



Estudi de la biologia reproductiva de la cabra de mar, *Maja brachydactyla*: aparell reproductor i qualitat de les postes en captivitat

Carles Garcia Simeó

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tdx.cat) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tdx.cat) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tdx.cat) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

**Estudi de la biologia reproductiva
de la cabra de mar, *Maja brachydactyla*:
aparell reproductor i qualitat
de les postes en captivitat.**

CARLES GARCIA SIMEÓ

Departament de Biologia Cel·lular,
Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona

Programa de doctorat d'Aqüicultura, bienni 2005-2007
Tesi realitzada a l'IRTA Sant Carles de la Ràpita

Directora de tesi

Dra. Guiomar Rotllant

Programa Aqüicultura
Subprograma de Cultius Aqüícoles
IRTA Sant Carles de la Ràpita

Tutor

Dr. Enric Ribes

Departament de Biologia Cel·lular
Facultat de Biologia
Universitat de Barcelona

A la Nostra Mare,

Per deixar-nos revelar els seus secrets

Malgrat tot allò que li fem...



Agraïments

Aquest treball ha estat possible gràcies al treball de moltes persones, de les quals estic profundament agraït per la seua implicació, esforç i, sobretot, suport. Per aquest motiu, aquest treball també és seu. Voldria agrair especialment:

- A la directora de la tesi, la Dra. Guiomar Rotllant, per donar-me l'oportunitat de desenvolupar aquest projecte.
- Al Dr. Enric Ribes, la Dra. Alicia Estévez i el Dr. Karl B. Andree, per tenir la porta del seu despatx sempre oberta, dedicar-me tot el temps necessari i ensenyar-me a veure més enllà de les primeres impressions. A E. Ribes, especialment per ajudar-me i mostrar-me els secrets de la microscòpia, i sobretot, la tranquil·litat i paciència necessària per fer les coses. A A. Estévez, per la seva inestimable ajuda en tots els tipus de problemes i com enfrontar-se a ells. To K. Andree, my friend, because you showed me to think as a molecule and the secrets of the *re*-search, and you always encouraged me to follow when things went wrong and had time for a good conversation.
- A la Dra. Kathryn Kurtz, la Dra. Fina Martínez i el Dr. Manel Chiva, per la seva ajuda i col·laboració amb l'espermatogènesi i els espermatozoides de la cabra de mar. Especialment a Manel Chiva, per la seua curiositat inesgotable i la implicació en aquests projectes, i per què sempre em va fer sentir com a casa. A la seua memòria està dedicat el capítol de l'aparell reproductor.
- A Gloria Macià, Sandra Molas, Miriam Matas, Esteban Hernández, Josep Lluís Celades i Magda Monllaó. Heu estat els meus ulls i les meues mans al vivàrium. Sense vosaltres, definitivament, no hi hauria tesi, ni cap de setmana lliure durant els quatre anys de projecte. Gràcies per estar damunt de les "centolles" i darrere meu per què tot isquera bé.

- A Olga Bellot, Noelia Gras i Marta Sastre. Vosaltres heu estat els meus ulls i mans al laboratori. La vostra paciència amb mi ha estat infinita, i el vostre treball amb les anàlisis de bioquímica, impecable. Si no fora per vosaltres, encara estaria analitzant mostres.
- La resta de becaris, especialment a Iñaki i Gemma, pel temps compartit en les nostres cabòries i projectes futurs a la sala de becaris. Molta sort.
- A l'Administració i Direcció de l'IRTA de Sant Carles de la Ràpita, per la seva atenció i comprensió i a la resta del personal de l'IRTA de Sant Carles de la Ràpita, que m'heu acollit i m'he fet sentir part de la família.
- A les institucions que han finançat aquest projecte: la Junta Asesora de Cultivos Marinos (JACUMAR) del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, i la Xarxa de Referència d'R+D+I en Aqüicultura de la Generalitat de Catalunya pel finançament dels projectes, i a l'Agència de Gestió d'Ajuts Universitari i de Recerca pel finançament de les beques FI i BE.
- A Lledó Queral, pel disseny de la portada i l'assessorament en la maquetació de la tesi.
- Als meus pares, germana i germà pel seu interès, suport i consells durant tots aquests anys, i molt especialment a Miquel i Lorena i, ara també a Leo, per acollir-me tant generosament un any i mig a la seva casa de Barcelona. Els treballs de microscòpia no hagueren estat possibles sense el seu suport. També a Joan i Àngels, per la seua generositat en acollir-nos a casa seua i habilitar el despatx on el text d'aquesta tesi s'ha gestat i desenvolupat.
- A la Dra. Mireia Andrés, a Mar i a Balma, perquè la tesi ha sigut més dolça amb vosaltres als braços.



Continguts

Introducció	19
1. Descripció, interès i estudi del cultiu de la cabra de mar	21
1.1 Descripció general de la cabra de mar, <i>Maja brachydactyla</i>	21
1.2 Interès pesquer de la cabra de mar	23
1.3 L'explotació comercial de la cabra de mar a Espanya	24
1.4 Interès aquícola de la cabra de mar	26
1.5 La recerca del cultiu de la cabra de mar	28
2. Biologia de la reproducció dels braquiürs	29
2.1 Morfologia i histologia de l'aparell reproductor masculí dels braquiürs	30
2.2 L'espermatogènesi i morfologia de l'espermatozoide en els braquiürs	33
2.3 El cicle reproductiu de la cabra de mar	36
2.4 Estudis de la reproducció dels mascles de la cabra de mar	38
3. La reproducció en captivitat dels braquiürs	39
Materials i Mètodes	45
1. Origen dels animals	47
2. Mètode de cultiu	47
3. Histologia	49
4. Biologia molecular	49
5. Bioquímica: anàlisis proximals	50
Objectius	53
Informe del factor d'impacte dels articles	57

Resultats	61
1. L'aparell reproductor	63
1.1 Article 1: Internal anatomy and ultrastructure of the male reproductive system of the spider crab, <i>Maja brachydactyla</i> (Decapoda: Brachyura)	63
1.2 Article 2: Spermatogenesis of the spider crab <i>Maja brachydactyla</i> (Decapoda: Brachyura)	85
1.3 Article 3: Sperm ultrastructure of the spider crab <i>Maja brachydactyla</i> (Decapoda: Brachyura)	103
1.4 Article 4: L'espermatogènesi en els crancs (Crustacea, Brachyura). Un model atípic de condensació del nucli espermàtic	117
1.5 Article 5: Identification of <i>vasa</i> , a potential marker of primordial germ cells in the spider crab <i>Maja brachydactyla</i> , and its expression during early post-embryonic development	141
2. Qualitat de les postes en captivitat	153
2.1 Article 6: The effect of male absence on the larval production of the spider crab <i>Maja brachydactyla</i>	153
2.2 Article 7: Effect of photoperiod on larval production of the spider crab <i>Maja brachydactyla</i>	167

Discussió	185
1. La gestió dels mascles	187
1.1 La morfologia del testicle i les estratègies reproductives de la cabra de mar	188
1.2 La glàndula accessòria del conducte deferent posterior i la competència dels espermatozoides	190
1.3 Models de gestió dels mascles	192
2. La glàndula andrògena	194
3. Viabilitat de l'esperma, inseminació i incubació artificial	195
4. La domesticació dels reproductors	198
Conclusions	205
Bibliografia	211
Apèndix	233
1. Llistat de publicacions incloses a la tesi	235
2. Altres publicacions	236
3. Comunicacions a congressos	242
3.1 Llistat de les comunicacions a congressos	242
3.2 Resums de les comunicacions a congressos	244