultos fue de 6.30 mm, mientras que en la bibliografía las longitudes del caparazón son de 6-8 mm para las hembras y 5-8 mm para los machos (Wittmann, 1986 a).

P. helleri presentó una talla media de adultos de 5.81 y 5.41 mm (macho y hembra respectivamente), mientras que en la bibliografía aparece con una longitud media de 11 mm. En el presente trabajo la talla máxima que alcanza es de 8.43 mm, mucho más pequeños que los ejemplares mediterráneos con los que describe la especie (Labat, 1953).

En general, tampoco se advirtieron grandes diferencias entre las tallas mínimas entre macho y hembra. Si existieron siempre fue la talla mínima del macho ligeramente mayor que la de la hembra, excepto para *Leptomysis posidoniae* que ocurrió a la inversa. Esta posible diferencia se podría interpretar como un indicativo de diferencias en la precocidad de la diferenciación de los caracteres sexuales. Por ejemplo, para *L. buergii*, la talla mínima del macho es de 3.34 mm, frente a la de la hembra que fue de 1.69 mm. Esto puede indicar que las hembras son más precoces en la diferenciación de su sexualidad (San Vicente y Sorbe, 1993). Este aspecto sobre la biografía de la especie no ha podido ser

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Volver al índice/Tornar a l'índex

contrastado con la bibliografía, pero es muy importante tenerlo en cuenta a la hora de interpretar la estructura de la población.

Sin embargo, para la mayoría de las especies, excepto para *Paramysis helleri*, ocurrió que la talla máxima de las hembras fue bastante más elevada que la de los machos. Esto se puede interpretar como una diferencia morfológica según el sexo. Por ejemplo, para *L. buergii* los datos sobre longitud de la especie hablan de unas tallas mayores para la hembra (Wittmann, 1986 b). Pero también puede ser una diferente distribución de los adultos. Por ejemplo, San Vicente y Sorbe (1993) encontraron que para la especie *Schistomysis parkeri*, las hembras tienen una distribución más superficial, en un medio menos turbulento, lo cual permite a las hembras incubantes una mejor natación y una protección de la progenie y por lo tanto disminuir la mortalidad intramarsupial. En esta zona más superficial no se encuentran las tallas grandes de los machos. Algo similar puede ocurrir con estas especies, por que además, tal como se ha visto en la estructura demográfica según el hábitat, casi siempre existe una predominancia de hembras. Puede ser que los machos se distribuyan en otra zona batimétrica.

También hay que destacar que los juveniles de *S. clausii* alcanzaron unas tallas muy grandes. Posiblemente se produce una diferenciación sexual tardía, en general o en alguna de las generaciones de su población, con lo cual hay juveniles que alcanzan tallas similares a algunos adultos. Esto hay que tenerlo en cuenta a la hora de interpretar la estructura de la población utilizando las tallas en vez de las categorías demográfica.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Capítulo 7.

EFECTO DEL VERTIDO DE SALMUERA DE PLANTAS DESALADORAS SOBRE LA MORTALIDAD DE *LEPTOMYSIS POSIDONIAE* WITTMANN, 1986

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

7. EFECTO DEL VERTIDO DE SALMUERA DE PLANTAS DESALADORAS SOBRE LA MORTALIDAD DE *LEPTOMYSIS POSIDONIAE* WITTMANN, 1986

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

RESUMEN: El objetivo del presente estudio fue determinar el impacto del vertido de salmuera de plantas desaladoras en el misidáceo *Leptomysis posidoniae*. El incremento de la demanda de agua en zonas costeras han favorecido el desarrollo de estas instalaciones en el SE Ibérico y se desconoce en gran medida el impacto de este vertido sobre el medio marino. En las costas mediterráneas, el vertido de salmuera se produce principalmente en fondos blandos someros, donde muchas veces crecen praderas de *Posidonia oceanica*. Uno de los eslabones tróficos ligados a las praderas de *Posidonia oceanica* más importantes son las comunidades de invertebrados de la epifauna vágil, donde los misidáceos son uno de los componentes más representativos. Se planteó la necesidad de estudiar el posible impacto sobre la epifauna a través de un ensayo con *L. posidoniae* en un gradiente de salinidades (control, 40, 45, 50, 55 y 60 ups) a tres temperaturas (18, 23 y 28º C). Se aplicó un test previo con una sustancia de referencia, sulfato de zinc, para determinar su sensibilidad a un tóxico de efecto conocido. La mortalidad aumentó conforme se incrementó la concentración del metal. Un test agudo preliminar de dos días de duración se utilizó para determinar el rango de salinidad óptimo para el experimento, realizado con y sin aclimatación a la salinidad de los misidáceos, hasta concentraciones de 70 ups (concentración máxima de los vertidos de salmuera). Los experimentos previos demostraron una mortalidad del 100 % de los individuos a partir de salinidades de 60 ups a las 12 h, sin existir una aclimatación a la salinidad. Respecto al ensayo con salinidad a distintas temperaturas, se demostró que la mortalidad de misidáceos se incrementó al aumentar la salinidad, potenciándose con el incremento de la temperatura. Salinidades de 40 ups incrementaron significativamente la mortalidad respecto a salinidades controles a 28º C. El vertido de salmuera, con una dilución hasta 40 ups, sobre todo en condiciones estivales, puede provocar una mortalidad substancial de la epifauna. Por otra parte, los resultados del estudio hacen pensar que *L. posidoniae* puede ser una organismo adecuado para tests de ecotoxicología.

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

7.1. INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de agua en zonas costeras está motivando la construcción de plantas desaladoras (Medina, 2001). Sin embargo, al ser este tipo de instalaciones bastante novedosas en el SE Ibérico, hace que se desconozcan en gran medida sus efectos ambientales y, en particular, los efectos de los vertidos de agua de elevada salinidad (Gacia y Ballesteros, 2001). El vertido de las plantas desaladoras de agua de mar se produce desde la línea de costa hasta profundidades de unos 30 m y en su gran mayoría sobre fondos blandos (arenas y fangos). En las costas del Mediterráneo las comunidades más características de estos fondos son las praderas de las fanerógamas marinas *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa*, las praderas de *Caulerpa prolifera* y los fondos sin vegetación (Boudouresque *et al.*, 1994), por lo que los vertidos de las actividades de desalinización aparecen como agentes potenciales de contaminación de este tipo de fondos. Especial importancia tiene el conocer los efectos de esta actividad sobre las praderas de *Posidonia oceanica,* ya que son ecosistemas muy complejos que poseen una gran importancia ecológica y económica en nuestro litoral y que sin embargo se encuentra en regresión por diversos impactos antrópicos: contaminación, pesca de arrastre ilegal, obras costeras, actividades turísticas, etc (Ruiz *et al.*, 1993; Sánchez-Lizaso *et al.*, 1990; Ramos-Esplá *et al.*, 1993). En la actualidad las praderas de *P. oceanica* se encuentran declaradas como hábitat prioritario en la Comunidad Europea (Directiva 92/43/CEE) y protegidas por la legislación autonómica (Orden del 23 de enero de 1992, Decreto 219/1997 del 12 de agosto de 1997).

El impacto que tienen los vertidos de aguas de rechazo de las desaladoras está basado en la mayor salinidad del agua vertida, cambios en la temperatura, en el pH y en la presencia de sustancias químicas utilizadas en el proceso del tratamiento del agua (hipoclorito de sódico y metabisulfito sódico). El vertido puntual por el limpiado de las membranas de osmosis constituyen un aporte de sólidos en suspensión y detergentes (Del Vigo y Annunziata, 2001; Muñoz y Pérez-Báez, 2001). Por otra parte, también se produce el vertido de sales de nitrógeno y fósforo, que pueden promover procesos de eutrofización, afectando a la calidad de las aguas y a la pradera de *Posidonia* (Buceta *et al.*, 2001).

Uno de los aspectos más determinantes para entender la importancia de este vertido es el hecho de que la salmuera presenta salinidades de más de 65 ups, y se desplaza con un proceso de dilución muy lento. Una vez que el vertido ha

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

penetrado en el seno del agua receptora avanza pegado al fondo sin mezclarse de forma importante. La agitación leve facilita algo el proceso de mezcla de las dos soluciones pero sólo en la zona inicial de contacto, a poca profundidad. Se necesita una agitación severa para que a mayor profundidad se pueda apreciar un aumento de los fenómenos de mezcla (Antequera y Jauregui, 2001). Por lo tanto, cabe esperar que esta lengua hipersalina pueda deslizarse por el fondo hasta afectar a la pradera de *Posidonia,* creando una interfase en el substrato con alta salinidad, que puede suponer un impacto para las comunidades asociadas a estos fondos. Se ha determinado que la planta deja de crecer a salinidades mayores de 40 ups (Fernández-Torquemada y Sánchez-Lizaso, 2001).

Ha sido empíricamente demostrado que las praderas de fanerógamas marinas proporcionan hábitat para una comunidad muy diversa y abundante (Orth *et al.*, 1984). Uno de los componentes ligados a las praderas de *Posidonia oceanica* más importantes son las comunidades de invertebrados de la epifauna vágil (animales móviles ligados a las hojas o la superficie del substrato). Entre ellos, los misidáceos son uno de los componentes más representativos (Ledoyer, 1962; Mazzella *et al.*, 1989; Sánchez-Jerez, 1997). En general son importantes como productores secundarios en fondos blandos someros (San Vicente y Sorbe, 1999; Capítulo 4), viviendo en estrecha relación con el substrato (Mauchline, 1980).

Las especies más comunes y relativamente abundantes en praderas de *Posidonia,* son las pertenecientes al género *Leptomysis* (Wittmann, 2001). Estas especies se encuentran ligadas a fondos rocosos y con fanerógamas marinas y localmente pueden ser muy abundantes, con más de 100 individuos por metro cuadrado (Capítulo 5). Concretamente *Leptomysis posidoniae* Wittmann, 1986 es una especie endémica del Mar Mediterráneo. Es muy importante en los fondos poblados con *Posidonia oceanica*, sobre todo en fondos someros entre los 6 y 15 m de profundidad, formando densos enjambres de hasta 10000 individuos (Wittmann, 1986 a, b, 2001). Respecto a sus hábitos alimenticios, se sabe que son omnívoros, fundamentalmente se alimentan de detritus orgánico, pero también pueden depredar organismos planctónicos más pequeños como diatomeas y copépodos (Tattersall y Tattersall, 1951; Wittmann, 1977; Mauchline, 1980). En condiciones de laboratorio se ha experimentado la utilización de distintas dietas con nauplios de *Artemia* y rotíferos para el cultivo de otras especies del mismo género (Domingues *et al.*, 2000).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Numerosos tests para la evaluación de la toxicidad de efluentes se han desarrollado con misidáceos (Chapman *et al.*, 1995). Estos crustáceos son muy sensibles a los contaminantes marinos y por ello son comúnmente utilizados en tests de ecotoxicidad (Nimmo y Hamaker, 1982). Por otra parte, un aspecto a tener en cuenta es que estudios de laboratorio han confirmado que la tolerancia a la salinidad de algunas especies de misidáceos está estrechamente influenciada por la temperatura y las interacciones de estos dos factores afectan a su supervivencia y crecimiento (Mckenney, 1996).

Por el desconocimiento sobre el efecto del vertido hipersalino y la importancia de los misidáceos en fondos blandos someros se planteó la realización de un experimento de laboratorio que evaluara la tolerancia de *L. posidoniae* a cambios en la salinidad del medio así como su interacción con la temperatura.

Por lo tanto, los objetivos del presente estudio fueron:

1. Establecer la sensibilidad de *L. posidoniae* ante una sustancia de referencia ($Zn\ SO_4$).

2. Determinar la influencia de un incremento de la salinidad sobre la supervivencia del misidáceo *L. posidoniae*.

3. Establecer la interacción entre la temperatura y el incremento de la salinidad sobre la supervivencia de *L. posidoniae*.

7.2. MATERIAL Y MÉTODOS

7.2.1. Recolección e identificación de los misidáceos

Los misidáceos fueron recolectados en las praderas de *Posidonia oceanica* superficiales del Cabo de las Huertas (Alicante), durante el año 2001, ya que se presentan en esta zona con una gran abundancia y constancia (Barberá, 1997). Concretamente, se capturaron en el borde de la pradera, a –6 m, donde se pueden capturar fácilmente enjambres de *Leptomysis posidoniae*, aunque en ocasiones junto con pequeños enjambres de *Leptomysis buergii*. Se recolectaron mediante una red de mano en inmersión, cuyo copo final es un bote de plástico con una

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

malla (luz de 300 µm) en la base. Este sistema permite recolectar fácilmente los misidáceos sin que hayan muchas pérdidas y se dañen. Se transportaron hasta el laboratorio en una nevera con aireación y hielo. En el laboratorio se mantuvieron en un acuario de 60 litros, a temperatura ambiente entre 18 y 20 ºC y con agua de mar filtrada (38 ups), con aireación y un sistema de depuración. La alimentación se realizó mediante comida artificial para doradas y para conejo, mezcla que asegura una correcta nutrición (César, com. pers.). Para su aclimatación se esperó un intervalo de 24 horas hasta el comienzo del experimento.

Los individuos fueron identificados después de finalizar el experimento, ya que es necesaria la utilización de lupa binocular y microscopio, puesto que las características morfológicas definitorias son la forma y número de espinas del telson y el número de setas del ápice de la escama antenal (Wittmann, 1986,a,b; Capítulo 3).

7.2.2. *Test de referencia con sulfato de zinc ($Zn SO_4$)*

Como requisito previo para la realización de posteriores experimentos (Chapman *et al.*, 1995) se identificó la sensibilidad de *L. posidoniae* a una substancia de referencia ($ZnSO_4$) mediante un test de toxicidad crónica de 7 días. Este protocolo ha sido desarrollado por la EPA (*Environmental Protection Agency*; Chapman *et al.*, 1995) y Martin *et al.* (1989) para *Holmesimysis costata*. El Zn es un metal con un efecto letal en muchos invertebrados (Wang y Fisher, 1999) y la resistencia de un organismo ante este metal sirve de referencia sobre su sensibilidad ante otras substancia de efecto desconocido.

Se utilizaron las siguientes concentraciones de Zinc: 37, 50, 70, 101, y 203 µg/litro. Se utilizó el Zn en forma de Sulfato de Zinc ($ZnSO_4 * H_2O$), disuelto en agua de mar filtrada, que se obtuvo del Acuario Municipal de Santa Pola (Alicante). Se realizaron 5 réplicas de cada uno de los tratamientos. Cada una de las réplicas consistió en un tanque de plástico transparente de 1 litro, con ½ litro de la solución experimental, donde se añadieron 10 individuos adultos. El test se realizó a 20 ºC (Anexo I).

Se realizaron observaciones diarias de los individuos muertos o vivos. Los individuos desaparecidos se asumieron como canibalizados y se restaron del

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

número inicial. Una vez finalizado el test se conservaron los individuos para confirmar la especie.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

7.2.3. Test de salinidad y temperatura

Las salinidades superiores al control se realizaron ajustando soluciones hipersalinas preparadas a partir de agua de mar natural y sal marina comercializada para la industria de salazones, ya que a este tipo de sal no se le añaden ningún tipo de producto químico.

Al no conocer la tolerancia de esta especie, se realizaron experimentos preliminares con salinidades de un amplio rango. Se realizó un experimento con 5 salinidades fijas: 38 (control), 45, 50, 60 y 70 ups, a una temperatura de 20 ºC. Se realizaron 2 réplicas de cada uno de los tratamientos, que consistieron en tanques de plástico (1 litro) con ½ litro de la solución experimental, donde se introdujeron 10 misidáceos, directamente, sin aclimatación. El experimento tuvo una duración de 48 horas, obteniendo datos de mortalidad, temperatura y salinidad cada 12 horas.

Para comprobar si existe posibilidad de aclimatación a las salinidades más elevadas, se repitió el mismo experimento que en el apartado anterior pero con aclimatación, traspasando los misidáceos de un tanque a otro con mayor salinidad, cada 4 horas, exponiéndolos gradualmente a todos los tratamientos.

A partir de estos experimentos preliminares, se realizaron los test de salinidad y temperatura con rangos de salinidades hasta 60 ups. El diseño experimental para comprobar el efecto combinado de salinidad y temperatura fue el de un experimento ortogonal con dos factores: i) Salinidad: 6 salinidades fijas, 38 (control), 40, 45,50, 55 y 60 ups, ii) Temperatura: tres temperaturas, 18º C (agua del periodo frío), 23º C (agua primaveral y otoñal) y 28º C (agua estival). La interacción SxT define la existencia o no de un efecto combinado de la salinidad y la temperatura en la mortalidad. Se realizaron 5 réplicas de cada una de las combinaciones de los factores ortogonales. Cada una de las réplicas consistió en un tanque de plástico transparente de 1 litro, con ½ litro del agua de mar, donde se añadieron 10 individuos adultos (Anexo II). Las temperaturas se mantuvieron sumergiendo los tanques del test en agua y con un termocalentador automático.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Cada día se renovó el 80 % del agua de los tanques. Durante todo el estudio los misidáceos fueron alimentados con una mezcla de comida seca comercial.

Se realizaron observaciones diarias de los individuos muertos o vivos. De igual forma que en los casos anteriores, los individuos desaparecidos se asumieron como canibalizados y se restaron del número inicial y una vez finalizado el test se conservaron los individuos para su identificación.

7.2.4. Análisis estadísticos de los datos

Para el experimento del efecto combinado de temperatura y salinidad, los resultados obtenidos se comprobaron estadísticamente mediante las técnicas de Análisis de la Varianza (ANOVA). Los datos fueron transformados mediante el arcoseno del valor de supervivencia de misidáceos a las 48 horas del comienzo del experimento, ya que se trata de proporciones respecto al total de individuos utilizados en el ensayo (Underwood, 1997). Antes de analizar los datos se comprobó la homogeneidad de la varianza mediante la utilización del test de Conchran. Cuando se identificaron diferencias significativas entre las distintas combinaciones de temperatura y salinidad, se utilizó el test SNK para identificar la hipótesis alternativa (Underwood, 1997).

El valor del LC 50 a 48 horas fue calculado mediante regresión logística para las diferentes temperaturas aplicadas en el test (18, 23 y 28ºC). Este valor correspondió con la concentración letal a la cual la salinidad produce un 50% de mortalidad en la población sometida al ensayo.

7.3. RESULTADOS

7.3.1. Sensibilidad de L. posidoniae a la sustancia de referencia

Como se puede apreciar en la Fig. 7.1, la supervivencia de *L. posidoniae* se vio afectada por la sustancia de referencia ($ZnSO_4$). La mortalidad aumentó con el aumento en la concentración del contaminante, siendo superior al 50 % para concentraciones superiores a 100 μg/l.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

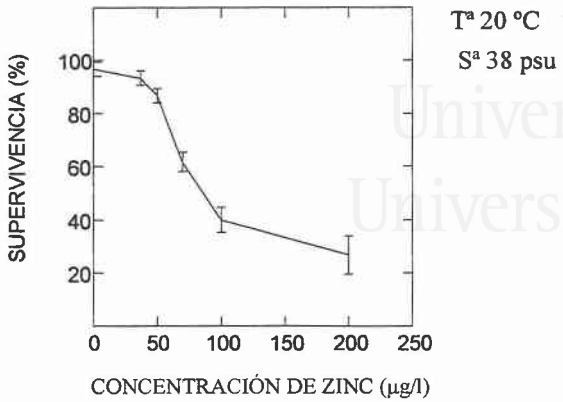


Fig 7.1. Test de Toxicidad Crónica (7-d) con Sulfato de Zinc para la supervivencia de *Leptomysis posidoniae.*

7.3.2. Efecto combinado de la salinidad y temperatura

El estudio preliminar mostró que a las 12 horas se dio una mortalidad del 100 % de los misidáceos expuestos a 60 y 70 ups. No se detectó un proceso de aclimatación. De igual forma, el 100% de los misidáceos expuestos a 60 y 70 ups murieron de una forma progresiva antes de las 12 horas (la mortalidad fue casi instantánea a 70 ups).

En el experimento sobre el efecto combinado de temperatura y salinidad, el resultado del análisis de la varianza demostró una interacción significativa entre el efecto de la salinidad y la temperatura (Tabla 7.1). La supervivencia disminuyó cuando aumentó la temperatura del ensayo (Fig. 7.2 a, b y c).

Tabla 7.1. Resultados del Análisis de la Varianza para los resultados de los diferentes test de salinidad a diferentes temperaturas (SC, Suma de cuadrados; gl, grados de libertad; CM, cuadrados medios; F, valor de la F; P, probabilidad, *** $p<0.001$).

	SC	gl	CM	F	P
Salinidad	36601.7	5	7320.3	65.12	***
Temperatura	8631.2	2	4315.6	38.39	***
SxT	6036.1	10	603.6	5.37	***
Residual	8094.0	72	112.4		
Total	59363.1	89			

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

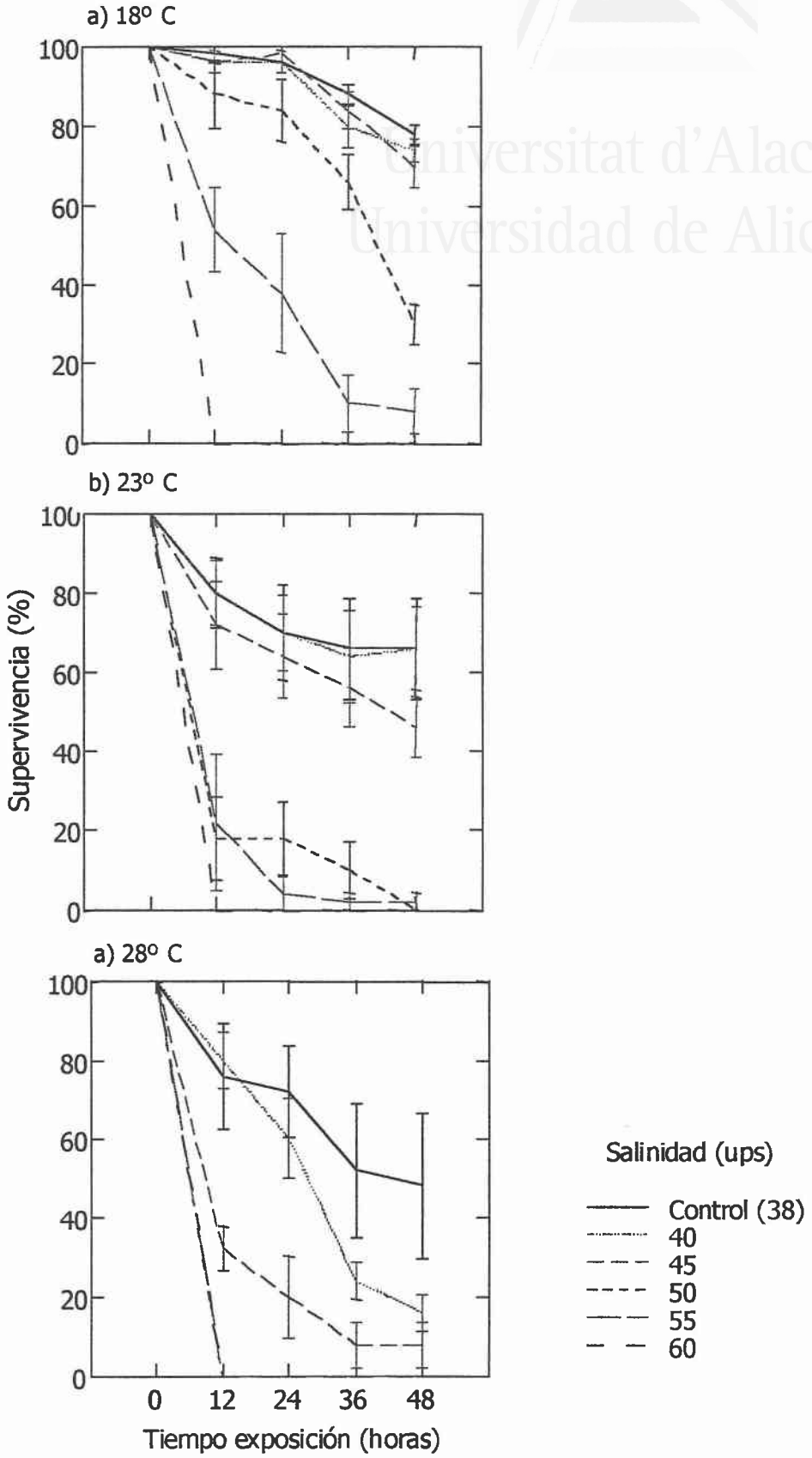


Fig. 7.2. Efecto de la salinidad en la supervivencia de *Leptomysis posidoniae* a distintas temperaturas. a) 18º C, b) 23º C y c) 28º C.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

El SNK aplicado a la interacción SxT demostró que a la temperatura de 18 y 23º C la supervivencia a las salinidades control, 40 ups y 45 ups fueron iguales y significativamente diferentes del resto de salinidades del ensayo. Sin embargo, a una temperatura de 28º C, la supervivencia en el tratamiento control fue significativamente mayor que en las salinidades de 40 y 45 ups , que a su vez fueron mayores que las supervivencias en el resto de salinidades.

Los valores del LC50, a las 48 horas, oscilaron entre 46.4 ups a 18º C y 41.1 a 28º C (Fig. 7.2).

7.4. DISCUSIÓN

Se ha demostrado que el vertido de salmuera tiene un potencial impacto sobre las poblaciones de invertebrados bentónicos, hasta niveles de dilución de 40 ups. El efecto de la salinidad se ve potenciado por la temperatura, incrementando significativamente la mortalidad del misidáceo mediterráneo *Leptomysis posidoniae*. A temperaturas relativamente altas, como cabe esperar en condiciones estivales y con calmas, la mortalidad se incrementa de forma dramática. Esta conclusión viene a coincidir con los estudios realizados con la especie *Mysidopsis bahia*, donde se confirmaba que la influencia de la interacción de estos factores afectaba a la supervivencia, crecimiento y reproducción, que además depende de la edad del animal (McKenney, 1994, 1996). Por otra parte, la respuesta a las condiciones de laboratorio en largos periodos de tiempo (más de 5 meses), así como la sensibilidad que muestran a la sustancia de referencia demuestran la viabilidad de la especie mediterránea *L. posidoniae* para test de ecotoxicidad. Hasta la actualidad no se ha experimentado la utilización de ninguna especie de misidáceo mediterráneo para estos tipos de ensayos y *Leptomysis posidoniae* puede ser una especie adecuada. Para poblaciones mediterráneas (Marsella) de *L. lingvura* se han realizado experimentos de laboratorio sobre los cambios en actividades enzimáticas en relación a las condiciones alimenticias (Kerambrun y Guérin, 1993). En principio parece que las especies de este género son resistentes a las condiciones de laboratorio.

Muchos invertebrados costeros exhiben ciclos estacionales de crecimiento, desarrollo y reproducción, lo cual implica que los factores ambientales, no solo modifica, sino que regula estos procesos. La temperatura juega un importante

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

papel en la regulación de las actividades de los animales poiquilotermos, hasta el punto de que cambios en la temperatura pueden alterar la energía de los sistemas moleculares y los procesos fisiológicos dependientes. La salinidad también es importante, particularmente para aquellas especies que habitan en las regiones costeras y estuarinas (McKenney y Celestial, 1994). La importancia de los efectos fisiológicos y ecológicos de la salinidad ha sido bien revisada previamente. Los organismos acuáticos han desarrollado varias estrategias para contrarrestar las diferencias entre las concentraciones de iones en los tejidos y fluidos del cuerpo y los niveles que aparecen en el medio ambiente. Muchas especies han desarrollado mecanismos para restringir el movimiento pasivo del agua y/o iones al interior o exterior del cuerpo, o por un transporte pasivo de éstos (Kinne, 1971).

Los misidáceos son en general eurihalinos (Mauchline, 1980), sin embargo en numerosos estudios se ha comprobado que la supervivencia es reducida a bajas y a muy altas salinidades (Pillard *et al.,* 1996). En el caso de este trabajo *Leptomysis posidoniae* presenta una alta mortalidad a partir de 45 ups y a temperaturas altas su mortalidad llega a ser importante a partir de 40 ups. Estudios de laboratorio han confirmado que las interacciones salinidad-temperatura influyen sobre las tasas de maduración de *M. bahia* y sobre la redistribución de material asimilable en preparación para la reproducción, explicaciones plausibles para el significado de las interacciones edad-salinidad-temperatura, sobre las tasas de crecimiento de los misidáceos (McKenney y Celestial, 1994). Generalmente la reproducción en los crustáceos ocurre dentro de un estrecho rango de condiciones ambientales, comparado con las condiciones necesarias para la supervivencia o crecimiento de las especies (Sastry, 1983). Cambios en las tasas de respiración en respuesta a las fluctuaciones de salinidad en crustáceos, incluidos los misidáceos, sugieren grandes demandas energéticas por el estrés osmótico (Sastry, 1983).

En poiquilotermos como los misidáceos, la temperatura ambiental es un factor clave responsable de las variaciones en la tasa y capacidad de reproducción (Wittmann, 1981). En principio, parece ser que la temperatura tiene una mayor influencia que la salinidad en el tiempo de maduración y en el de la primera cría (McKenney, 1996). La temperatura tiene un efecto directo sobre el desarrollo dentro del marsupio de *Leptomysis lingvura* (Wittmann, 1981).

En otros estudios se demuestra que la salinidad tiene un gran impacto sobre el porcentaje de hembras reproductivamente activas y la producción de

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

jóvenes (McKenney, 1996). Por lo tanto, la interacción de salinidad-temperatura influye sobre la capacidad reproductiva de los misidáceos, por el incremento de la demanda de energía asociada con adaptaciones fisiológicas a las variables ambientales dominantes. Si además el estrés ambiental se acentúa o se prolonga en el tiempo, afecta al crecimiento y a la supervivencia de los organismos (McKenney, 1996).

Los resultados obtenidos en el presente estudio pueden ser extrapolables, en principio, a los crustáceos de la epifauna asociada a *Posidonia,* ya que se puede considerar a los misidáceos relativamente resistentes a cambios en la salinidad (Mauchline, 1980). El máximo desarrollo de la comunidad animal asociada a *Posidonia* se produce en primavera-verano (Mazzella *et al.*, 1989), cuando las temperaturas en las praderas superficiales se incrementan hasta niveles de 26-28ºC. Es previsible que, ante un vertido de salmuera, cambios muy pequeños en la salinidad (incremento hasta un 40 ups), en situaciones estivales, supondrá un grave impacto para las poblaciones de crustáceos asociadas a las praderas de *Posidonia.*

Además, sumado al efecto tóxico de un vertido hipersalino por un aumento de la salinidad, hay que considerar que pueden ir acompañados de otras sustancias contaminantes. La toxicidad propia de estas sustancias pueden aumentar con la adición de salmuera (Ho *et al.*, 1995), con lo que los impactos pueden ser sinérgicos. Es muy importante tener en cuenta todos estos factores a la hora gestionar el vertido de salmuera en el medio marino con el fin de minimizar el impacto sobre una comunidad tan importante como la epifauna vágil.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por Aguas de la Cuenca del Segura a través del CEDEX. Agradecimientos al Acuario Municipal de Santa Pola por facilitarnos el agua filtrada para los experimentos en laboratorio y a Augusto Cesar (Dpto. Ecología de Universidad de Murcia-UNISANTA, Brasil) por su asesoramiento con los experimentos de ecotoxicidad y por facilitarnos bibliografía.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Anexo I: Protocolo para test de toxicidad de referencia con sulfato de zinc para *Leptomysis posidoniae*.

Parámetro	Condiciones
Tipo de test	Estático, con renovación del agua
Salinidad	38 ups.
Temperatura	20º C (condiciones ambientales)
Fotoperiodo	Condiciones ambientales
Concentraciones de los tratamientos	37, 50, 70, 101, y 203 µg/litro de ($ZnSO_4 * H_2O$).
Procedencia del agua de mar	Colector del Acuario Santa Pola
Procedencia de los misidáceos	Cabo de las Huertas
Tanque del test	1 litro
Volumen de la solución del test	½ litro
Cambio de agua	Diariamente, 80%
Aireación	No
Nº de individuos por tanque	10
Edad inicial de los misidáceos	Adultos recolectados
Nº de réplicas por tratamiento	5
Dieta	Comida seca comercializada
Duración del test	7 días

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Volver al índice/Tornar a l'índex

Anexo II. Protocolo para test de salinidad-temperatura.

Parámetro	Condiciones
Tipo de test	Estático, con renovación del agua
Salinidad	38, 40,45, 50, 55 y 60 ups.
Temperatura	18, 23 y 28 º C.
Fotoperiodo	Condiciones ambientales
Procedencia del agua de mar	Colector del Acuario Santa Pola
Procedencia de los misidáceos	Cabo de las Huertas
Tanque del test	1 litro
Volumen de la solución del test	½ litro
Cambio de agua	Diariamente, 80%
Aireación	No
Nº de individuos por tanque	10
Edad inicial de los misidáceos	Adultos recolectados
Nº de réplicas por tratamiento	5
Dieta	Comida seca comercializada
Duración del test	2 días

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Capítulo 8.

DISCUSIÓN GENERAL Y CONCLUSIONES

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

8. DISCUSIÓN GENERAL

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

8.1. MISIDÁCEOS ASOCIADOS A FANERÓGAMAS MARINAS EN EL SE IBÉRICO

Al comparar con otros estudios realizados en fondos someros con fanerógamas marinas en el Mediterráneo (Ledoyer 1962; Champalbert y Macquart-Moulin, 1970; Wittman, 1977, 2001; Maj y Taramelli, 1989; Mazella *et al.*, 1989; Munilla y Corrales, 1995; San Vicente y Sorbe, 1999) se puede concluir que la riqueza específica en fondos blandos con fanerógamas marinas en el SE Ibérico es relativamente alta. Lógicamente el número de especies censadas depende del número de muestras tomadas o del volumen de hábitat muestreado. Es interesante continuar un registro de las especies encontradas en este área para poder concluir si otras especies citadas en ambientes costeros mediterráneos, como *S. gracilipes*, *S. jaltensis*, *A. oculata*, *Leptomysis mediterranea* etc., e incluso otros géneros como *Hemimysis, Heteromysis, Diamysis* y *Paraleptomysis* (Wittman, 2001), aparecen en los fondos del SE Ibérico.

La mayoría de especies de este estudio se definen como litorales y ubiquistas, que se pueden encontrar en distintos hábitats someros, excepto *Leptomysis posidoniae* que parece estar íntimamente ligada a fondos con *Posidonia* (Tattersall y Tattersall, 1951; Wittman, 1986b, 2001). Es interesante remarcar que es la primera cita de *L. posidoniae* en el litoral ibérico, siendo muy abundante en las muestras del borde de pradera de *Posidonia*, lo que no había sido mencionado en otros trabajos en el Mediterráneo Occidental, salvo en los realizados en aguas italianas (Wittmann, 1986a, 2001), donde también mostró una íntima relación con este tipo de hábitats. Seguramente, su distribución está muy relacionada con fondos con fanerógamas, ya que en áreas geográficas más cercanas no forma parte de la taxocenosis de misidáceos de playas (San Vicente y Munilla, 2000).

Un aspecto que debe estudiarse con mayor detalle es la influencia de la profundidad, que afecta a la distribución de epifauna vágil en hábitats con vegetación (Mazzella *et al.*, 1989; Gallahar y Kingsford, 1992). Aunque no se ha investigado directamente en la presente memoria, la composición de la taxocenosis de misidáceos parece variar con la profundidad, apareciendo especies como *Anchialina agilis* en las

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

muestras más profundas (entre 16 y 22 m), especie que se distribuye hasta el talud (Tattersall y Tattersall, 1951; Cartes y Sorbe, 1995).

Sin embargo, cambios con la profundidad pueden estar relacionados también por la influencia del hábitat (Maj y Taramelli, 1989). Los cambios en la estructura de la pradera de *Posidonia* con respecto a la profundidad deben afectar profundamente a la taxocenosis de misidáceos. La riqueza específica fue mayor en las praderas de *Posidonia oceanica* más superficiales, praderas que se encuentran erosionadas por el efecto del oleaje, y que coexiste con praderas de *Cymodocea* y claros de arena. Las diferencias observadas confirman las conclusiones de Scipione *et al.* (1996), que encuentra una clara segregación entre los poblamientos de invertebrados (poliquetos, moluscos, tanaidáceos, isópodos, anfípodos y decápodos) entre estas dos especies de fanerógamas.

La riqueza específica de la taxocenosis de misidáceos es relativamente baja si la comparamos con otros grupos taxonómicos asociados a *Posidonia* y *Cymodocea*. Por ejemplo, otros grupos muy importantes de la epifauna vágil, como los anfípodos, decápodos, poliquetos y moluscos, presentan frecuentemente entre 20 y 70 especies (Mazzella *et al.*, 1989; García-Raso, 1990; Gambi *et al.*, 1992; Scipione *et al.*, 1996; Guillen, 1997; Sánchez-Jerez *et al.*, 1999). No obstante, los misidáceos deben considerarse como uno de los grupos más importantes en estos sistemas, en cuanto a su abundancia y biomasa (Ledoyer, 1962; Mazzella *et al.* 1989) y como recurso trófico, tal como se ha comprobado en los estudios de alimentación de peces en estos hábitats (Bell y Hamellin-Vivien, 1983; Guillén y Martínez-Hernández, 1995; Cardinale *et al.* 1997).

Respecto a la eficacia del método de muestreo de red de mano, comparándolo con otros trabajos que en la mayoría de los casos están realizados con trineo suprabentónico, parece ser bastante apropiado para la captura de misidáceos (Tabla 5. 5). El principal problema de este método es la relativa baja eficiencia en la captura de invertebrados asociados a las rizomas y la infauna, por lo que el género *Gastrosaccus* debe ser submuestrado con la red de mano. Métodos que capturan mejor la fracción de epifauna de esta parte inferior de la pradera no parecen ser eficaces en la captura del resto de especies más ligadas al estrato foliar (Currás *et al.,* 1993; Sánchez-Jerez y

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Ramos-Esplá, 1996). Aunque la toma de nucleadores (*coring device*) ha sido recomendada para una correcta estimación de la biomasa de la epifauna asociada a fanerógamas (Penhale, 1987), el método de la red de mano parece ser adecuado en trabajos sobre taxones con una distribución espacial muy agregada y capacidad de escape, como es el caso de los misidáceos.

8.2. CONTRIBUCIÓN DE *SIRIELLA CLAUSII* EN LA PRODUCCIÓN SECUNDARIA EN PRADERAS DE *POSIDONIA OCEANICA*

Siriella clausii representó más del 90 % del total de misidáceos de las praderas de *Posidonia oceanica*, siendo igualmente la especie más abundante en este hábitat en otras áreas geográficas del Mediterráneo (Ledoyer, 1962; Maj y Taramelli, 1989; Mazella *et al.*, 1989; Wittmann, 2001). Su abundancia fue relativamente elevada durante todo el año, mostrando un ligero pico en invierno (enero), lo que confirma los valores obtenidos por Mazzella *et al.* (1989).

Sin embargo, el patrón temporal fue distinto, incluso opuesto, según el sitio de muestreo. La medida del sincronismo espacial de las poblaciones ha despertado bastante interés (Buonaccorsi *et al.*, 2001), siendo un aspecto importante en la ecología de una comunidad. Las diferencias espaciales en la dinámica temporal de los misidáceos asociados a estas praderas podría estar relacionado con la existencia de una interdependencia y difusión entre poblaciones locales (sitios) dentro de una extensa pradera de *Posidonia* y por lo tanto deben considerarse como metapoblaciones (Kareiva, 1990,1994; Hanski y Simberloff, 1997). En este sentido las fluctuaciones en las poblaciones pueden responder también a fenómenos estocásticos (Boström y Bonsdorff, 2000), que varíen las condiciones ambientales de la columna de agua o del régimen hidrodinámico solo a nivel local.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Aunque no se ha comprobado experimentalmente que factor fue el más influyente en el patrón espacio-temporal encontrado para *S. clausii,* posiblemente la falta de sincronía entre sitios esté en relación con la fuerte heterogeneidad espacial en su distribución a una escala de centenares de metros, nivel mínimo de replicación. Esta heterogeneidad espacial de los misidáceos debe estar muy influenciada por su peculiar biología, caracterizada por la formación de grandes enjambres (Mauchline, 1980) y su distribución de tipo agregada. Es recomendable, como señalan otros autores en trabajos sobre epifauna asociada a fanerógamas (Nelson *et al.*, 1982, Burke *et al.*, 1996; Harlin *et al.*, 1996), utilizar diseños anidados con varias escalas espaciales (Underwood, 1997), incrementando la replicación espacial en estudios sobre variaciones temporales de invertebrados.

La estimación de la producción de *S. clausii* en este estudio puede ser considerada como una primera aproximación en la estimación de la producción secundaria de epifauna asociada a fondos blandos someros con fanerógamas marinas, que permite establecer las siguientes consideraciones: 1) la importancia de microhábitats como son el borde de la praderas y las praderas de *Cymodocea*, ya que albergan abundancias y biomasas importantes de misidáceos como es el caso de *Leptomysis posidoniae* y *Siriella armata*, respectivamente; 2) la fuerte variabilidad espacial a pequeña escala de los misidáceos puede conducir a errores en la estimación del valor de la abundancia y biomasa, lo que puede evitarse mediante un aumento en el tamaño del área mínima de las muestras y la replicación espacial a varias escalas; 3) es necesario un muestreo estacional más amplio y frecuente para poder confirmar más fases de reclutamiento; y 4) considerar siempre diferentes métodos de cálculo de la producción, ya que existen importantes variaciones entre ellos.

A pesar de que los datos de producción deben tomarse con cautela por las limitaciones del diseño muestral y variación entre métodos, se puede concluir que en las 350 ha de pradera de *P. oceanica* de la zona de estudio (Ramos-Esplá *et al.*, 1990), asumiendo una producción uniforme, *S. clausii* aporta 59.88 kg_{pslc} anualmente para el consumo por niveles superiores o por descomponedores. No existen más datos sobre producción de invertebrados asociados a praderas de *Posidonia.* Sin embargo, el conocimiento de los valores de producción secundaria es muy importante para modelar

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

las redes tróficas y entender el funcionamiento de estos ecosistemas costeros, que actualmente se encuentran en regresión.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

8.3. IMPORTANCIA DE LOS FONDOS HETEROGÉNEOS Y HÁBITATS FRONTERA

Para explicar la relación entre estructura de hábitat y comunidad animal asociada, se han estudiado ampliamente las relaciones entre la complejidad del hábitat y la riqueza específica y abundancia animal en fondos con vegetación. En general, un aumento en la complejidad del hábitat produce un incremento en el número de especies y en la abundancia (Heck, 1977; Young, 1981; Stoner, 1983; Stoner y Lewis, 1985; Orth, 1992; Taylor, 1998).

A nivel de microhábitat es interesante señalar que, contrariamente a lo que se había esperado, no ha sido el hábitat de mayor complejidad (en este caso *P. oceanica*) el que albergó la mayor riqueza específica, abundancia y biomasa de misidáceos. El borde de pradera y pradera de *Cymodocea* presentaron la mayor abundancia y biomasa de misidáceos e incluso en los claros de arena se concentra un mayor número de individuos que en el interior de la pradera de *Posidonia oceanica.*

A una escala espacial de km, en los fondos someros de *P. oceanica* fragmentada por la coexistencia de distintos hábitats, se genera una gran heterogeneidad espacial que influye en la distribución de los misidáceos y en general de otros invertebrados vágiles (Sánchez-Jerez, 1997), generando un incremento en la abundancia, biomasa y riqueza específica de misidáceos en el área con respecto a fondos homogéneos. Esto va a tener una gran importancia en los redes tróficas litorales, ya que los invertebrados son un recurso alimenticio de gran cantidad de juveniles que habitan primordialmente praderas superficiales. Además esta heterogeneidad de hábitat es muy favorable para la ictiofauna, ya que les permite obtener alimento en zonas sin vegetación mientras mantienen cerca la protección de las praderas (Orth *et al.*, 1984).

En relación a los factores que pueden afectar a la selección de hábitat, son complejos y posiblemente responden a una integración de los requerimientos tróficos,

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

de defensa (reducción de la depredación) y de competencia y preferencia por ciertos aspectos del hábitat por cuestiones evolutivas. En cualquier caso los resultados de este estudio confirman que los misidáceos muestran una distribución muy ligada con un determinado tipo de hábitat, lo que hace pensar que ejercen una fuerte selección en medios heterogéneos con manchas de vegetación. Fossa (1986) recopila la bibliografía existente y, basándose en sus observaciones, establece una clasificación de las especies de misidáceos de acuerdo con su conducta general y relación con el fondo. En general todos permanecen más o menos ligados al fondo durante el día y migran verticalmente de noche. El grado de relación con el substrato varía e incluso hay raros casos de misidáceos que se entierran en él (Wittmann, 1977).

Al respecto, son necesarios futuros trabajos experimentales para determinar si existe una selección activa de los distintos hábitats en fondos someros con vegetación, como han sido realizados para otras especies (Tanner y Deakin, 2001). Por otra parte, también es interesante evaluar las necesidades tróficas entre las distintas especies, mediante el análisis de la composición de isótopos estables o por la fluorescencia del contenido estomacal (Gorokhova, 1999). Jennings *et al.* (1997) realizaron la primera aproximación a la variación espacial de la composición isotópicas de invertebrados bentónicos mediterráneos, destacando que el omnivorismo puede ser un importante componente de las redes tróficas bentónicas. Los misidáceos son fundamentalmente detritívoros (Mauchline, 1980) y se ha comprobado para algunas especies de profundidad en aguas catalanas, que el fitodetritus constituye un componente importante en la dieta de estos crustáceos (Cartes y Sorbe, 1998). Modelos bioenergéticos, combinando el contenido en carbono y crecimiento con la abundancia, distribución de frecuencias de tallas y dietas, pueden ser usados para estimar el consumo y producción de poblaciones de misidáceos (Gorokhova, 1998; Johannsson *et al.* 2000).

8.4. LOS MISIDÁCEOS COMO ORGANISMOS EXPERIMENTALES EN TESTS DE ECOTOXICOLOGÍA

Numerosos test agudos se han desarrollado con especies marinas y estuarinas, entre ellos los misidáceos, que han mostrado una gran sensibilidad a los

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

contaminantes marinos y una relativa facilidad para el mantenimiento en condiciones de laboratorio (Nimmo y Hamaker, 1982; Lussier *et al.,* 1988; ASTM, 1990, 1992).

Mysidopsis bahia ha sido ampliamente utilizada por la *Environmental Protection Agency* de Estados Unidos en tests para el control de efluentes marinos, así como los métodos para mantener poblaciones viables de esta especie en cultivo en laboratorio han sido bien descrita (Lussier *et al.,* 1988). No obstante, esta especie posee una distribución limitada a las costas estuarinas del Atlántico de los Estados Unidos, por lo que se ha ensayado con otras especies del Pacífico como *Mysidopsis intii* (Langdon *et al.,* 1996; Harmon y Langdon, 1996), *Holmesimysis costata* (Martin *et al.*, 1989) y *Neomysis mercedis* (Brandt *et al.*, 1993) obteniéndose óptimos resultados. En aguas europeas, la especie estuarina *Neomysis integer* ha sido utilizada en test de ecotoxicidad de metales y pesticidas. Su sensibilidad y viabilidad en este tipo de estudios la sitúan como una especie alternativa a la especie americana *Mysidopsis bahia* en estos ecosistemas (Emson y Crane, 1994; Roast *et al.*, 1998, 1999 a y b, 2000). Sin embargo no existen trabajos sobre la utilización de las especies mediterráneas de misidáceos en ecotoxicología.

En el Mediterráneo y concretamente en el Levante ibérico, de las especies más comunes que se pueden capturar fácilmente y que son relativamente abundantes en praderas de *Posidonia* pertenecen al género *Leptomysis*. Estas especies aparecen ligadas a fondos rocosos y con fanerógamas marinas y localmente pueden ser muy abundantes, con más de 100 individuos por metro cuadrado. Concretamente, *L. posidoniae* se encuentra asociada al borde de la pradera de *Posidonia oceanica*, formando enjambres fácilmente distinguibles.

Al presentarse agrupada en enjambres muy numerosos, su captura en gran número es muy sencilla, utilizando una red de mano. Una vez capturados, su transporte hasta el laboratorio es relativamente fácil, utilizando un aireador y, en su caso, añadiendo hielo para mantener la temperatura por debajo de los 26º C. Por la experiencia obtenida en anteriores estudios se conoce que la mortalidad en el transporte hasta el laboratorio no supone más del 5%. Otras especies como *Mesopodopsis slabberi*, presentaron una mortalidad en el transporte muy alta, más del 50%, lo que hace dudar a priori sobre su idoneidad (obs. pers.)

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Por otra parte, la supervivencia en los acuarios de *L. posidoniae* fue muy alta, manteniéndose en cultivo durante meses e incluso reproduciéndose en condiciones de laboratorio. Aunque el cultivo artificial de *Leptomysis* no ha formado parte del presente estudio, las observaciones sobre la resistencia de esta especie hacen interesante profundizar en su cultivo y en su utilización en la realización de tests de ecotoxicidad. Domingues *et al.* (1999) han experimentado sobre la utilización de misidáceos de este género para su producción a nivel industrial con óptimos resultados. Incluso se ha probado la utilización de distintas dietas con nauplios de *Artemia* y rotíferos para optimizar los rendimientos de estos cultivos (Domingues *et al.*, 2000). En cualquier caso, respecto a sus hábitos alimenticios, se sabe que son omnívoros, y que fundamentalmente se alimentan de detritus orgánico. Con la experiencia obtenida en los experimentos realizados en este estudio, *L. posidoniae* consume pienso comercial y parece desarrollarse correctamente, siendo la utilización de este alimento una alternativa económica en el cultivo de esta especie.

En países como la India y Japón, representan un recurso económico y son explotados para el consumo humano, como piensos para animales o como cebo para pesca (Tattersall y Tattersall, 1951). Su cultivo es fácil (Ariani, 1981; O'Brien *et al.*, 1986; Fossa, 1986; Salemaa y Hietalahti, 1993) y puede ser dieta de peces de piscifactorías (Chaga y Karedin, 1981 y 1982).

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

8.5. CONCLUSIONES

1. La taxocenosis de misidáceos de fondos blandos someros con fanerógamas marinas en el SE Ibérico se compone de 11 especies de la Familia Mysidae, riqueza específica comparable a la encontrada en este tipo de hábitat en otras áreas del Mediterráneo.

2. Biogeográficamente, seis especies presentan distribución atlántico-mediterránea (*Siriella clausii, S. armata, Anchialina agilis, Leptomysis lingvura, Mysidopsis gibbosa* y *Mesopodopsis slabberi*) y tres son endémicas del Mediterráneo Occidental (*Leptomysis posidoniae, L. buergii* y *Paramysis helleri*). Se encontraron dos especies pertenecientes al género *Gastrosaccus* y *Leptomysis* cuya determinación está en estudio.

3. Merece destacarse la ausencia de algunas especies, como *S. jaltensis* y *L. mediterranea,* y de los géneros *Hemimysis, Heteromysis, Diamysis* y *Paraleptomysis*, muy comunes en otros estudios.

4. Se cita por primera vez en el Levante ibérico a *Leptomysis posidoniae*, especie ligada a la presencia de *Posidonia oceanica*.

5. La composición de la taxocenosis de misidáceos mostró cambios según la profundidad y el tipo de hábitat, por lo que sería interesante realizar muestreos con un mayor rango batimétrico y mediante otros métodos para completar el conocimiento de esta taxocenosis en este ámbito geográfico.

6. Las especies de misidáceos asociadas a praderas homogéneas de *Posidonia oceanica,* a 16 m de profundidad, fueron *Siriella clausii, Mysidopsis gibbosa* y *Anchialina agilis,* siendo su presencia constante espacial y temporalmente.

7. *Siriella clausii* fue la especie dominante, con una abundancia media de 21.73 ind/m^2, representando el 94.4 % de la abundancia total de misidáceos. Su distribución fue agregada y la evolución temporal de su abundancia mostró, en general, un pico en invierno, siendo asincrónica en los tres sitios de muestreo.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

8. *Mysidopsis gibbosa* presentó una abundancia con un valor medio de 1.05 ind/m^2 y un máximo en invierno, que sí que fue sincrónico en los tres sitios de muestreo.

9. *Anchialina agilis* fue muy escasa, con una abundancia media de 0.24 ind/m^2, no mostrando un patrón espacio-temporal definido.

10. La estructura demográfica de *Siriella clausii* cambió a lo largo del año, siendo su evolución sincrónica en los tres sitios de muestreo y mostrando un incremento de la proporción de juveniles en invierno.

11. Se ha estimado un valor de producción anual para *S. clausii* que osciló entre 17 y 50 mg_{psic}/m^2, dependiendo del método de cálculo. Dicha estimación de la producción de *S. clausii* fue coherente con la obtenida en otros trabajos, siendo valores intermedios entre la elevada producción de misidáceos de estuarios y la menor producción de misidáceos de profundidad.

12. La distribución espacial y estructura de los poblamientos de misidáceos está muy influenciada por los diferentes hábitats existentes en praderas de *Posidonia oceanica* fragmentadas. En estos fondos situados a 10 metros de profundidad, la mayor abundancia y biomasa de misidáceos se dio en el borde de la pradera de *Posidonia* y en *Cymodocea*, respectivamente, alcanzando los valores menores en la pradera de *Posidonia oceanica*.

13. De las siete especies encontradas, cuatro especies manifestaron una clara dominancia en uno de los hábitats: *Siriella clausii* en praderas de P*osidonia oceanica, Leptomysis posidoniae* en el borde de pradera, *S. armata* en *Cymodocea* y *Paramysis helleri* en arena. El resto de especies no mostraron ninguna preferencia.

14. Las especies *Leptomysis posidoniae* y *Paramysis helleri* manifestaron diferencias en las estructuras demográficas entre su hábitat preferente, borde de pradera y arena respectivamente, y el hábitat secundario, *Cymodocea nodosa*, con una mayor proporción de juveniles en este último.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Volver al índice/Tornar a l'índex

15. Se ha comprobado que la mortalidad del misidáceo *Leptomysis posidoniae* aumentó con la salinidad y su tolerancia fue menor con el aumento de la temperatura en experimentos de laboratorio.

16. Estos experimentos indican que salinidades mayores a 40 ups causada por el agua de rechazo de desaladoras, sobre todo en condiciones estivales, puede provocar una mortalidad importante de los misidáceos asociados a fondos blandos con fanerógamas marinas.

17. *Leptomysis posidoniae* puede ser una especie idónea para su utilización en test de ecotoxicidad en el ámbito del Mar Mediterráneo.

18. Los misidáceos han presentado una baja riqueza de especies, con relativamente elevadas abundancias y biomasas, suponiendo una fracción muy importante de la epifauna de fondos blandos con fanerógamas marinas, por lo que es muy importante continuar con el estudio de su papel en los flujos tróficos de estos ecosistemas y profundizar en aspectos tales como el impacto de actividades humanas sobre sus poblaciones y la potencialidad de su uso en test de ecotoxicidad y su cultivo.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

REFERENCIAS

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

9. Referencias

Aaser, H.F., E. Jeppesen y M. Søndergaard. 1995. Seasonal dynamics of the mysid *Neomysis integer* and its predation on the copepod *Eurytemora affinis* in a shallow hypertrophic brackish lake. *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* 127: 47-56.

Alcaraz, M. 1986. Els misidacis. En: *Artròpodes I.* Vol 9. Historia Natural dels Països Catalans. Folch i Guillen, R. (Ed.). Enciclopedia Catalana S. A. Barcelona. 290-321 pp.

Alcaraz, M., T. Riera y J. M. Gili. 1986. *Hemimysis margalefi* new species Mysidacea from a submarine cave of Mallorca Island Western Mediterranean. *Crustaceana* 50 (2): 199- 203.

American Society for Testing and Materials (A.S.T.M.). 1990. Standard guide for conducting life-cycle toxicity tests with saltwater mysids. E1191-90. En: *Annual Book of ASTM Standards,* 11.04. Philadelphia, PA, USA, pp.864-879.

American Society for Testing and Materials (A.S.T.M.). 1992. Standard guide for conducting static and flow-through acute toxicity test with mysids from the West coast of the United States. E1463-92. En: *Annual Book of ASTM Standards,* 14.02. Philadelphia, PA, USA, pp.1304-1325.

Anadón, A. 1993. Misidáceos (Crustácea: Mysidacea) de la plataforma y talud continental de la costa central asturiana. *Boln. Asoc. esp. Ent.* 17(2): 191-204.

Andersen, V. y J. Sardou. 1992. The diel migrations and vertical distributions of zooplankton and micronekton in the Northwestern Mediterrranean Sea. 1. Euphausiids, mysids, decapods and fishes. *J. Plankt. Res.* 14: 1129-1154.

Andrew, N.L. y B.D. Mapstone. 1987. Sampling and the description of spatial pattern in marine ecology. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 25: 39-90.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Antequera Ramos, M. y A. Jauregui Ponte. 2001. Ensayos del comportamiento de vertidos hipersalinos al mar. En: La desalación y reutilización del Siglo XXI. Proceeding del II Congreso Nacional AEDYR. Alicante.

Ardizzone, G.D. y P. Pelusi. 1984. Yield and damage evaluation of bottom trawling on *Posidonia* meadows. *International Worshop on Posidonia Beds* 1: 63-72.

Ariani, A.P. 1981. Expériences d'hybridation entre populations méditerranéennes du genre *Diamysis*. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.,* 27, 4.

Ariani, A.P., F. Marmo, G. Balsamo, G. Cesaro y M. Maresca. 1982. Prime osservazioni sullo sviluppo degli statoliti di crostacei misidacei. *Annuar. Ist. Mus. Zool. Univ. Napoli,* 25, 327-342.

Ariani, A.P., F. Marmo, G. Balsamo, E. Franco y K.J. Wittmann. 1983. The mineral composition of statoliths in relation to taxonomy and ecology in mysids. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.* 28, 333-336.

Ariani, A.P., K.J. Wittmann y E. Franco. 1993. A comparative study of static bodies in mysid crustaceans: evolutionary implications of crystallographic characteristics. *Biol. Bull.* 185, 393-404.

Azeiteiro, U.M.M. y J.C. Marques. 1999. Temporal and spatial structure in the suprabenthic community of a shallow estuary (western Portugal: Mondego river estuary). *Acta Oecologica*, 20 (4). 333-342.

Băcescu, M. 1941. Les Mysidacés des eaux méditerranéennes de la France (spécialement de Banyuls) et des eaux de Monaco. *Bull. Inst. Océanogr.* 795, 46pp.

Bachelet, G., X. De Montaudouin y J.C. Dauvin. 1996. The quantitative distribution of subtidal macrozoobenthic assemblages in Arcachon Bay in relation to environmental factors: a multivariate analysis. *Estuar. coast. Shelf. Sci.,* 42: 371-391.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Bamber R.N. Y P.A. Henderson. 1994. Seasonality of caridean decapod and mysid distribution and movements within the Severn Estuary and Bristol Channel. *Biol. J. Linnean Soc.*, 51: 33-91.

Barberá Cebrián, C. 1997. Misidáceos asociados a fanerógamas marinas en el sudeste ibérico: taxonomía, biología y distribución espacio-temporal. Tesis de Licenciatura. Universidad de Alicante.

Begon, M. 1996. *Ecology: individuals, populations and communities.* (Begon, M., J. L. Harper y C. R. Townsend (eds.). Blackwell Science. Victoria, Australia, 1068 pp.

Bell, J.D. y M.L. Harmelin-Vivien. 1983. Fish fauna of French Mediterranean *Posidonia oceanica* seagrass meadows. 2. Feeding habits. *Tethys* 11:1-14

Benmouna, H., M.F. Jaspar-Versali, C. Toussaint y C. Jeuniaux. 1986. A comparative study of chitinase activity in digestive tract of *Serranus cabrilla* and *Serranus scriba*. *Biochem Syst. Ecol.* 14.(4): 435-437.

Bennington, C.C. y W.V, Thayne. 1994. Use and missure of mixed model analysis of variance in ecological studies. *Ecology* 75(3): 717-722.

Bigelow, L. K. y D. C. Lasenby. 1991. Particle size selection in cadmium uptake by the opossum shrimp, *Mysis relicta*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 47(5): 790-796.

Boström C. y E. Bonsdorff. 2000. Zoobenthic community establishment and habitat complexity-the importance of seagrass shoot-density, morphology and physical disturbance for faunal recruitment. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*,, 205: 123-138.

Boudouresque, C.F. y A. Meinesz. 1982. Decouverte de l'hevier de posidonie. *Cahier Parc Nation. Port-Cros* 4: 79 pp.

Boudouresque, C.F., A. Meinesz, M. Ledoyer y P. Vitiello. 1994. Les hérbiers à phanérogames marines. *En: Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée: Synthèse, menaces et perspectives.* D. Bellan-Santini, J.C.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Lacaze y C. Poizat (eds.). Collection Patrimoines Naturels, Múseum National d'Historie Naturelle. Paris. 19: 98-118.

Bourcier, M. 1982. Evolution au cours des quinze dernières années des biocoenoses benthiques et de leurs facies dans une baie Mediterranéenne soumise a l'action de deux emissaires urbains. *TETHYS* 10 (4): 303-313.

Bourdillon, A. y C. Castelbon. 1983 Influence des variations de temperature sur la geotaxia de deux especes de mysidaces. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.,* 71(2): 105-117.

Bowman y Abele, M. 1982. Classification of the Recent Crustacea. En: Bliss D. E. (Ed.), *The biology of Crustacea.* Vol. I. Academic Press, New York: 1-27.

Bowers, J. A. 1988. Diel vertical migration of the opossum shrimp *Mysis relicta* in Lake Superior: observations and sampling from the Johnson-sea-link II submersible. *Bull. Mar. Science* 43, 730-738.

Brandt O.M., Fujimura R.W. y B.J. Finlayson. 1993. Use of *Neomysis integer* (Crustacea: Mysidacea) for estuarine toxicity tests. *Trans. Am. Fish. Soc.,* 122: 279-288.

Bremer, P. y J. Vijverbeg. 1982. Production, population biology and diet of *Neomysis integer* (Leach) in a shallow Frisian lake (The Netherlands). *Hidrobiologia*, 93: 41-51.

Brey, T. 1990. Estimating productivity of macrobenthic invertebrates from biomass and mean individual weight. *Meereforsch*, 32: 329-343.

Buceta, J.L., E. Garcia, J. Romero, J.M. Ruiz, J.L. Sánchez y J. Más. 2001. Elementos para la predicción de la respuesta del ecosistema de Posidonia oceanica a vertidos hipersalinos. En: *La desalación y reutilización del Siglo XXI.* Proceeding del II Congreso Nacional AEDYR. Alicante.

Buia, M.C. y Mazzella, L. 1991. Reproductive phenology of the Mediterranea seagrasses *Posidonia oceanica* (L.) Delile, *Cymodocea nodosa* (Ucria) Aschers and *Zostera noltii* Hornem. *Aquatic Botany*, 40: 343-362.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Buonaccorsi, J.P., J.S. Elkinton, S.R. Evans y A. M. Liebhold. 2001. Measuring and testing for spatial synchrony. *Ecology,* 82(6): 1668-1679.

Burke, A., Henderson, C. y Sheridan, P. 1996. Spatial variability of benthos in *Halodule wrightii* bed in Christmas Bay, Texas. En: *Twenty Fourth Annual Benthic Ecology Meeting*. Woodin, S.A. Allen, D.M., Stancyk, S.E., Williams-Howze, J., Feller, R.J., Wethey, D.S., Pentcheff, N.D., Chandler, G.T., Decho, A.W., Coull, B.C. (eds.) South Carolina. Columbia.

Cardinale, B.M., F. Colloca y G.D. Ardizzone. 1997. Feeding ecology of Mediterranean razorfish *Xyrichthys novacula* in the Tyrrhenian Sea (Central Mediterranean Sea). *J. Appl. Ichthyol.*, 13:105-111.

Carr, M.H. 1994. Predicting recruitment of temperate reef fishes in response to changes in macrophyte density caused by disturbance. En: *Theory and application in fish feeding ecology*. Stouder D.J., Fresh K.L., Feller R.J. (eds). University of South California Press, Columbia, 255-269 pp.

Cartes, J.E. y J.C. Sorbe. 1995. Deep-water mysids of the Catalan-Sea: species composition, bathymetric near-bottom distribution. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 75: 187-197.

Cartes, J.E. y J.C. Sorbe. 1998. Aspects of population structure and feeding ecology of the deep-water mysid *Boreomysis arctica*, a dominant species in western Mediterranean slope assemblages. *J. Plank. Res.,* 20 (12): 2273-2290.

Cartes, J.E. y J.C. Sorbe. 1999. Estimating secondary production in bathyal suprabenthic peracarid crustaceans from the Catalan Sea slope (western Mediterranean; 391-1255 m). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 239: 195- 210.

Cebrián J. y C.M. Duarte. 2001. Detrital stocks and dynamics of the seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile in the Spanish Mediterranean. *Aquatic Botany*, 70: 295-309.

Chaga, I.L. y E.P. Karedin. 1981. Biological reasons for including mysids in the diets for salmon cultivated in Primor'e. *Biol. Morya.* 6: 67-72.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Chaga, I.L. y E.P. Karedin. 1982. Biological basis for the inclusion of mysids in the diet of salmon cultivated in mariculture in maritime territory. *Sov. J. Mar. Biol.* 7, 388-392.

Chapman, G.A., D.L. Denton, y J.M. Lazorchak. 1995. *Short-term methods for estimating the chronic toxicity of effluents and receiving waters to west coast marine and estuarine organisms.* Environmental Protection Agency (E.P.A.). (ed.). Cincinnati, Ohio. U.S.A.

Champalbert, G. y C. Macquart-Moulin. 1970. Les péracarides de l'hyponeuston nocturne du golfe de Marseille. *Cah. Biol. Mar.* 11: 1-29.

Clarke, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18: 117-143.

Clarke, K.R. y R.M. Warwick. 1994a. *Changes in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation.* Natural Environmental Research Council, Bournemouth (UK). 144 pp.

Clarke, K.R. y R.M. Warwick. 1994 b. Similarity-based testing for community pattern: the two-way layout with no replication. *Marine Biology.* 118: 167-176.

Clutter, R.I. 1969. The microdistribution and social behaviour of some pelagic mysid shrimps. *J. Exp. Mar. Bio. Ecol.*, 3: 125-155.

Coma, R.M. Carola, T. Riera y M. Zabala. 1997. Horizontal transfer of matter by a cave-dwelling mysid. *P.S.Z.N.: Marine Ecology* 18(3): 211-226.

Connolly, R.M. 1994. Removal of seagrass canopy: effects on small fish and their prey. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 184: 99-110.

Connolly, R.M. 1995. Effects of removal of seagrass canopy on assemblages of small, motile invertebrates. *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* 118: 129-137.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Corbera, J., C. San Vicente y J.C. Sorbe. 2000. Small-scale distribution, life cycle and secondary production of Cumopsis goodsir in Creixell Beach (western Mediterranean). J. Mar. Biol. Ass. UK. 80: 271-282.

Crouau, Y. 1985a. Étude du comportement rhéotaxique d'un mysidacé cavernicole. *Crustaceana,* 50(1), 7-10.

Crouau, Y. 1985b. Mise en evidence de l'existence de sensilles chemorecepteurs sur les antennes d'un crustace mysidace cavernicole et de l'intervention de ces sencilles dans la detection d'un extrait de nourriture. *Behavioural Processes* 11, 21-30.

Cunha, M.R. 1999. Peracaridan Crustacea in Ria de Aveiro (NW Portugal): taxonomic composition and spatio-temporal structure of the assemblages; life history and secondary production of *Corophium multisetosum* Stock, 1952 (Amphipoda, Corophiidae). Tesis doctoral. Universidade de Aveiro. pp. 195.

Cunha, M.R., J.C. Sorbe, y C. Bernardes. 1997. On the structure of the neritic suprabenthic communities from the Portuguese continental margin. *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* 157: 119-137.

Cunha, M.R., J.C. Sorbe, y M.H. Moreira. 1999. Spatial and seasonal changes of brackish peracaridan assemblages and their relation to some environmental variables in two tidal channels of the Ria de Aveiro (NW Portugal). *Mar. Ecol. Prog. Ser.,*190: 69-87.

Currás, A., A. Sánchez-Mata y J. Mora. 1993. Estudio comparativo de la macrofauna bentónica de un fondo de *Zostera marina* y un fondo arenoso libre de cubierta vegetal. *Cah. Biol. Mar.* 35: 91-112.

Dahl, E. 1983. Malacostracan phylogeny evolution. En F.R. Schram (Ed.). *Crustacean phylogeny.* (pp. 189-212). Rotterdam.

Dauvin, J.C. 1988. Rôle du macrobenthos dans l'alimentation des poissons démersaux vivant sur les fonds de sédiments fins de la Manche occidentale.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Cah. Biol. Mar. 29: 445-467.

Del Vigo Pisano, F. y U. Annunziata. 2001. Autopsia y limpieza de membranas. En: La desalación y reutilización del Siglo XXI. Proceeding del II Congreso Nacional AEDYR. Alicante.

Delgado, L., G. Guerao y C. Ribera, 1997. Biology of the mysid *Mesopodopsis slaberi* (van Beneden, 1861) (Crustacea, Mysidacea) in a coastal lagoon of the Ebro delta (NW Mediterranean). *Hydrobiologia,* 357 (0): 27-35.

Didby, P.G.N. y R.A., Kempton. 1987. Chapter 3. Ordination. En: *Multivariate analysis of ecological communities.* Chapman and Hall. London, 97-102 pp.

Domingues, P. M., P.E. Turk, J. P. Andrade y P.G. Lee. 1999. Culture of the mysid *Mysidopsis almyra* (Bowman), (Crustacea, Mysidacea) in a static water system: Effects of density and temperature on production, survival and growth. *Aquacul. Res.* 30 (2): 135- 143.

Domingues, P.M., R. Fores, P.E. Turk, P.G. Lee y J.P. Andrade. 2000. Mysid culture: lowering costs with alternative diets. *Aquaculture Research,* 31: 719- 728.

Downing, J.A. y F.H. Rigler. 1979. *A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh waters.* Blackwell Scientific Publications. Oxford. London. 328 pp.

Duarte, C.M. 1989. Temporal biomass variability and production/biomass relationship of seagrass communities. *Mar. Ecol. Prog. Ser.,,* 67:201-207.

Duarte, C.M. y K. Sand-Jensen. 1990. Seagrass colonization: patch formation and patch growth in *Cymodocea nodosa.* Mar. Ecol. Prog.Ser. 65: 193-200.

Edgar, G. J. 1990. Population regulation, population dynamics and competition among mobile epifauna associated with seagrass. *J. Exp. Mar. Bio. Ecol.,* 144: 205-234.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Edgar, G.J. 1991. Distribution patterns of mobile epifauna associated with rope fibre habitats within the Bathurst Harbour estuary, south-western Tasmania. *Estuar. coast. Shelf. Sci.,* 33:589-604.

Edgar, G.J. 1993. Measurement of the carrying capcity of benthic habitats using a metabolic-rate based index. *Oecologia*, 95: 115-121.

Edgar, G.J. y C. Shaw. 1993. Inter-relationships between sediments, seagrasses, benthic invertebrates and fishes in shallow marine habitats off South-Western Australia. En: *The marine flora and fauna of Rottnest Island, Western Australia*. Wells, F.E., Walker, D.I., Kirkman, H., Lethbridge, R. (eds.). Perth,W.A. Australia Western Australian Museum, 429-442 pp.

Edgar, G.J. y C. Shaw. 1995. The production and trophic ecology of shallow-water fish assemblages in southern Australia. II. Diets of fishes and trophic relationships between fishes and benthos at Western Port, Victoria. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.,* 194: 83-106.

Elizalde, M., J.C. Dauvin y J.C. Sorbe. 1991. Les mysidacés suprabenthiques de la marge sud du canyon du Cap-Ferret (Golfe de Gascogne): Répartition bathymétrique et activité Natatoire. *Ann. Inst. Océanogr.,* 67 (2): 129-144.

Emson S. y M. Crane. 1994. A comparison of the toxicity of *Cadmiun* to the mysid shrimps *Neomysis integer* (Leach) and *Mysidopsis bahia* (Molenock). *Water Resources,* 28 (8): 1711-1713.

Fernández Torquemada, Y. y J.L. Sánchez Lizaso. 2001. Influencia de las variaciones en la salinidad en el supervivencia y crecimiento de *Posidonia oceanica*. Resultados preliminares. En: *La desalación y reutilización del Siglo XXI*. Proceeding del II Congreso Nacional AEDYR. Alicante.

Ferrandis, E. y F. Bartolomé. 1985. Dulces bárbaros del Este y del Oeste (Análisis estadísticos de los vientos en la bahía de Alicante). En: *La reserva marina de la Isla Plana o Nueva Tabarca.* Ramos, A.A. (Ed). Ayuntamiento de Alicante. Universidad de Alicante. Alicante. 51-93 pp.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Ferraro, S.P., F.A., Cole, W.A. DeBen y R.C. Swartz. 1989. Power-cost efficiency of eight macrobenthic sampling schemes in Puget Sound, Washington, USA. *Can .J. Fish. Aquat. Sci.,* 46: 2157-2165.

Fosså, J.H. 1986. Aquarium observations on vertical zonation and bottom relationships of some deep-living hyperbenthic mysids (Crustacea: Mysidacea). *Ophelia,* 25: 107-117.

Fredette, T.J. y R.J. Diaz. 1990. Secondary production within a seagrass bed (*Zostera marina* and *Rupia maritima*) in Lower Chesapeake Bay. *Estuaries* 13(4): 431-440.

Froneman, P.W. 2001. Feeding ecology of the mysid, *Mesopodopsis wooldridgei*, in a temperate estuary along the eastern seaboard of South Africa. *Journal of Plankton Research* 23(9): 999-1008.

Gacia, E. y E. Ballesteros. 2001. El impacto de las plantas desalinizadoras sobre el medio marino: la sulmuera en las comunidades bentónicas mediterráneas. Conferencia Internacional: El Plan Hidrológico y las gestión sostenible del agua. Aspectos medioambientales, reutilización y desalación, Zaragoza. Juno 2001. 10 p.

Gacia, E y C.M. Duarte. 2001. Sediment retention by a Mediterranean *Posidonia oceanica* meadow: the balance between deposition and resuspension. *Est. coast. Shelf Sci.,* 52: 505-514.

Gallahar, N. y M.J. Kingsford. 1992. The influence of depth on assemblages of small mobile invertebrates on the kelp, *Ecklonia radiata*. En: *Proceddings of the Second International Temperate Reef Symposium* (Battershill, C.N. *et al.*, eds), 7-10 January, Auckland, New Zealand. NIWA Marine, Wellington, 163-168 pp.

Gambi, M. C., M. Lorenti, G. F. Russo, M. B. Scipione y V. Zupo. 1992. Depth and seasonal distribution of some groups of the vagile fauna of the *Posidonia oceanica* leaf stratum: structural and trophic analyses. *P.S.Z.N.I. Mar. Ecol.* 13 (1): 17-39.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

García-Raso, J.E. 1990. Study of crustacea decapoda taxocenosis of *Posidonia oceanica* beds from the sotheast of Spain. P.S.Z.N.I: *Marine Ecology*, 11(4): 309-326.

Gomis, C. 1996. *El fitoplancton de El Campello, provincia de Alicante. Distribución espacio-temporal.* Tesis doctoral. Universidad de Valencia. 340 pp.

Gore, R.H., E.E. Gallaherm, L.E., Scottom, y K.A. Wilson. 1981. Studies on decapod crustacea from the Indian river region of Florida. XI. Community composition, structure, biomass and species-area relationships of seagrass and drift algar-associated macrocrustacean. *Estuar. coast. Shelf. Sci.,* 124: 485-508.

Gorokhova, E. 1998. Exploring and modeling the growth dynamics of *Mysis mixta*. *Ecological Modelling,* 110 (1998): 45-54.

Gorokhova, E. 1999. Mysid growth, stable isotope fractionation, and energetics: implications for food web studies.

Gray, C.A. y J.D. Bell. 1986. Consequences of two common techniques for sampling vagile macrofauna associated with the seagrass *Zostera capricorni*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* 28: 43-48.

Guillén, J. E. *Crustáceos decápodos de los fondos infralitorales del SE Ibérico: faunística, biología y ecología*. Tesis Doctoral. Universidad de Alicante. Institut d'Ecología Litoral.

Guillén, J.E. y M. Martínez-Hernández. 1995. *Mullus surmuleltus* (L. 1758): Decapoda selective predation. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.,* 34: 244.

Hanski, I. y D. Simberloff, 1997. The metapopulation approach, its history, conceptual domain and application to conservation. *En: Metapopulation biology: ecology, genetics and evolution*. Hanski, I. M.E. Gilpin (ed.). Academic Press, London, pp: 5-26.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Harlin, M.M., Rines, H.M., Rose C.E. y Abel. M. B. 1996. Spatial heterogeneity of macrophytes and selected invertebrates in Narragansett bay (RI, U.S.A.) as revealed by principal component and cluster analysis. *Estuar. coast. Shelf. Sci.,* 42:123-134.

Harmon V y Langdon C.J 1996 . A 7-d test for marine pollutants using the pacific mysid *Mysidopsis intii.* 2. Protocol evaluation. *Environ. Toxicol. Chem., ,* 15 (10): 1824- 1830.

Heck, K.L.J. 1977. Comparative species richness, composition and abundance of invetebrates in caribbean seagrass (*Thalassia testudinum*) meadows (Panamá). *Marine biology,* 41: 335-348.

Heck, K.L.J. y G.S. Wetstone. 1977. Habitat complexity and invertebrate species richness and abundance in tropical seagrass meadows. *Journal of Biogeography* 4: 449-464.

Heck, K.L.J. y R.J. Orth. 1980. Seagrass habitats: the roles of habitat complexity, competition and predation in structuring associated fish and motile macroinvertebrate assemblages. En: *Estuarine Perspective.* Academic Press, London, 449-464 pp.

Heck, K.L.J. y T.A. Thoman. 1981. Experiments on predator-prey interactions in vegetated aquatic habitats. *J.Exp.Mar.Biol.Ecol.* 53: 125-134.

Heck, K.L.J., K.W. Able, M.P. Fahay y C.T. Roman. 1989. Fishes and decapod crustaceans of Cape Cod eelgrass meadows: species composition seasonal abundance patterns and comparison with unvegetated substrates. *Estuaries* 12: 59-65.

Heck, K.L.J. y K.A. Wilson. 1990. Epifauna and infauna: biomass and abundance. En: *Seagrass research methods.* Phillips, R.C. y McRoy, C.P. (eds.) UNESCO, Paris, 125-128 pp.

Hemminga, M. y C.M. Duarte. 2000. Fauna associated with seagrass systems. En: Seagrass Ecology. Cambridge University Press. Cambridge. UK. 199-247.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Ho, K. T., K. Mitchell, M. Zappala y R. Burgess. 1995. Effects of brine addition on effluent toxicity and marine toxicity identification evaluation (TIE) manipulations. *Environ. Toxicol. Chem.,* 14 (2): 245-249.

Holmquist, C. 1957. On aberrant specimens of *Praunus flexuosus* and some other opossum shrimps. *Acta Borealis*, 13:1-29.

Hostens, K. y J. Mees. 1999. The mysid-feeding guild of demersal fishes in the brackish zone of the Westerschelde estuary. *J. Fish Biol.*, 55: 704-719.

Howard, R.K., G.J. Edgar y P.A. Hutchings. 1989. Faunal assemblage of seagrass beds. En: *Biology of seagrass. A treatise on the biology of seagrasses with special reference to the Australian region.* Larkum, A.W.D., McComb, A.J., Shepherd, S.A. (eds). Elservier, Amsterdam, 536-564 pp.

Hurlbert, S.H. 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. *Ecological Monographs,* 54 (2): 187-211.

Jennings, S., O. Reñones, B. Morales-Nin, N.V.C. Polunin, J. Moranta y J. Coll. 1997. Spatial variation in the 15N and 13C stable isotope composition of plants, invertebrates and fishes on Mediterranean reefs: implications for the study of trophic pathways. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 146:109-116.

Johannsson, O.E., M.F. Leggett, L.G. Rudstam, M.R. Servos, M.A. Mohammadian, G. Gan, R.M. Dermott, R.H. Hesslein. 2001. Diet of *Mysis mixta* in Lake Ontario as revealed by stable isotope and gut content analysis. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 58: 1975-1986.

Johnson, M.P. 2001. Metapopulation dynamics of *Tigriopus brevicornis* (Harpacticoida) in intertidal rock pools. *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* 211: 215-224.

Johnston, N.M. y D.A. Rirtz. 2001. Synchronous development and release of broods by the swarming mysids *Anisomysis mixta australis, Paramesopodopsis rufa* and *Tenagomysis tasmaniae* (Mysidacea: Crustacea). *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* 223: 225-233.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Judge, M.L., L.D. Coen y K.L.J. Heck. 1993. Does *Mercenaria mercenaria* encounter elevated food levels in seagrass beds? Results from a novel technique to collect suspended food resources. *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* 92: 141-150.

Kaartvedt, S. 1989. Retention of vertically migrating suprabenthic mysids in fjords. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 57: 119-128.

Karieva, P. 1990. Population dynamics in spatially complex environments: theory and data. En: *Population, regulation and dynamics* (M. Hassell & R.M. may, eds) 53-68. The Royal Society, London.

Kareiva, P. 1994. Space: the final frontier for ecological theory. *Ecology*, 75: 1.

Kenyon, R.A., N.R. Loneragan y J.M. Hughes. 1995. Habitat type infuences and light affect sheltering behaviour of juvenile tiger prawns (*Penaeus esculentus* Haswell) and success rates of their fish predators. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.,* 192: 87-105.

Kerambrun, P. y J. P. Guérin. 1993. Changes in amylase activity of *Leptomysis lingvura* in relation to experimental feeding conditions. *Comp. Biochem. Physiol.*, 105 A (2): 303-310.

Kikuchi, T. 1980. Faunal relationships in temperate seagrass beds. En: *Handbook of seagras biology: an ecosystem perspective.* P. Philips y J. McRoy (eds.): 153-172. Garland STPM.

Kinne, O. 1971. Salinity: animals-invertebrates. En: *Marine Ecology*, Vol 1. *Environmental Factors, part. 2.* O. Kinne (eds.): 821-995. Wiley Interscience. London.

Klumpp, D.W., Howard, R.K. & Pollard, D.A., 1989. Trophodynamics and nutritional ecology of seagrass communities. En: *Biology of seagrass. A treatise on the biology of seagrasses with special reference to the Australian region.* (Larkum, A.W.D., McComb, A.J. & Shepherd, S.A. eds.). Amsterdam, Elservier, pp. 394-457.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Krebs, C. J. 1989. *Ecological methodology*. Harper Collins Publishers, New York, U.S.A.

Kruskal, J.B. 1964. Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to anonmetric hypothesis. *Psychometrika* 29: 1-27.

Labat, R. 1953. *Paramysis nouveli* n. sp. et *Paramysis bacescoi* n. sp. deux espèces de Mysidacés confondues, jusqu'à présent, avec *Paramysis helleri* (G. O. Sars, 1877). *Bull. Inst. Océanogr.* 1034: 1-24.

Langdon C. J., V. Harmon, M. M. Vance, K. E. Kreeger, D. A. Kreeger y G. A. Chapman. 1996. A 7-d test for marine pollutants using the pacific mysid *Mysidopsis intii*. 1. Culture and protocol development. *Environ. Toxicol. Chem.*, , 15 (10): 1815- 1823.

Larkum, A.W.D. y C. den Hartog. 1989. Evolution and biogeography of seagrass. En: *Biology of seagrasses. A treatise on the biology of seagrsses with special reference to the Australian region.* Larkum, A.W.D., McComb, A.J. y Shepherd, S.A. (eds.) ELSERVIER, Amsterdam, 112-156 pp.

Leber, K. M. 1985. The infuence of predatory decapods, refuge and microhabitat selection on seagrass communities. *Ecology*, 66 (6): 1951-1964.

Ledoyer, M. 1962. Etude de la faune des herbiers superficiels de Zosteracees et de quelques biotopes d'algues littorales. *Rec. Trav. St. Mar. End.,* 25 (39): 117- 235.

Legendre, L. y P. Legendre. 1983. Chapter 8. Ordination in reduced space. En: *Numerical Ecology.* Elservier Science Publishing Company. Amsterdam 293-294 pp.

Lewis, F.G. 1984 The distribution of macrobenthic crustaceans associated with Thalassia, Halodule, and bare sand substrata. *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* 19:101-113.

Lewis, F.G. 1987 The crustacean epifauna of seagrass and macroalgae in Apalachee Bay, Florida, USA. *Marine Biology* 94: 219-229.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Lewis, F.G. y A.W. Stoner. 1981. An examination of methods for sampling macrobenthos in seagrass meadows. *Bulletin of Marine Science* 31(1): 116-124.

Loneragan , N.R., Y.G. Wang, R.A. Kenyon, D.J Staples, D.J Vance, D.S Heales. 1995. Estimating the efficiency of a small beam trawl for sampling tiger prawns *Penaeus esculentus* and *P. semisulcatus* in seagrass by removal experiments. *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* 118: 139-148.

López Gómez, A. y V.M. Roselló Verger (Dir.). 1978. *Geografía de la provincia de Alicante.* Excma. Diputación Provincial de Alicante. Alicante (Sp). 615 pp.

Lussier, S. M., A. Kuhn, M. J. Chammas y J. Sewell. 1988. Techniques for the laboratory culture of *Mysidopsis* species (Crustacea: Mysidacea). *Aquatic Toxicology,* 7: 969-977.

Macquart-Moulin, C. 1985. Le contrôle des phases pélagiques nocturnes chez les crustacés péracarides benthiques. *Téthys* 11(3-4): 275-287.

Maj, R. L. C. y E. Taramelli. 1989. Mysidacea of *Posidonia oceanica* (L.) Delile beds in Torvaldiga (Latium) and Porto Conte (Sardinia). En C.F. Boudouresque, A.Meinesz, E.Fresi y V.Gravez (Eds.). *International Workshop on Posidonia beds.* (pp. 203-206). Fr.: GIS Posidonie publ.

Manzanera, M., Perez, M. y Romero, J. 1996. Seagrass mortality due to oversedimentation: An experimental approach. En: *Proceedings of the 2nd International Conference on the Mediterranean Coastal Environment MEDCOAST 95.* Tarragona, Spain.

Margalef, R. 1986. *Ecología.* Ed. Omega. Barcelona. 951 pp.

Martin, M., J.W. Hunt, B.S. Anderson, S.L. Turpen y F.H. Palmer. 1989. Experimental evaluation of the mysid *Holmesimysis costata* as a test organism for effluent toxicity testing. *Environmental Toxicology and Chemischy.*, 8: 1003-1012.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Martínez Hernández, M. 1996. *La pesca artesanal de El Campello (Alicante, SE Ibérico): caracterización y elementos para una ordenación.* Tesis doctoral. Universidad de Alicante. 247 pp.

Mauchline, J. 1980. The Biology of mysids and euphausiids. *Adv. Mar. Biol.* , 18 : 3-369.

Mauchline, J. 1971. The biology of *Neomysis integer* (Crustacea, Mysidacea). *J. Mar. Bio. Ass. U.K.*, 51 : 339-354.

Mauchline, J y M. Murano. 1977. World list of the Mysidacea, Crustacea. *J. Tokyo Univ. Fish.* 64: 39-88.

Mazzella, L., M.B. Scipione y M.C. Buia. 1989. Spatio-temporal distribution of algal and animal communities in a *Posidonia oceanica* meadow. *P.S.Z.N.I: Mar. Ecol.* 10(2): 107-129.

McKenney, C.L. 1994. Resistence patterns to salinity and temperature in an estuarine mysid (*Mysidopsis bahia*) in relation to its life cycle. *Comp. Biochem. Physiol.,* 109ª: 199-208.

Mckenney, C.L. 1996. The combined effects of salinity and temperature on various aspects of the reproductive biology of the estuarine mysid, *Mysidopsis bahia. Invertebrate, Reproduction and Development,* 29: 9- 18.

McKenney, C.L. y D.M. Celestial. 1994. Interactions among salinity, temperature and age on growth of the estuarine mysid, *Mysidopsis bahia*, reared in the laboratory through a complete life cycle. I. Biomass and Age-specific growth rate. *J. Crust. Biol.*, 15: 169-178.

McKenney, C.L. y D.M. Celestial. 1996. Modified survival, growth and reproduction in an estuarine mysid (*Mysidopsis bahia*) exposed to a juvenile hormone analogue through a complete life cycle. *Aquatic Toxicology*, 35 : 11-20.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

McLachlan, A.T. Wooldridge, T. Horst y G. Van Der. 1979. Tidal movements of the macrofauna on a exposed sandy beach in South Africa. *Journal og Zoology*, 187: 433-442.

Medina San Juan, J. A. 2001. Una aproximación a los costes reales de las desalación de aguas salobres y de mar. En: La desalación y reutilización del Siglo XXI. Proceeding del II Congreso Nacional AEDYR.

Mees, J, A. Cattrijsse, y O. Hamerlynck. 1993. Distribution and abundance of shallow-water hyperbenthic mysids (Crustacea, Mysidacea) and euphausiids (Crustacea, Euphausiacea) in the Voordelta and the Westerschelde, southwest Netherlands. *Cah. Biol. Mar.* 34: 165-186.

Mees, J., Z. Abdulkerim y O. Hamerlynck. 1994. Life history, growth and production of *Neomysis integer* in the Westerschelde estuary (SW Netherlands). *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 109: 43-57.

Mees, J., N. Fockedey y O. Hamerlynck. 1995a. Comparative study of the hyperbenthos of three European estuaries. En: Major biological processes in European esturaries. Heip, C. H. R. Y Herman, P. M. J. (eds). *Hydrobiologia* 311: 153-174.

Mees, J., N. Fockedey, A. Dewicke, C.R. Janssen y J.C. Sorbe. 1995b. Aberrant individuals of *Neomysis integer* and other mysidacea: intersexuality and variable telson morphology. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 29(2): 161-166.

Menziers, C.A. 1980. A note on the Hynes method of estimating secondary production. *Limnol. Oceanogr.*, 25 (4): 770-773.

Morin, A., T.A. Mousseau y D.A. Roff. 1987. Accuracy and precision of secondary production estimates. *Limnol. Oceanogr.*, 32 (6): 1342-1352.

Morton M.G., F.L. Mayer, K.L. Dickson, W.T. Waller y J.C. Moore. 1997. Acute and chronic toxicity of azinphos-methyl to two esturien species, *Mysidopsis*

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

bahia and *Cyprinodon variegatus*. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 32: 436- 441.

Müller, H.G. 1993. World catalogue and bibliography of the recent Mysidacea, Wissenschaftlicher Verlag. H. G. Müller, Wetzlar, Germany, 491 pp.

Munilla, T. y M.J. Corrales. 1995. Misidáceos suprabentónica de las palyas catalanas (Mediterráneo noroccidental). *Orsis* 15: 45-55.

Munilla, T., M.J. Corrales, C. San Vicente. 1998. Suprabenthic assemblages from Catalan beaches: zoological groups. *Orsis* 13: 67-78.

Muñoz Elguera, A., y S. O. Pérez Baes. 2001. Economía lograda con el proceso de optimización de las dosificaciones de hipoclorito sódico y metabisulfito sódico en la planta potabilizadora de agua de mar, Las Palmas III. En: *La desalación y reutilización del Siglo XXI*. Proceeding del II Congreso Nacional AEDYR. Alicante.

Nelson, W. G., Cairns K. D. y Virnstein R. W. 1982. Seasonality and spatial patterns of seagrass-associated amphipods of the Indian river Lagoon, Florida. *Bulletin of Marine Science* 32(1):121-129.

Nelson, W.G. y R.W. Virstein. 1995. Long-term dynamics of seagrass macrobenthos: Asynchronous population variability in space and time. En: *Biology and ecology of shallow coastal waters.* Eleftheriou, A., Ansell, A. D., y ;Smith, C. J. (eds). Fredensborg Denmark Olsen and Olsen. 185-190 pp.

Nicol, S. 1984. Population structure of daytime surface swarms of the euphausiid *Meganyctiphanes norvegica* in the Bay of Fundy.*Mar. Ecol. Prog. Ser.,* 18: 241-251.

Nieto, J.M. y M.P. Mier. 1985. Malacostráceos. En: *Tratado de Entomología.* Editorial Omega S.A.

Nilsson, D.E. y R.F. Modlin. 1994. A mysid shrimp carrying a pair of binoculars. *J. exp. Biol.* 189: 213-236.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Nimmo, D.R. y T.L. Hamaker. 1982. Mysids in toxicity testing. A review. *Hydrobiologia* 93: 171-178.

O'Brien, D. P. 1989. Analysis of internal arrangement of individuals within crustacean aggregations (Euphausiacea, Mysidacea). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 128: 1-30.

O'Brien, D. P. y D. A. Ritz. 1988. Escape responses of gregarious mysids (Crustacea: Mysidacea): towards a general classification of escape responses in aggregated crustaceans. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 116: 257-272.

Orth, R.J. 1992. A perspective on plant-animal interactions in seagrasses: physical and biological determinants influencing plant and animal abundance. En: *Plant-Animal Interactions in the Marine Benthos.* John, D.M., Hawkins, S.J. y Price, J.H. (eds). Systematics Association Special vol. 46. Claredon Press., Oxford, 147-164 pp.

Orth, R.J., K.L. Heck y J. van Montfrans. 1984 Faunal communities in seagrass beds: a rewiev of the influence of plant structure and prey characteristics on predator-prey relationship. *Estuaries* 7(4A): 339-350.

Ott, J A. & Maurer, L. 1977 Strategies of energy transfer from marine macrophytes to consumer levels: the *Posidonia oceanica* example. En: *Biology of benthic organisms* (Keegan, B.F., Ceidigh, P.O. & Boaden, P.J.S., eds.). Pergamon Press, Oxford, pp 493-502.

Padma, T.V., R.C. Hale, M. H. Roberts, y R. N. Lipcius. 1998. Toxicity of creosote water-soluble fractions generated from contaminated sediments to the bay mysid. *Ecotox. Environ. Saf.* 42 (2): 138- 142.

Penhale, P.A. 1987. Habitat value of seagrass beds for benthic invertebrates: sampling the plant community. En: *Biology of benthic marine organims. Techniques and methods as applied to the Indian Ocean.* Thompson MF, Sarojini R, Nagabhushanam R (eds). A.A.Balkema, Rotterdam, 161-167 pp.

Pérès, J.M. y J. Picard. 1964. Nouveau manuale de bionomie benthique de la Méditerranée. *Rec. Trav. Stn. Mar. Endoume Fr.* 31(47): 1-137.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Peterson, C.H., H.C. Summerson y P.B. Duncan. 1984. The influence of seagrass cover on population structure and individual growth rate of a suspension-feeding bivalve, *Mercenaria mercenaria. J. Mar. Res.* 42: 123-138.

Pezzack, D.S. y S. Corey. 1979. The life history and ditribution of *Neomysis americana* (Smith) (Crustacea: Mysidacea) in Passamaquody Bay. *Can. J. Zool.*, 57: 785-793.

Pillard, D. A. J. M. Evans, D.L. DuFresne. 1996. Estimating the acute toxicity of saline produce waters to marine organisms. *Proceedings,* 3rd Society of Petroleum Engineers International Conference on Health Safety and Environment, New Orleans, LA, USA. June 9-12: 675-682.

Pillard, D.A., D.L. Du Fresne, J. E. Tietge, y J. M. Evans. 1999. Response of mysid shrimp (*Mysidopsis bahia*), sheepshead minnow (*Cyprinodon variegatus*) to changes in artificial seawater salinity. *Environ. Toxicol.Chem.* 18 (3): 430-435.

Pillard, D.A., D.L. Du Fresne, D.D. Caudle, J.E. Tietge, y J.M. Evans. 2000. Predicting the toxicity of major ions in seawater to mysid shirmp (*Mysidopsis bahia*), sheepshead minnow (*Cyprinodon variegatus*), and inland silverside minnow (*Menidia beryllina*). *Environ. Toxicol. Chem.* 19 (1): 183- 191.

Plate, C. y J.A. Downing. 1990. Empirical evidence for differences among methods for calculating secondary production. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 9(1) : 9-16.

Rachor, E., W.E. Arntz, H. Rumbor, K.H. Mantau. 1982. Seasonal and long-term population fluctuations in *Diastylis rathkei* (Crustacea, Cumacea) of Kiel Bay and German Bight. *Neth. J. Sea Res.*, 16: 141-150.

Ramos Esplá, A.A. y E. Ferrandis. 1983. Valoración de la calidad ambiental en la franja costero-marina de la comarca de Alicante. En: *Hombre y Medio Natural en Alicante.* Universidad de Alicante. Gráfica Ciudad. Alcoy. 93-104 pp.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Ramos Esplá, A.A., Sánchez Lizaso, J.L., Guillén Nieto, J.E., Mártinez Perez, L. y Peres Vicente, A. 1990. *Proyecto de arrecife artificial en el litoral marino de El Campello.* Institut d'Ecologia Litoral. Ayuntamiento de El Campello. Inédito.

Ramos Esplá, A.A., L. Martínez Perez, A. Aranda, J.E. Gullien Nieto, P. Sánchez-Jerez y J.L. Sánchez Lizaso. 1993. Protección de la pradera de *Posidonia oceanica (L.) Delile* mediante arrecifes artificiales disuasorios frente a la pesca de arrastre ilegal; el caso de El Campello (SE Ibérico). *Publ. Espc. Inst. Esp. Oceanogr.* 11: 431-439.

Ramos-Esplá, A.A., J.E. Guillén, J.T. Bayle, y P. Sánchez-Jerez. 2000. Artificial anti-trawling reef off Alicante, South-Eastern Iberian Peninsula: evolution of reef block and set designs. En: *Artificial reefs in European Seas* (Jensen, A.C., K.J. Collins and A.P.M. Lockwood eds.), Kluwer Academic Publishers. pp 195-218.

Redant, F. 1989. Productivity of epibenthic species: a rewiev. *International Council for the Exploration of the Sea. Biol. Oceanogr. Committee* L2: 2-9.

Ritz, D.A. 2000. Is social aggregation in aquatic crustaceans a strategy to conserve energy? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57(3): 59-67.

Ritz, D.A., J.E. Osborn y A.E.J. Ocken. 1997. Influence of food and predatory attack on mysid swarm dynamics. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 77, 31-42.

Roast S.D., J. Widdows y M. B. Jones. 1998. The position maintenance behabiour of *Neomysis integer* (Peracarida: Mysidacea) in response to current velocity, substratum and salinity. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 220: 25-45.

Roast S.D., R.S. Thompson, P. Donkin, J. Widdows y M.B. Jones. 1999 a. Toxicity of the organophosphate pesticides chlorpyrifos and dimethoate to *Neomysis integer* (Crustacea: Mysidacea). *Water Resources,* 33 (2): 319-326.

Roast, S.D., J. Widdows, M.B. Jones. 1999 b. Scope for growth of the estuarine mysid *Neomysis integer* (Peracarida: Mysidacea): effects of the

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

organophosphate pesticide chlorpyrifos. *Mar. Ecol. Prog. Ser.,*, 191: 233-241.

Roast S.D., J. Widdows, M.B. Jones. 2000. Disruption of swimming in the hyperbenthic mysid *Neomysis integer* (Peracarida: Mysidacea) by the organophosphate pesticide chlorpyrifos. *Aquatic Toxicology*, 47: 227-241.

Romero, J. 1985. *Estudio ecológico de las fanerógamas marinas de la costa catalana: producción primaria de Posidonia oceanica (L.) Delile en las islas Medes*. Tesis Doctoral. Departamento de Ecología. Universidad de Barcelona.

Ruíz, J.M., A. Marín, J.F. Calvo y L. Ramirez-Díaz. 1993. Interactions between a floodway and coastal constructions in Aguilas Bay (Southeastern Spain). *Ocean & Coastal Management* 19: 241-262, 1993.

Russo, G.F., E. Fresi y D. Vinci. 1984 The hand-towed net method for direct sampling in *Posidonia oceanica* beds. En: *XXIX Congress and plenary Assembly of ICSEM* (Lucerne, October): 11-19.

Russo, G. F. y D. Vinci. 1991. The hand-towed net method in *Posidonia oceanica* beds: 1.A preliminar study on the sample size for gastropod taxocene in a shallow stand. *Posidonia Newsletter* 4(1): 27-31.

Salemaa, H. y V. Hietalahti. 1993. *Hemimysis anomala* G.O. Sars (Crustacea: Mysidacea)-Inmigration of a Pontocaspian mysid into the Baltic Sea. *Ann. Zool. Fennici.* 30: 271-276.

San Vicente, C. y J.C. Sorbe. 1990. Biología del misidáceo suprabentónico *Schistomysis kervillei* (Sars, 1885) en la plataforma continental Aquitana (Suroeste de Francia). *Bentos* 6:245-267.

San Vicente, C. y J.C. Sorbe. 1993. Biologie du mysidacé suprabenthic *Schistomysis parkeri* Norman, 1892, dans la zone sud du Golfe de Gascogne (plage d' Hendaye). *Crustaceana,* 65 (2): 222- 252.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

San Vicente, C. y J.C. Sorbe. 1995. Biology of the suprabenthic mysid *Schistomysis spiritus* (Norman, 1860) in the southeastern part of the Bay of Biscay. *Sci. Mar.* 59 (Supl.1): 71-86.

San Vicente, C y J.C. Sorbe. 1999. Spatio-temporal structure of the suprabenthic commnunity from Creixell beach (western Mediterranean). *Acta Oecol.* 20 (4): 377- 389

San Vicente, C. y T. Munilla. 2000. Misidáceos suprabentónicos de las playas catalanas (Mediterráneo nordoccidental). *Orsis* 15:45-55.

Sánchez Jerez, P. 1997. Distribución espacio-temporal de la epifauna vágil asociada a praderas de *Posidonia oceanica* y *Cimodocea nodosa* (Sudeste ibérico). Tesis Doctoral. Universidad de Alicante. pp.: 217.

Sánchez Jerez, P. y A.A. Ramos Esplá. 1996. Detection of environmental impacts by bottom trawling on *Posidonia oceanica* (L.) Delile meadows: sensitivity of fish and macroinvertebrate communities. *J. Aq. Ecosyst. Health* 5: 239-253.

Sánchez Jerez, P., C. Barberá y A. A. Ramos Esplá. 1999. Comparation of the epifauna spatial distribution in *Posidonia oceanica, Cymodocea nodosa* and unvegetated bottoms: importance of the meadow edges. *Acta Oecol.* 20 (4): 391-405.

Sánchez Jerez, P., C. Barberá Cebrián y A.A. Ramos Esplá. 2000. Influence of the structure of *Posidonia oceanica* meadows modified by bottom trawling on crustacean assemblages: comparison of amphipods an decapods. *Sci. Mar.*, 64 (3): 319-326.

Sanchez Jerez, P. y A.A. Ramos Esplá. 2000. Changes in fish assemblage associated with the deployment of antitrawling reef in seagrass meadows. *Transaction of The American Fisheries Society* 54: 1150-1159.

Sánchez Lizaso, J.L. 1993. Estudio de la pradera de *Posidonia oceanica (L.) Delile* de la Reserva Marina de Tabarca (Alicante): fenología y producción primaria. Tesis Doctoral. Universidad de Alicante. pp.: 121.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Sánchez Lizaso, J.L, J.E. Guillen y A.A. Ramos Esplá. 1990. The regression of *Posidonia oceanica* meadows in El Campello (Spain). *Rapp.Comm.int.Mer Medit.*32,1 , B-I 10:7.

Sardou, J. y V. Andersen. 1993. Micronecton et macroplancton en Mer Ligure (Méditerranée): migrations nycthémérales et distributions verticales. *Oceanol. Acta.* 16: 381-392.

Sastry, A.N. 1983. Ecological aspects of reproduction. En: *The biology of Crustacea*, Vol. 8. Environmental Adaptations, D.E. Bliss (ed.): 179-270. Academic Press., New York.

Schneider, F.I. y K.H. Mann. 1991. Species specific relationships of invertebrates to vegetation in a seagrass bed. II. Experiments on the importance of macrophyte shape, epiphyte cover and predation. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 145: 119-139.

Scipione, M.B. y E. Fresi. 1984. Distribution of amphipod crustaceans in *Posidonia oceanica* (L.) Delile foliar stratum. *J. Biogeography* 1: 319-329.

Scipione, M. B., M. C. Gambi, M. Lorenti, G. F. Russo y V. Zupo. 1996. Vagile fauna of the leaf stratum of *Posidonia oceanica* and *Cymodocea nodosa* in the Mediterranean sea. En: *Seagrass biology: proceedings of an international workshop.* (Rottnest Island, Western Australia). J.Kuo, R.C. Phillips, D. I. Walker y H. Kirkman (eds): 249-260.

Sebens, K. P. 1991. Habitat structure and community dynamics in marine benthic system. En: *Habitat structure: the physical arrangement of objets in the space.* Bell, S.S., E. D. McCoy y H. R. Mushinsky (eds.). Chapman and Hall. Suffolk. 211-234 pp.

Sell, D.W. 1982. Size-frequenzy estimates of secondary production by *Mysis relicta* in lakes Michigan and Huron. *Hidrobiologia*, 93: 69-78.

Sergeev, V.N., S.M. Clarke y S.A Shepherd. 1988. Motile macroepifauna of the seagrasses, *Amphibolis* and *Posidonia* and unvegetated sandy substrata bay,

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

South Australia. *Transactions of the Royal Society of South Australia* 112: 97-108.

Shephard, R.N. 1962 The analysis of proximities: multidimensional scaling with an unknown distance function. *Psycometrika* 27: 125-139, 219-246.

Sheridan, P.F. 1997. Benthos of adjacent mangrove, seagrass and non-vegetated habitats in Rookery Bay, Florida, U.S.A. Esturine, Coastal and Shelf Science 44: 455-469.

Somerfield, P.J., J.M. Gee y R.M. Warwick. 1994. Soft sediment meiofauna community structure in relation to a long-term heavy metal gradient in the Fal estuary system. *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* 105: 79-88.

Sorbe, J.C. 1981. Rôle du benthos dans le régime alimentaire des poissons démersaux du secteur Sud Gascogne. *Kieler Meeresforsch.*, Sonderh. 5: 479-489.

Sorbe, J.C. 1983. Description d'un traineau destiné à l'echantillonnage quantitatif étagé de la faune suprabenthique néritique. *Ann. Inst. océanogr., Paris,* 59 (2): 117-126.

Sorbe, 1991. Biología del Misidáceo suprabentónico *Schistomysis ornata* (Sars, 1864) en la plataforma continental aquitana (suroeste de Francia). *Actas V Simp. Ibér. Estud. Bentos Mar.,* 24 (1): 273-298.

Stoner, A.W. 1980. Perception and choice of substratum by epifaunal amphipods associated with seagrasses. *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* 3: 105-111

Stoner, A.W. 1983. Distribution of fishes in seagrass meadows: role of macrophyte biomass and species composition. *Fishery Bulletin* 81(4): 837-846.

Stoner, A.W. y F.G. Lewis. 1985. The influence of quantitative and qualitative aspects of habitat complexity in tropical seagrass meadows. *J.Exp.Mar.Biol.Ecol.* 94: 19-40.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Tattersall, W. M. y O. Tattersall. 1951. *The British Mysidacea*. Ray Society, London. 460 pp.

Tanner, J.E. y S. Deakin. 2001. Active habitat selection for sand by juvenile western king prawns, *Merlicertus latisulcatus* (Kishinouye). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 261: 199-209.

Taylor, R.B. 1998. Seasonal variation in assemblages of mobile epifauna inhabiting three subtidal brown seaweeds in northeastern New Zealand. *Hydrobiologia* 361: 25-35.

Tudela, S. y I. Palomera. 1997. Trophic ecology of the European anchovy Engraulis encrasicolus in the Catalan Sea (northwest Mediterranean). *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* 160: 121-134.

Tuset, V.M., J.A. González, M.M.García-Díaz y J.L. Santana. 1997. Régimen alimentario de *Serranus cabrilla* (Linnaeus, 1758) (Osteichthyes, Serranidae) en el Atlántico oriental y Mediterráneo occidental. *Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr.* 23: 181-185.

Tuya, F., Perez., J., Medina, L. & Luque, A. 2001. Seasonal variation of the macrofauna from three seagrass meadows of *Cymodocea nodosa* off Gran Canaria (Central-Eastern Atlantic Ocean). *Ciencias Marinas*, 27(2): 223-234.

Underwood, A.J. 1981. Techniques of analysis of variance in experimental biology and ecology. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 19: 513-605.

Underwood, A.J. 1997. *Experiments in Ecology. Their logical design and interpretation using analysis of variance*. Cambridge University Press. Cambridge (UK). 504 pp.

Väinölä, R. y J.K. Vainio. 1998. Distributions, life cycles and hybridization of two *Mysis relicta* group species (Crustacea: Mysida) in the northern Baltic Sea and Lake Båven. *Hidrobiologia,* 368: 137-148.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Vallet, C. y J.C. Dauvin. 1998. Composition and diversity of the benthic boundary layer macrofauna from the English Channel. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 78: 387-409.

Virnstein, R.W. 1987. Seagrass-associated invertebrate communitues of the Southeastern U.S.A.: a review. *Florida Marine Research Publications,* 42: 89-116.

Virnsterin, R.W. y Curran, M.C. 1986. Colonization of artificial seagrass versus time and distance from source. *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* 29: 279-288.

Virnstein, R.W., P.S. Mikkelsen, K.D. Cairns y M.A. Capone. 1983. Seagrass beds versus sand bottoms: the trophic importance of their associated benthic invertebrates. *Fla. Sci.* 46: 363-381.

Virnstein, R.W. y R.K. Howard. 1987a. The motile epifauna of marine macrophytes in the Indian River Lagoon, Florida. I. Comparisons among three species of seagrasses from adjacent beds. *Bulletin of Marine Science* 41(1): 1-12.

Virnstein, R.W. y R.K. Howard. 1987b. The motile epifauna of marine macrophytes in the Indian River Lagoon, Florida. II. Comparisons among three species of seagrasses from adjacent beds. *Bulletin of Marine Science* 41(1): 13-26.

Voirecier, J.R. 1993. Worshop on Ecology of zooplancton in European estuaries. (Arcachon, France). Mayo de1992. *Cah. Biol. Mar.* 34(2): 1-135.

Wang W.X., Fisher N.S. 1999. Assimilation efficiencies of chemical contaminants in aquatic invertebrates: a synthesis. *Environ. Toxicol. Chem.* 18: 2034-2045

Warwick, R.M., K.R. Clarke y J.M. Gee. 1990. A statistical analysis of coral community response to the 1982-3 El Niño in the Thousand Islands, Indonesia. *Coral Reefs* 8: 171-179.

Waters, T.F. 1979. Secondary production in inland waters. *Advances in Ecological Research* 10: 91-164.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002

Misidaceos asociados a fanerogamas marinas en el SE Iberico. Carmen Barbera Cebrian.

Volver al índice/Tornar a l'índex

Watling, L. 1983. Peracaridan disunity and its bearing on Eumalacostracan phylogeny with a redefinition of Eumalacostracan superorders.

Webb, P., y T.H. Wooldridge. 1990. Diel horizontal migration of *Mesopodopsis slabberi* (Crustacea: Mysidacea) in Algoa Bay, Southern Africa. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 62: 73-77.

Wittmann, K.J. 1977. Modification of association and swarming in North Adriatic Mysidacea in relation to habitat and interacting species. En: Biology of benthic organisms. B.K. Keegan, P.O. Céidigh y P.J. S. Boaden (eds):605-916. Pergamon Press, Oxford.

Wittmann, K.J. 1978. Adoption, replacement and identification of young in marine Mysidacea (Crustacea). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 32: 259-274.

Wittmann, K.J. 1981. On the breeding biology and physiology of marsupial development in Mediterranean *Leptomysis* (Misidacea: Crustacea) with special reference to the effects of temperature and egg size. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 53: 261-279.

Wittmann, K.J. 1986a. Saisonale und morphogeographische Differenzierung bei *Leptomysis lingvura* und zwei verwandten Spezies (Crustacea, Mysidacea). *Ann. Naturhist. Mus. Wien.* 87(B): 265-294.

Wittmann, K.J. 1986b. Untersuchungen zur Lebensweise und Systematik von *Leptomysis truncata* und zwei verwandten Formen (Crustacea, Mysidacea). *Ann Naturhit. Mus. Wien,* 87(B): 295-323.

Wittmann, K.J. 1992. Morphogeographic variations in the genus *Mesopodopsis* Czerniavsky with descriptions of three new species (Crustacea, Mysidacea). *Hydrobiology* 241: 71-89.

Wittmann, K.J. 2001. Centennial changes in the near-shore mysid fauna of the Gulf of Naples (Mediterranean Sea), with description of *Heteromysis riedli* sp. n. (Crustacea, Mysidacea). *Marine Ecology*, 22 (1-2): 85-109.

Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Tesi doctoral de la Universitat d'Alacant. 2002