

Títol del treball:

Parasitosi per coccidis en mascles d'anxova

Estudiant: Eva Irene Ibars Estiarte

Grau en Biologia

Correu electrònic: u1916830@campus.udg.edu

Tutor: Marta Muñoz Frigola

Cotutor*:

Empresa / institució: Universitat de Girona

Vistiplau tutor (i cotutor*):

Nom del tutor: Marta Muñoz Frigola

Nom del cotutor*:

Empresa / institució: Universitat de Girona

Correu(s) electrònic(s): marta.munyo@udg.edu

*si hi ha un cotutor assignat

Data de dipòsit de la memòria a secretaria de coordinació: 25 de maig de 2015

RESUM

L'anxova europea (*Engraulis encrasicolus*) és una de les espècies pelàgiques amb major interès comercial i al mateix temps, més amenaçada per la sobreexplotació pesquera en el mar Mediterrani. Es tracta d'una espècie amb fecundació externa, que allibera milers d'ous en cada posta i que presenta una taxa de mortalitat molt alta, per tant, només un baix percentatge dels ous arriben a eclosionar. No obstant, l'anxova viu en un medi de fluctuacions constants i la seva estratègia reproductiva li permet suportar bé fortes davallades poblacionals. Tot i això, el llindar de sobreexplotació en el que se sotmet l'espècie actualment fa trontollar la resiliència dels individus i pot acabar repercutint a la subsistència de les poblacions mediterrànies a llarg termini.

En aquest context d'amenaça en el que es troba l'anxova en el Mediterrani, cal afegir-hi, entre d'altres, el possible impacte de la parasitosi per coccidis en les gònades dels mascles. La infecció dels hostes pot agreujar l'estat de salut dels estocs mediterranis. Els mascles infectats poden patir les conseqüències de la parasitosi en el desenvolupament testicular, en la formació i en l'alliberació d'esperma. A més, a banda dels efectes que puguin causar els coccidis directament sobre la reproducció de l'espècie, s'estudia també si aquests paràsits comprometen la salut dels hostes.

En primer lloc, s'estudia quin tipus de coccidis parasiten les gònades masculines dels seitons. Seguidament, s'analitza la prevalença de paràsits en funció de diferents variables, com ara els mesos de l'any, els estadis de desenvolupament testicular o la quantitat de greix mesentèric que acumula l'individu. Finalment, s'estudia la relació entre la presència o l'absència de paràsits i altres factors, com l'índex gonadosomàtic o el factor de condició fisiològica, a través dels quals es poden inferir els efectes de la parasitosi en el potencial reproductor i l'estat de salut dels individus infectats.

En conjunt, s'analitza l'efecte de la parasitosi per coccidis en una població que, a més, es troba amenaçada per la pressió pesquera a la que es sotmet.

RESUMEN

La anchoa europea (Engraulis encrasicolus) es una de las especies pelágicas con mayor interés comercial y al mismo tiempo, más amenazada por la sobreexplotación pesquera en el mar Mediterráneo. Se trata de una especie con fecundación externa, que libera miles de huevos en cada puesta y que presenta una tasa de mortalidad muy alta, por lo tanto, solo un bajo porcentaje de los huevos llegan a eclosionar. No obstante, la anchoa vive en un medio de fluctuaciones constantes y su estrategia reproductiva le permite soportar fuertes descensos poblacionales. Aun así, el umbral de sobreexplotación al que se somete la especie actualmente hace tambalear la resiliencia de los individuos y puede repercutir la subsistencia de las poblaciones mediterráneas a largo plazo.

En este contexto de amenaza en el que se encuentra la anchoa en el Mediterráneo, debe añadirse, entre otros, el posible impacto de la parasitosis por coccidios en las gónadas de los machos. La infección de los huéspedes puede agravar el estado de salud de los estocques mediterráneos. Los machos infectados pueden sufrir las consecuencias de la parasitosis en el desarrollo testicular, en la formación y en la liberación de esperma. Además, a parte de los efectos que puedan causar los

coccidios directament sobre la reproducció de la espècie, se estudia també si aquests paràsits comprometen la salut de los huéspedes.

En primer lloc, se estudia què tipus de coccidios parasiten les gónades masculines de les anchoas. Seguidament, se analitza la prevalència de paràsits en funció de diferents variables, com els mesos de l'any, les etapes de desenvolupament testicular o la quantitat de greix mesentèric que acumula l'individu. Finalment, se estudia la relació entre la presència o l'absència de paràsits i altres factors, com l'índice gonadosomàtic o el factor de condició fisiològica, a través dels quals se poden inferir els efectes de la parasitosis en el potencial reproductor i l'estat de salut de los individus afectats.

En conjunt, se analitza l'efecte de la parasitosis per coccidios en una població que, a més, se troba amenaçada per la pressió pesquera a la que se sotmet.

ABSTRACT

*The European anchovy (*Engraulis encrasicolus*) is one of the pelagic species with biggest commercial interest and at the same time, one of the most threatened by overfishing in the Mediterranean Sea. It is a species with external fecundation which releases thousands of eggs in each lay and presents a high mortality rate, so only a low percentage of eggs finally hatch. However, the anchovy lives in an environment with constant fluctuations and its reproductive strategy allows it to handle high population drops. Notwithstanding, overexploitation threshold in which the species is subdued nowadays staggers its individuals resilience and is able to affect Mediterranean populations subsistence in the long term.*

In this context of threat in which anchovy is in the Mediterranean, it is important to also consider the possible impact of coccidian parasitism in males' gonads. Hosts' infection can worsen the health status of the Mediterranean stocks. Infected males can suffer parasitism consequences in their testicular development, the creation and the release of sperm. Moreover and besides the effects that coccidia can directly have on the species reproduction, this project also studies if these parasites compromise hosts health.

In the first place, it studies which kind of coccidia parasite male anchovy's gonads. After that, this project analyses the parasites prevalence on the basis of different variables such as the months of the year, the testicular development stages or the amount of mesenteric fat of the individuals. Finally it studies the relationship between the presence or the absence of parasites and other factors like gonadosomatic index or the physiological condition factor, through which it is possible to infer parasitism effects on the reproductive potential and the health condition of the infected individuals.

On the whole, the study analyses coccidian parasitism effects on a population which is also threatened by the fishing pressure at which it is subdued.

ÍNDEX

1. Introducció	5
1.1 <i>Engraulis encrasicolus</i> : característiques bàsiques de l'espècie	5
1.2 Situació de l'espècie i estat d'amenaça al Mediterrani	7
1.3 Els coccidis com a paràsits	8
2. Objectius	8
3. Metodologia	8
3.1 Mesures biomètriques	8
3.2 Anàlisi histològic	10
3.3 Anàlisi estadístic	11
4. Resultats	12
4.1 Parasitosi per coccidis	12
4.2 Reproducció del seitó en mascles	16
4.3 Condició del seitó en mascles	21
5. Discussió	24
6. Conclusions	27
7. Bibliografia	28

1. INTRODUCCIÓ

Durant les darreres dècades l'augment de l'explotació pesquera ha repercutit en nombroses poblacions de peixos del Mediterrani, entre elles, l'anxova europea (*Engraulis encrasicolus*), que és una de les espècies amb més interès comercial de les nostres costes i que es veu sotmesa a una pressió molt elevada essent objectiu principal de pesca.

En aquest treball s'estudiaran a partir de mesures morfo-mètriques i a través de tècniques histològiques de microscòpia els diferents estadis de desenvolupament de les gònades masculines de les poblacions d'anxova de la Costa Brava, així com les variacions en diferents índexs relacionats amb la reproducció i en la salut o condició dels individus. També s'analitzarà la incidència de la parasitosi per coccidis i els consegüents efectes en els paràmetres esmentats.

Aquesta investigació doncs, permetrà observar si la parasitosi en les poblacions d'anxova és un problema afegit a la sobreexplotació que sofreix l'espècie i posa en perill la seva subsistència a llarg termini.

1.1 *Engraulis encrasicolus*: característiques bàsiques de l'espècie

El seitó (*Engraulis encrasicolus*) és un peix clupeiforme que pertany a la família *Engraulidae*. Està distribuït al llarg de la costa Atlàntica des de sud Àfrica fins a l'Atlàntic Nord i al llarg de tot el mar Mediterrani, el mar Negre i el mar d'Azov (figura 2).

Regne	<i>Animalia</i>
Fílum	<i>Chordata</i>
Subfílum	<i>Vertebrata</i>
Infrafilum	<i>Gnathostomata</i>
Classe	<i>Osteichthyes</i>
Subclasse	<i>Actinopterygii</i>
Ordre	<i>Cupleiformes</i>
Família	<i>Engraulidae</i>
Gènere	<i>Engraulis</i>
Espècie	<i>Engraulis encrasicolus</i>

Figura 1. Classificació taxonòmica del seitó europeu (Whitehead et al., 1988).

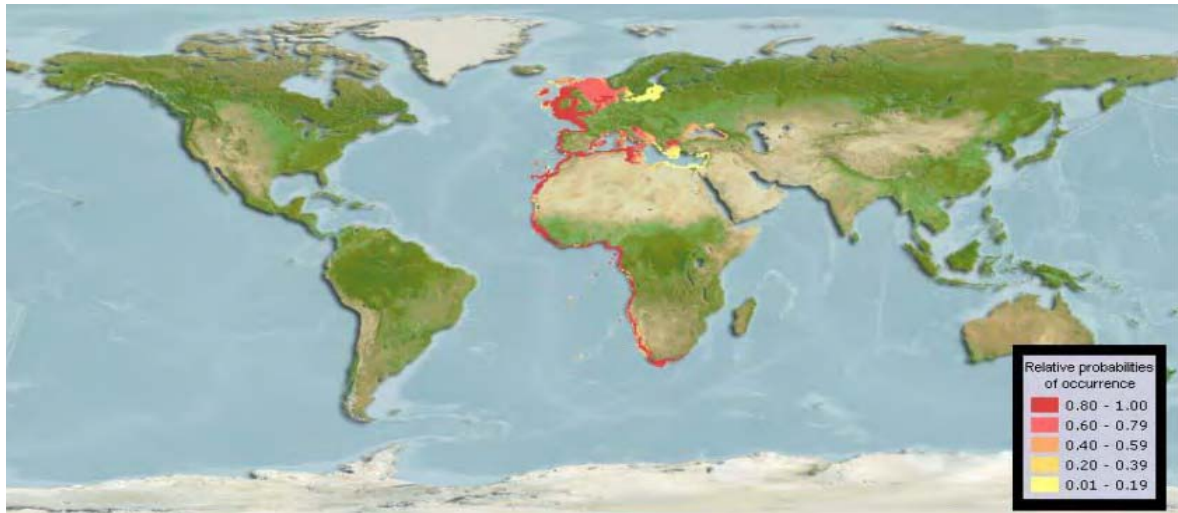


Figura 2. Àrea de distribució mundial d'*Engraulis encrasicolus* (Froese et al., 2014).

Es tracta d'una espècie pelàgica i nerítica, que viu prop de la costa i en aigües força oxigenades. Els seitons viuen entre els cent i els cent seixanta metres de fondària i suporten una gran varietat de salinitats en l'aigua (salinitats de 5 a 41‰)(Arrantza, 2014). Tenen aspecte fusiforme i són de mida petita, uns 10-12 cm de mitjana.

L'anxova es caracteritza per ser una espècie gregària que s'agrupa en grans bancs de milers d'individus que fan migracions nocturnes a la superfície per alimentar-se. Tant els alevins com els adults s'alimenten de plàncton, tot i que els individus més grans també poden depredar petits peixos i crustacis. Aquests bancs nocturns en superfície permeten als pescadors explotar-los en gran quantitat, utilitzant sobretot l'art de pesca en teranyina, altament eficient.

Pel que fa a la seva reproducció, els seitons són individus dioics que no presenten dimorfisme sexual i tenen una fecundació externa. Durant els mesos d'estiu, les femelles ascendeixen a la superfície en aigües més càlides on alliberen els seus òvuls i retornen cap a aigües més profundes. La fecunditat parcial (ous per femella i posta) s'estima en uns 200-600 ous per gram de femella. Els ous s'alliberen al voltant de mitjanit durant el període de posta. La freqüència de la posta depèn de la temperatura de l'aigua, mentre que la fecunditat parcial de cada femella dependrà de la disponibilitat d'aliment, la temperatura de l'aigua i la mida corporal (Meruelo, 2010).

Unes hores després de la fertilització, les larves eclosionen sent encara vitel·lotròfiques, amb reserves alimentàries que duren fins que assoleixen uns 3mm de longitud. A partir d'aquest moment passen a alimentar-se de plàncton i és en aquest punt en que són capaces d'una certa mobilitat pròpia, fet que les fa més independents dels corrents d'aigua i els permet fer les migracions verticals diàries seguint el zooplàncton (Motos, 1996).

Els seitons presenten una estratègia reproductiva similar a la d'altres espècies pelàgiques. Com a regla general, són peixos amb cicles de vida curts (de 3 a 4 anys), creixement ràpid, arribant a la maduresa sexual al primer any de vida. Fan postes fraccionades (una femella fa les postes durant varies setmanes) i molt nombroses (estratègies de la "r") entre 12.000 y 20.000 ous, tot i que la seva alta mortalitat impedeix que la majoria arribin a madurar (Williams et al., 1982).

1.2 Situació de l'espècie i estat d'amenaça al Mediterrani

Els peixos petits pelàgics, com l'anxova, són espècies que viuen en la columna d'aigua i que per tant, habiten en un medi variable i de fluctuacions constants. És per això que la seva estratègia reproductiva és la de la "r". És a dir, són espècies adaptades als canvis i que suporten bé l'explotació (fins a un cert límit) perquè tenen un creixement ràpid, cicles de vida curts, una elevada producció i una mortalitat molt alta. Així doncs, diem que la taxa de renovació d'aquestes espècies és alta.

Els petits pelàgics suposen un 26% de les captures mundials (FAO, 2014) i són espècies clau que posen a disposició dels depredadors l'energia produïda pel fitoplàncton. Per tant, quan es passa la línia de la sobreexplotació afectem molt negativament a aquestes espècies i, consegüentment, a tota la comunitat pelàgica. D'altra banda, els arts de pesca de teranyina són molt eficients i estan capturant massivament les poblacions d'anxova del Mediterrani.

Un altre dels factors que perjudica l'espècie és que per l'anxova, el "*Real Decreto 560/1995, de 7 de abril, por el que se establece las tallas mínimas de determinadas especies pesqueras*" legislat des d'Espanya (consultar bibliografia), limita la talla mínima de captura a 12 cm, excepte la divisió IX on la mida és de 10 cm. Aquest valor, és menor que la seva L50, ¹Talla de maduració sexual (13 cm). Per tant, es poden pescar anxoves inclús abans de que es reproduïxin per primera vegada.

En aquest context de perill en el que es troba l'anxova entre d'altres espècies pelàgiques del Mediterrani, es sumen altres factors de canvi global com l'escalfament del mar o l'augment de competidors d'aigües més càlides (Ferrer-Maza *et al.*, en procés de revisió).

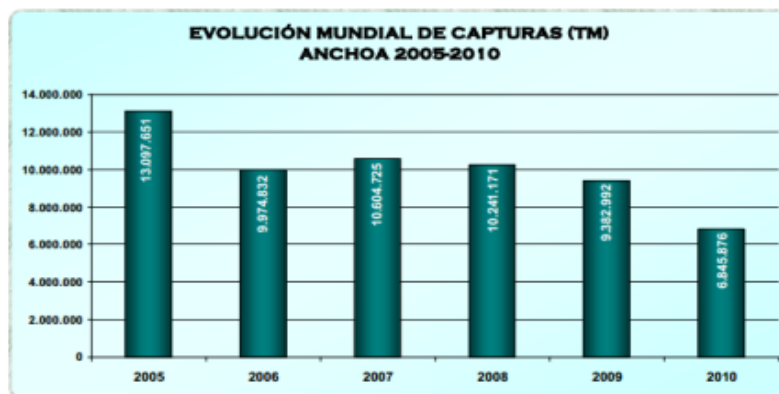


Figura 3. Evolució mundial de captures de seitó entre els anys 2005 i 2010 (Secretaria general de pesca, 2013).

¹Talla de maduració sexual (L50): Talla a la qual el 50% dels individus de la població es reproduïxen per primera vegada.

1.3 Els coccidis com a paràsits

En general, els paràsits que pertanyen a l'ordre dels coccidis són paràsits obligats intracel·lulars que causen una malaltia anomenada coccidiosi i s'acostumen a trobar en el tub digestiu de molts vertebrats. Efectuen un cicle asexual (esquizogònia) i un de sexual (esporogònia) en el mateix hoste. Els gèneres *Eimeria* i *Isospora* requereixen només un hoste per completar el seu cicle de vida.

Els coccidis són patògens oportunistes i la seva virulència en els diferents gèneres pot estar influenciada pels factors d'estrès en les poblacions afectades. La taxa d'infecció és generalment molt alta en els animals de granja i els individus juvenils en són més susceptibles.

En general, la infecció és deguda a la ingestió d'oocists infecciosos per contaminació fecal. Els oocists en condicions favorables en el medi esporulen i esdevenen infecciosos. Quan els oocists esporulats són ingerits per un animal susceptible envaeixen les cèl·lules intestinals, epitelials o gonadals (depenent de l'espècie de paràsit) i comencen a dividir-se fins a completar tot el seu cicle vital.

2. OBJECTIUS

- Analitzar la prevalença de la parasitosi per coccidis en els mascles d'anxova de la població del Nord-Oest Mediterrani.
- Estimar l'impacte i els efectes de la parasitosi per coccidis en els testicles dels mascles sobre l'estat de salut i la reproducció de l'espècie.

AIMS

- *To analyze the prevalence of coccidia parasitosis in the North-West Mediterranean anchovy males.*
- *To estimate the impact and the effects of the parasitosis by coccidia in the testes of males on the health and reproduction of this species.*

3. METODOLOGIA

3.1 Mesures biomètriques

Un cop disposem dels individus a estudiar i de la fitxa tècnica de laboratori on anotar les dades obtingudes, el protocol a seguir és el següent:

- Anotar el codi de l'individu (AN-Mx).
- Apuntar l'art de pesca (**GEAR**) i hores passades des de la captura (**HR**) (si se sap).
- Mesurar la longitud total (**TL**) amb un ictiòmetre.
- Pesar el pes total (**TW**) amb la balança de precisió electrònica.
- Obrir el peix i determinar el nivell d'acumulació de greix mesentèric (**FAT**), seguint els estadis descrits per (Van der Lingen i Hutchings, 2005).

ESTADIS DEL GREIX VISCERAL DEL SEITÓ (Segons Van der Lingen i Hutchings, 2005)	
ESTADI	DESCRIPCIÓ
1	Sense greix visceral o gairebé invisible
2	Greix visceral visible, gruix inferior al de l'intestí
3	Greix visceral visible, gruix aproximadament igual al de l'intestí
4	Greix visceral visible, gruix major que al de l'intestí (però l'intestí encara es veu)
5	Intestí completament cobert de greix (no es veu l'intestí)

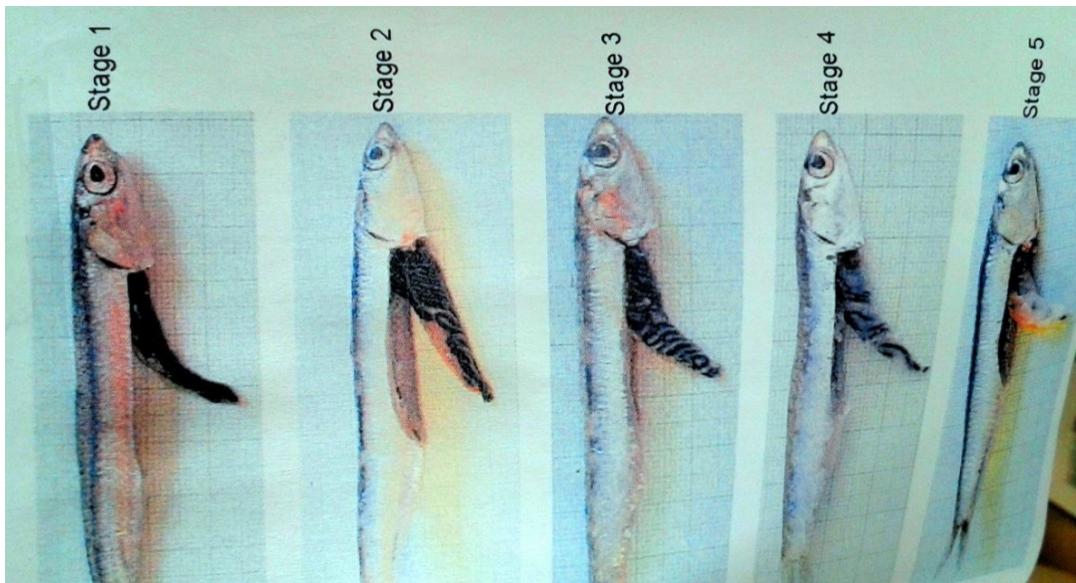


Figura 4. Imatge dels cinc estadis de greix mesentèric dels seitons.

- Pesar el peix eviscerat (**EW**).
- Pesar la musculatura (**MW**), extraient el cap, l'espina dorsal i l'aleta caudal.
- Treure les vísceres amb unes pinces de punta fina i separar les gònades en una placa de Petri, afegint solució fisiològica per evitar que s'assequin i utilitzant la lupa i les pinces per separar les gònades si és necessari.
- Pesar les gònades (**GW**) en una balança analítica.
- Determinar l'estadi de maduració de les gònades macroscòpicament (**MAT1**). Les diferents fases del cicle reproductiu del seitó estan descrites en l'article (Brown-Peterson *et al.*, 2011), el qual proposa una terminologia universal per distingir els estadis de desenvolupament gonadal per als peixos teleostis i elasmobranquis: 1: immadur o en regeneració, 2: en desenvolupament, 3: capaç de reproduir-se, 4: en posta activa.
- Determinar el sexe macroscòpicament (si és possible) (**SEX**). Si és femella no cal continuar, es descarta l'individu.

Masclcs

- Agafar una petita porció central d'un dels testicles, fer un frotis amb un bisturí en un porta-objectes i mirar si conté coccidis al microscopi.
- La part sobrant del testicle utilitzat i l'altre testicle sencer es fixen en un pot de vidre amb formol tamponat (4%) sota la campana extractora de gasos, etiquetant el pot per fora i per dins amb el codi de l'individu.

3.2 Anàlisi histològic

A partir dels resultats anotats en la fitxa de laboratori de tots els individus analitzats, se seleccionen vint individus amb les gònades dels quals es procedirà a realitzar l'anàlisi histològica. No es tracta d'una selecció a l'atzar, sinó que s'elegeixen individus que pertanyin a diferents fases de maduresa sexual del testicle i mostrin el progressiu desenvolupament gonadal. Se seleccionen també individus que no hagin mostrat coccidiosi en l'observació microscòpica dels frotis i d'altres que presentin parasitosis per coccidis en el testicle, així com alguns individus que a partir del frotis realitzat anteriorment s'observaven possibles oòcits en el seu teixit. La resta són individus en fases força desenvolupades en el mes d'abril que presentaven coccidis amb una morfologia diferent a la dels paràsits observats anteriorment. Els individus seleccionats són els següents:

- 1 testicle immadur o en regeneració (MAT 1) del mes de gener: **AN_M24**
- 1 testicle immadur o en regeneració (MAT1) de finals febrer sense coccidis: **AN_M71**
- 2 testicles immadurs o en regeneració (MAT1) del mes de febrer amb coccidis: **AN_M74, AN_M85**
- 1 testicle immadur o en regeneració (MAT 1) del febrer amb possibles oòcits: **AN_M88**
- 3 testicles immadurs o en regeneració (MAT 1) del març amb possibles oòcits infectats: **AN_M131, AN_M 134, AN_M 137**
- 2 testicles del març amb coccidis (MAT 1): **AN_M 123, AN_M125**
- 1 testicle del mes de març sense coccidis (MAT 1): **AN_M108**
- 1 testicle en desenvolupament (MAT2) del mes d'abril sense coccidis: **AN_M142**
- 2 testicles del mes d'abril (MAT3), capaç de reproduir-se, sense coccidis: **AN_M151, AN_M197**
- 1 testicle mes d'abril (MAT 4) en posta activa: **AN_M242**
- 5 testicles del mes d'abril (MAT3) amb coccidis de morfologia diferent: **AN_M168, AN_M164, AN_M202, AN_M208, AN_M246**

Es tracta d'un procés que consta de diverses etapes i té una durada de quatre dies. El primer dia cal agafar una petita porció de cada mostra que es vol analitzar histològicament i es col·loca en alcohol de 50 graus. És necessari anar fent els següents canvis per tal de deshidratar els teixits i poder-los incloure en parafina, per tallar finalment els blocs en petites làmines amb el ²micròtom. A continuació es detalla el procediment de la realització dels blocs de parafina:

Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4
1. Alcohol 50º (overnight)	2. Alcohol 70º (1h) 3. Alcohol 96º (1h30') 4. Alcohol 96º (1h) 5. Alcohol 100º (1h) 6. Alcohol 100º (1h) 7. Alcohol 100º (1h) 8. Essència Eucaliptol (12-24h)	9. Essència d' Eucaliptol 10. Histo-Clear(1h) 11. Histo-Clear (1h) 12. Parafina pF56-58ºC (5h30') 13. Parafina (3h mínim)	14. Motlles de parafina

² Micròtom: Es tracta d'una eina de tall que permet obtenir làmines fines del material desitjat. Els micròtoms són instruments per a l'elaboració de preparats histològics que s'usen en microscòpia.

Els motlles de parafina es deixen refredar a la nevera durant unes hores i posteriorment es tallaran en fines làmines de 3 micres de gruix amb el micròtom. Les làmines es deixen reposar al bany maria i posteriorment es col·loquen en un porta-objectes untat amb albúmina de Mayer, que conté clara d'ou i timol per tal que la mostra quedi subjecta al porta-objectes. Per cada individu s'omplen tres porta-objectes amb diverses làmines que es tenyiran un cop seques durant el procés de desparafinació, mitjançant la tinció amb Hematoxilina-eosina (recomanada per a gònades de seitó):

Tinció amb hematoxilina-eosina:

- | | | |
|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1. Xilol (10') | 1. Aigua (2') | 7. Eosina Floxina b (90'') |
| 2. Etanol 100% (4') | 2. Alcohol àcid (10'') | 8. Etanol 96% (2') |
| 3. Etanol 80% (3') | 3. Aigua (3') | 9. Etanol 100% (2') |
| 4. Aigua (2') | 4. Carbonat de liti (10'') | 10. Xilol (5') |
| 5. Papanicolau (Hemato. Harris) (4') | 5. Aigua (1') | 11. Xilol (3') |
| | 6. Etanol 70% (1') | 12. Muntatge amb DPX |

3.3 Anàlisi estadístic

Finalment, els resultats obtinguts en els estudis biomètrics i histològics s'analitzen mitjançant eines estadístiques per tal de poder extreure'n unes conclusions definitives.

En primer lloc, s'estudien diferents paràmetres relacionats amb la parasitosi per coccidis:

- La prevalença dels paràsits (percentatge de peixos infectats) en funció del mes i de l'estadi de desenvolupament testicular (MAT 1) (mitjançant el programa ³Quantitative Parasitology 3.0).
- La relació entre la prevalença de paràsits i la talla total del peix (mitjançant una recta de regressió).

Seguidament, s'estudien i es comparen els paràmetres relacionats amb la reproducció del seitó:

- Les fases de desenvolupament testicular (MAT1) en funció del mes analitzat.
- La variació de l'IGS, ⁴Índex Gonadosomàtic, en funció del mes, de l'estadi de desenvolupament testicular (MAT1) i de l'absència (0) o presència de paràsits (1) (mitjançant la prova ⁵Kruskal-Wallis i ⁶Mann-Whitney U amb el programa ⁷SPSS).

$$\text{IGS} = \text{Pes gònada} / \text{Pes eviscerat} \times 100$$

Finalment, s'analitza la condició dels mascles de seitó:

- Estudiant les fases dels estadis de greix mesentèric en funció del mes, de l'estadi de desenvolupament del testicle (MAT1) i de l'absència (0) o presència (1) de paràsits.

³ Quantitative Parasitology 3.0: Programa estadístic desenvolupat per gestionar la distribució esbiaixada particular de freqüències dels paràsits i poder comparar les prevalences d'aquests en funció de diferents variables dels hostes.

⁴ Índex Gonadosomàtic: També anomenat coeficient de maduresa, és el pes de la gònada expressat en percentatge del pes corporal eviscerat.

⁵ Kruskal-Wallis: Mètode no paramètric i extensió de la prova de Mann-Whitney U, per a 3 o més grups.

⁶ Mann-Whitney U test: Prova no paramètrica aplicada en estadística per a dues mostres independents.

⁷ SPSS: programa estadístic amb capacitat per treballar amb grans bases de dades i realitzar anàlisis amb múltiples registres i variables

- La variació de la condició del Factor de condició fisiològica en funció del mes, de l'estadi de desenvolupament del testicle (MAT1) (mitjançant la prova Kruskal-Wallis amb el programa SPSS).
- Per últim, per estudiar si el parasitisme per coccidis afecta a l'estat de salut del peix, s'analitza si hi ha diferències en el ⁸Factor de condició fisiològica de Le Cren, (Kn), entre els peixos infectats i els no infectats i (mitjançant el Mann-Whitney U amb el programa SPSS).

El factor de condició (Kn) va ser estimat per conèixer el període en què l'espècie arriba al grau màxim de benestar o robustesa.

$$\text{Kn} = \text{Pes observat} / \text{Pes calculat}$$

El pes observat és el pes total en grams i el pes calculat és un pes predictiu que hauria de tenir l'individu segons la seva talla: $\text{Pes calculat} = a * \text{TL}^b$, on a i b són constants obtingudes de la relació talla-pes i TL és la longitud total del pes en centímetres.

4. RESULTATS

4.1 Parasitosi per coccidis

Total d'individus	226 individus	Mascles Parasitats	
Femelles	108 individus (47,79 %)	Coccidi 1	10 individus (11,24 %)
Indeterminats	29 individus (12,83%)	Coccidi 2	23 individus (25,84 %)
Mascles	89 individus (39,38%)	Total de parasitats	33 individus (37,08 %)

Figura 5. Percentatges dels individus mostrejats de cada sexe i dels mascles parasitats.

Tipus de paràsits:

Tots els paràsits observats en el microscopi pertanyen a l'ordre *Coccidia*, (figures 6, 7, 8, 9 i 10). Durant els primers mesos d'estudi: gener, febrer, març i abril, un 11,24% (10 individus) de tots els mascles mostrejats (89) tenien paràsits i tots ells pertanyien probablement al gènere *Eimeria* (figura 6). En alguns espècimens els paràsits es trobaven dispersos en el teixit testicular (figura 7), i en d'altres, es situaven agrupats en els túbuls espermàtics (figura 8) o en la paret del testicle (figura 9). Durant el mes d'abril, tots els mascles infectats (un 25,84%, és a dir, 23 individus) contenien paràsits probablement pertanyents a un gènere diferent de coccidi (2) que no s'ha pogut determinar (figura 10).

⁸ Factor de condició fisiològica de Le Cren, Kn: La condició d'un peix és un reflex del seu estat fisiològic, resultat de les activitats biològiques de l'espècie i de les condicions ecològiques.

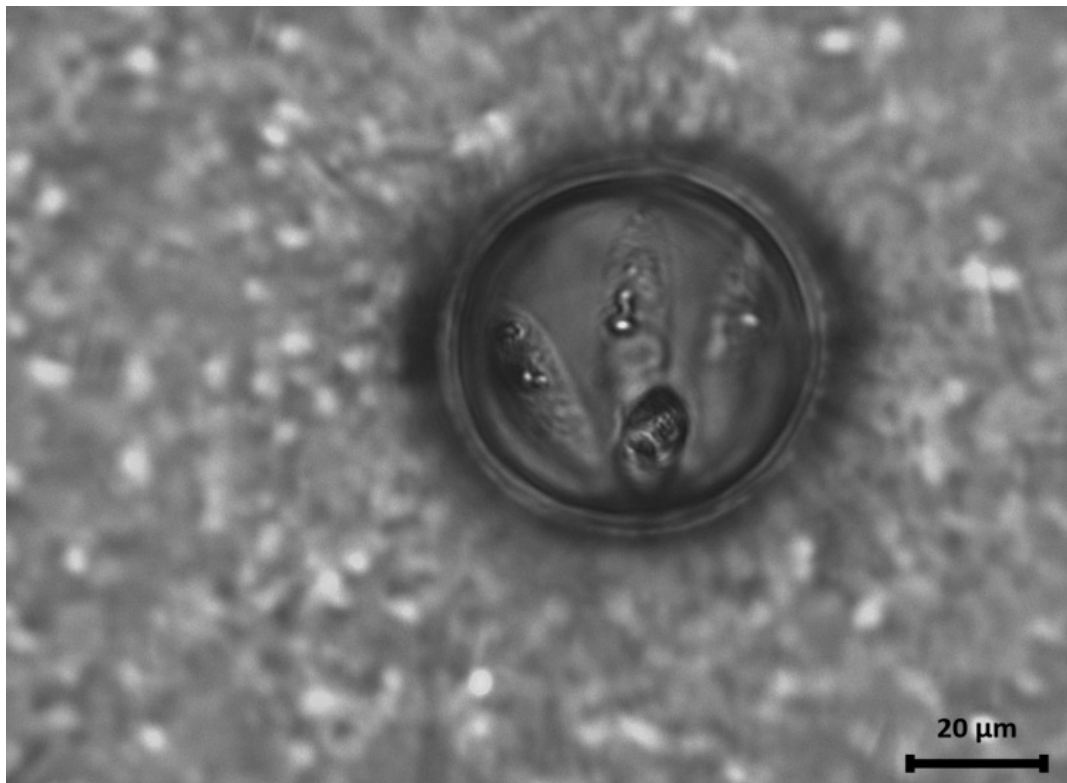


Figura 6. Coccidi (probablement *Eimeria sardinae*) detectat en un mascle de 13,9 cm capturat el mes de març.

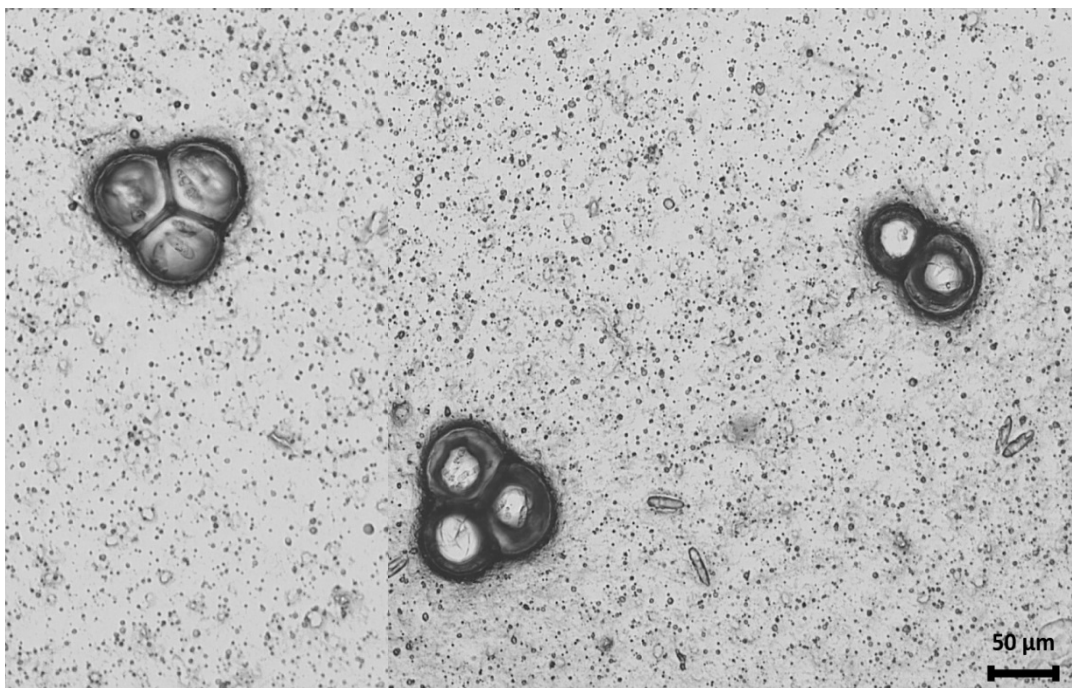


Figura 7. Coccidis detectats en un mascle de 10,6 cm capturat el mes de febrer.

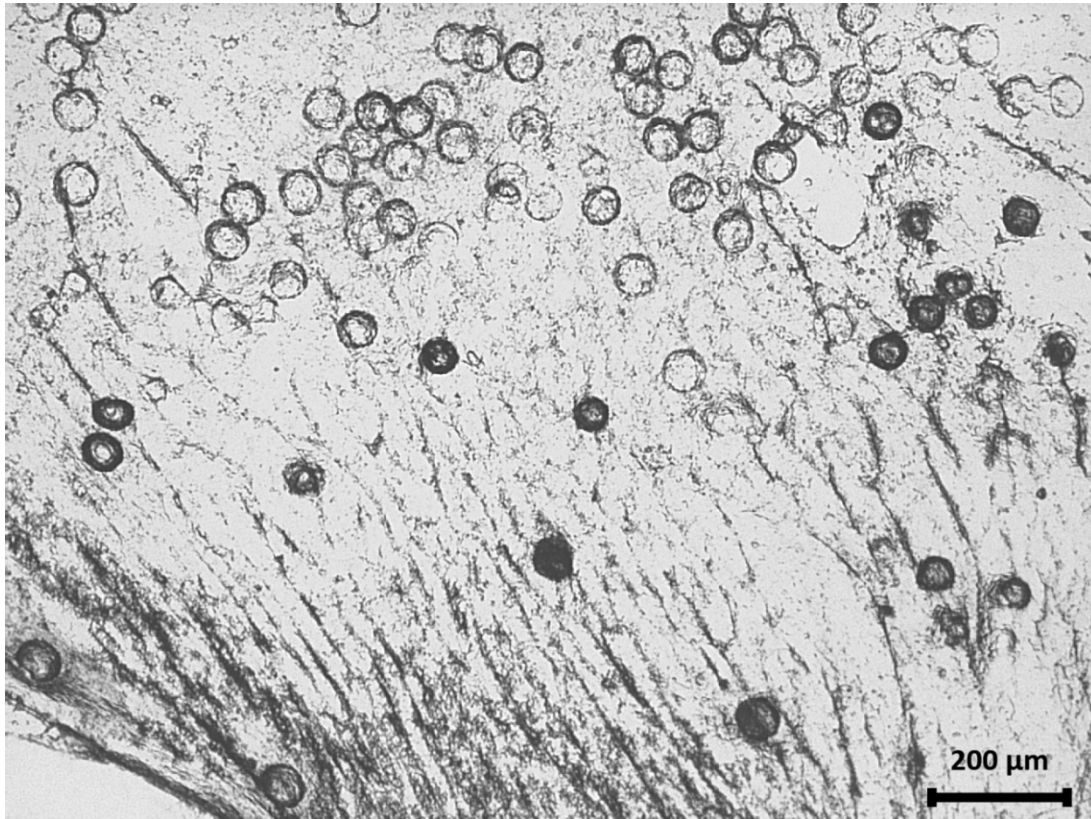


Figura 8. Coccidis situats entre els túbuls espermàtics d'un mascle de 12,1 cm capturat el mes de març.

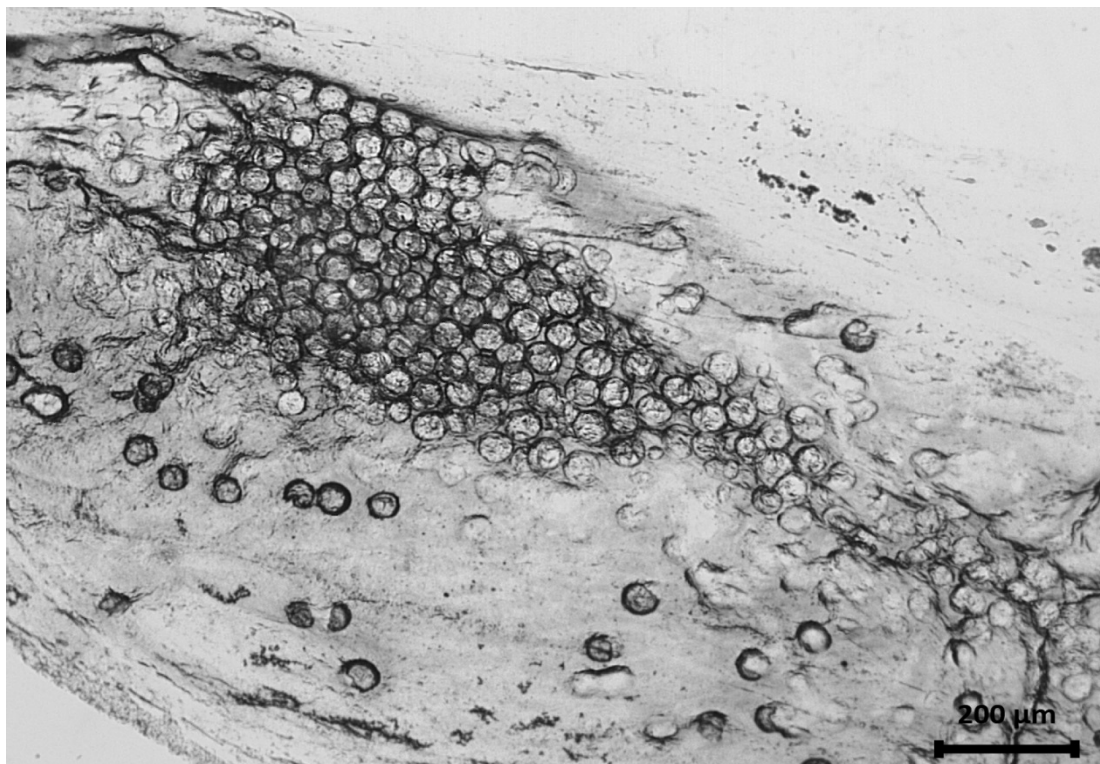


Figura 9. Acumulació de coccidis en la paret del testicle d'un mascle de 10,6 cm capturat el mes de febrer.

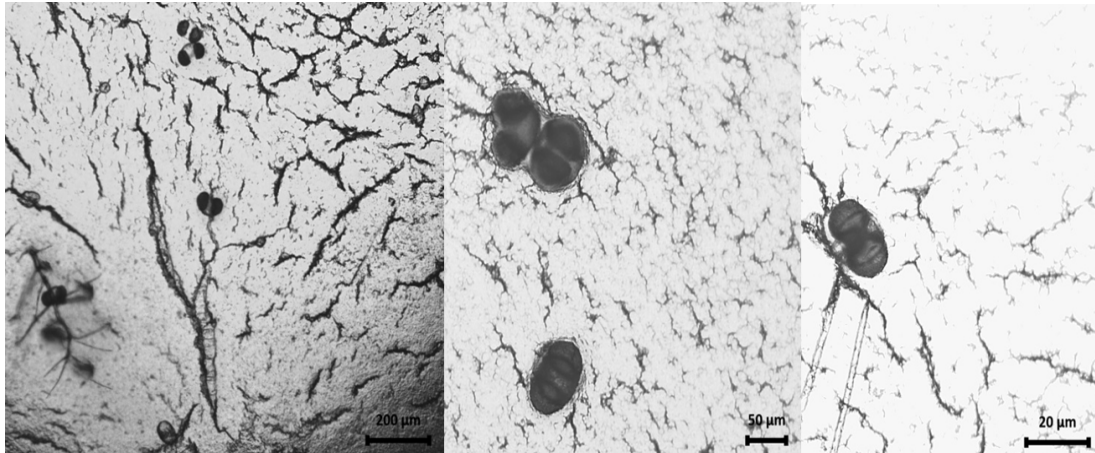


Figura 10. *Coccidis* de gènere indeterminat en el teixit testicular d'un mascle de 13,2 cm capturat el mes d'abril.

Determinació de la prevalença dels paràsits en funció del mes analitzat (mitjançant el programa Quantitative parasitology 3.0). Els resultats obtinguts a partir del test *Chi-quadrat* per comparar prevalències, mostren diferències significatives ($P\text{-valor}=0$) en la prevalença de de paràsits en els mesos estudiats, amb un *Chi-quadrat* estadístic= 54,798 i 3 graus de llibertat:

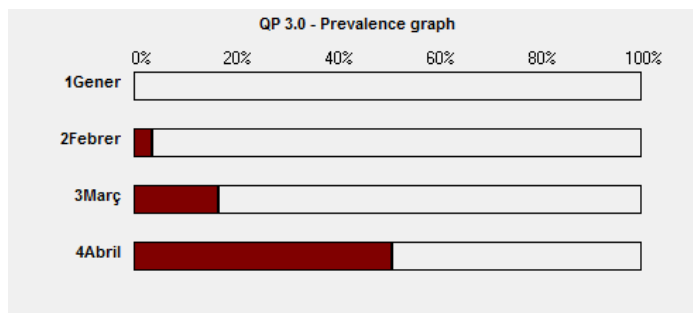


Figura 11. Prevalença de paràsits en funció del mes analitzat.

Determinació de la prevalença de paràsits en funció de l'estadi de desenvolupament del testicle (mitjançant el programa Quantitative parasitology 3.0). Els resultats obtinguts a partir del test *Chi-quadrat* per comparar prevalències, mostren diferències significatives ($P\text{-valor}=0$) en la prevalença de de paràsits en els estadis de desenvolupament testicular del seitó, amb un *Chi-quadrat* estadístic= 34,590 i 3 graus de llibertat:

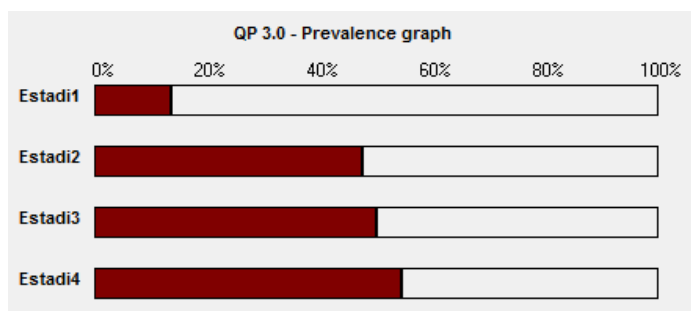
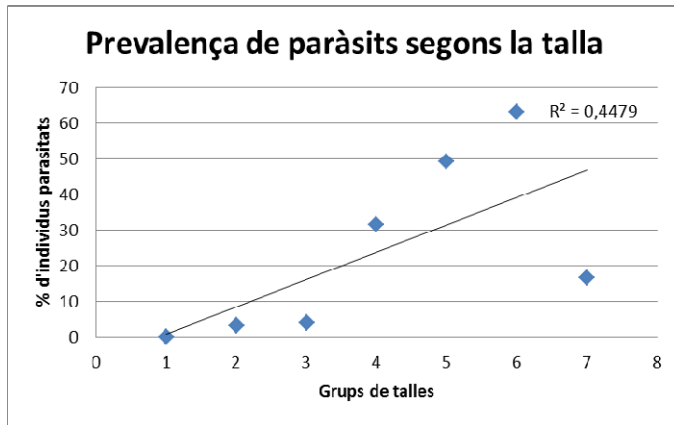


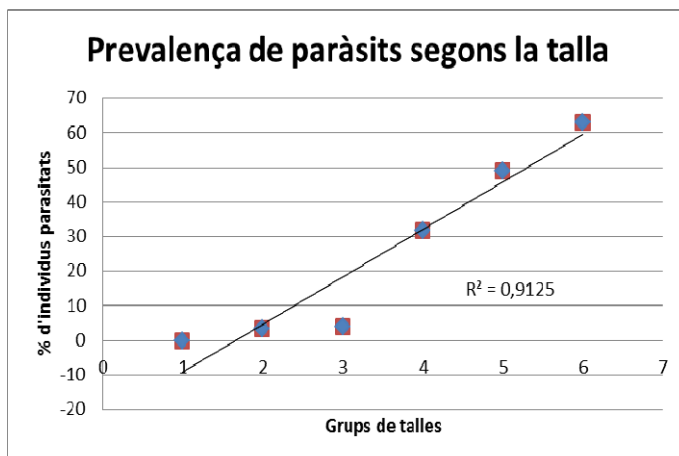
Figura 12. Prevalença de paràsits en funció de l'estadi de desenvolupament testicular del seitó.

Determinació de la prevalença de paràsits i la mida del peix. Les següents rectes de regressió mostren la correlació existent entre els grups de talles dels individus i el percentatge de seitons parasitats en cada grup.



Grups de talles	Número d'individus	Talla (mm)
1	2	<101 mm
2	31	101-110 mm
3	51	111-120 mm
4	60	121-130 mm
5	57	131-140 mm
6	19	141-150 mm
7	6	>151 mm

Figura 13. Prevalença de paràsits segons la talla del seitó.



En el primer gràfic s'observa una tendència clara a l'augment d'individus parasitats en les talles més grans, però la R^2 pren un valor poc significatiu. En el segon gràfic, s'ha eliminat el valor de l'última dada, ja que només es van trobar 6 individus d'aquest grup i per tant, es considera poc representativa. Sense aquest valor, la R^2 augmenta considerablement, prenent un valor molt més significatiu per la correlació entre ambdues variables.

Figura 14. Recta ajustada de la prevalença de paràsits segons la talla eliminant una dada poc significativa.

4.2 Reproducció del seitó:

- Estudi de la relació entre les fases de desenvolupament testicular en funció del mes analitzat:

En els tres primers mesos de l'estudi: gener, febrer i març, només s'observa el primer estadi de desenvolupament gonadal (MAT 1) (1); és a dir, tots els individus són immadurs o bé en fase testicular de regeneració. En el mes d'abril, trobem individus en quatre estadis de desenvolupament diferents, el mateix estadi 1, en desenvolupament (2), capaç de reproduir-se (3) i en posta activa (4):

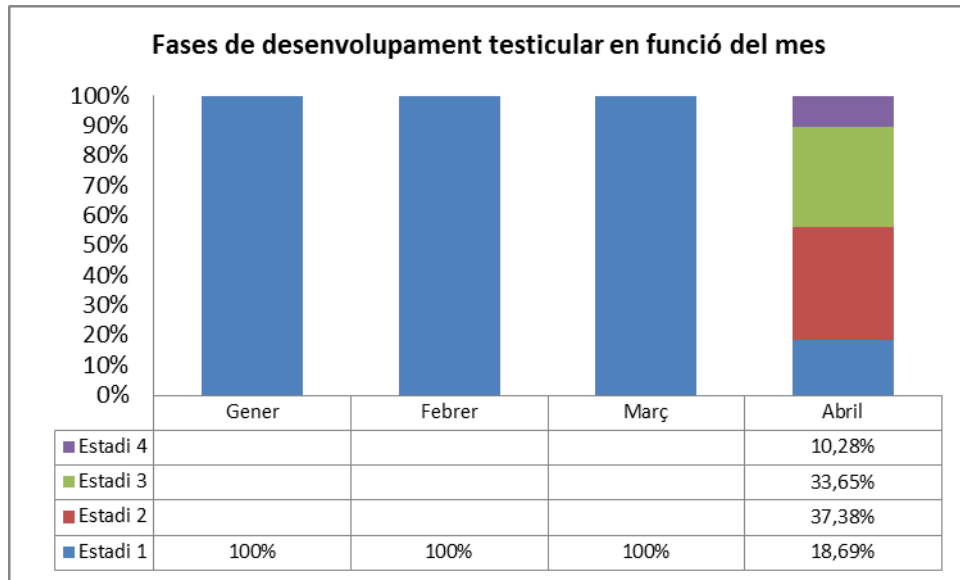


Figura 15. Percentatge d'individus pertanyent a cada estadi de desenvolupament gonadal en funció del mes.

Relació entre la variació de l'IGS, Índex Gonadosomàtic, en funció del mes analitzat (mitjançant la prova Kruskal-Wallis amb el programa SPSS). Els resultats (amb un nivell de significació de 0,05 i un interval de confiança del 95%) indiquen que l'IGS varia significativament en funció del mes:

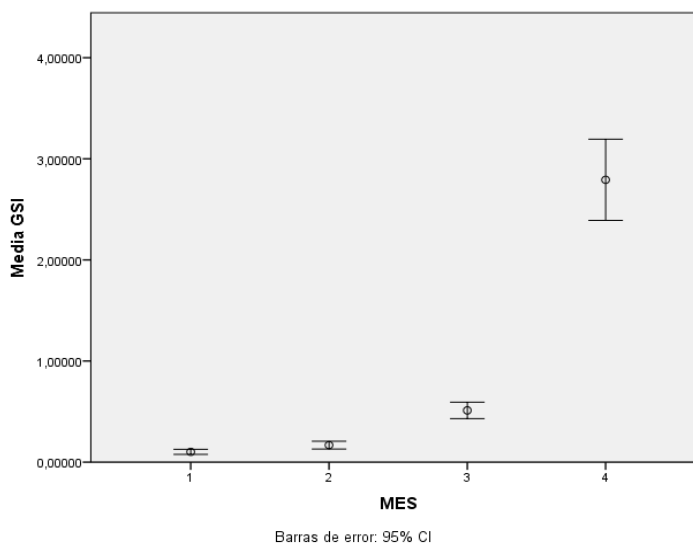


Figura 16. Progressiu augment de l'IGS mitjà per cada mes (del gener a l'abril).

Relació entre la variació de l'IGS, Índex Gonadosomàtic i la presència o absència de paràsits (mitjançant la prova Mann-Whitney U test amb el programa SPSS). Els resultats (amb un nivell de significació de 0,05 i un interval de confiança del 95%) indiquen que l'IGS varia significativament en funció de la presència (1) o absència (0) dels paràsits:

