

5.2.4.- PEIX SOL

El peix sol és una de les dues espècies de peixos més abundants a l'Estany de Banyoles, i per tant una de les components principals de les captures globals de les campanyes de control demogràfic de peixos exòtics. Per aquest motiu, les dades disponibles permeten una anàlisi més a fons que la major part d'espècies, per bé que tan sols s'han aplicat els mètodes que s'han demostrat més eficients en el cas de la perca americana.

Aproximació inicial a les estructures de mides

Les estructures de mides globals per temporada del peix sol a l'Estany no aporten cap visió clara sobre la seva dinàmica poblacional durant el projecte (Figura 5.2.21). Cal tenir en compte l'alta variabilitat estacional en l'eficiència de pesca del peix sol, diferent a més per cada grup de mida, fet que comporta que aquestes estructures anuals globals no siguin plenament comparables entre si degut a què provenen de diferents distribucions estacionals de l'esforç.

Anàlisi simplificat de tendències temporals de l'estructura de mides

L'anàlisi de la tendència central de la densitat relativa, separant per grans grups de mida, mostra clarament com s'ha produït un clar augment progressiu en la tendència central de la densitat relativa de tots els grups de mida d'aquesta espècie, excepte pels exemplars més grans (>15cm) (Figura 5.2.22). Amb tot, cal destacar que les variacions més importants són de tipus intranual, i no pas la tendència interanual.

Perfils de supervivència

Mitjançant els paràmetres de les corbes de creixement, estimats en el marc d'estudis previs per a aquesta població de Banyoles, s'han transformat les classes de mida en classes d'edat, i a partir d'aquí s'han obtingut els perfils de supervivència a partir de mostres úniques per temporada (només hiverns). No s'ha observat cap indici de l'existència d'una variació ontogènica de la taxa de mortalitat, tal com s'esdevé en el cas de la perca americana, per tant pel peix sol tan sols s'ha ajustat el model clàssic de mortalitat constant, mitjançant regressió

lineal (Taula 5.9). S'han fet dos grups d'ajustaments independents, el primer als perfils globals de supervivència, és a dir amb totes les dades de densitat relativa al llarg de tot l'espectre d'edats observat (Figura 5.2.23), i el segon amb tan sols les dades de 4 anys d'edat en amunt, quan tot indica que es produeix un reclutament complet a la tècnica de captura (Figura 5.2.24).

En les dues sèries d'ajustaments s'observa una primera resposta d'aparent disminució de la taxa de mortalitat, per progressivament recuperar els valors inicials. Aquesta variació en la taxa de mortalitat (reflectida en el pendent de les rectes ajustades) en aquest cas és bàsicament deguda als canvis en la presència relativa d'exemplars adults o grans, i no tant a variacions en la densitat de reclutes i joves, que sembla mantenir-se força estable. Durant la segona temporada s'observa una màxima presència de grans exemplars a la mostra de captures hivernals, fet que explicaria que s'hi doni el mínim de la taxa de mortalitat calculada per regressió.

Per tant, sota el supòsit que aquesta evolució sigui una resposta a les operacions de control, i no exclusivament a una dinàmica poblacional vinculada per exemple a factors ambientals, després de tot un any de control demogràfic intensiu el peix sol hauria augmentat els seus efectius relatius d'adults. És a dir, ha augmentat malgrat el control intensiu al qual es va sotmetre. Aquest fet, probablement seria una resposta a la disminució inicial de la densitat de perca americana, especialment de grans exemplars, que depreden activament sobre el peix sol. Amb tot el fet que durant la tercera i sobretot la quarta campanya es recuperin les taxes de mortalitat inicial del peix sol, no sembla plenament consistent amb el fet que la densitat de perca americana no s'ha recuperat complementàriament. Per tant, no es pot descartar l'existència d'altres factors de moment no coneguts que expliquin aquesta dinàmica observada. Un d'aquests factors pot raure, almenys en part, en un cert biaix en les mostres hivernals degut a les notables variacions interanuals que presumiblement es donen en la capturabilitat d'aquesta espècie de petita mida mitjana, situació que no sembla donar-se en canvi en el cas de la perca americana.

A més a més, cal tenir present una altra font de possible biaix en aquests perfils de supervivència, els canvis en la taxa de creixement, que al seu torn poden estar també provocats per la disminució de la densitat de depredadors. Si la variació de la taxa de creixement fos molt important, l'assignació d'edats a partir d'un joc de paràmetres únics del model de creixement podria resultar molt esbiaixada per alguns anys, i de retruc també l'ajustament del model de supervivència.

Per altra banda, quan es representen les densitats relatives mitjanes hivernals per grup de mida, calculades sobre les densitats relatives mensuals, no s'observa cap tendència clara al llarg del període, fet que no acaba de concordar amb els resultats exposats més amunt (Figura 5.2.25). Per tant, això consisteix un altre indicatiu que tots aquests resultats estan amagant algun tipus de variació de l'abundància relativa del peix sol no prou ben explicat fins aquí, o si més no mal descrit.

Longitud mitjana

La longitud mitjana del peix sol i tots els seus descriptors associats (longitud màxima, amplitud i coeficient de variació) s'han mantingut molt estables al llarg de tot el projecte, si no es tenen en compte les variacions estacionals, molt marcades i clares. Així doncs, des del punt de vista d'aquests paràmetres, la població de peix sol s'ha mantingut estable.

Condicció

La condició s'ha analitzat mitjançant una anàlisi MLG del pes en el què s'ha introduït la longitud com a covariable (Taula 5.10). A diferència de la perca americana, no s'observa cap evidència de variació ontogènica de la condició. A part de la longitud, la única font de variació significativa és la combinació dels factors mes de l'any, any i grup de mida. Amb tot, a banda de les diferències entre grups de mida, sembla clar que la principal variació de la condició del peix sol és la dinàmica estacional (Figura 5.2.17-A), probablement molt vinculada a la reproducció d'aquesta espècie. En canvi, no s'observen tendències de canvi clares de tipus interanual (Figures 5.2.27-B i 5.2.27-C), que en cas de ser-hi podrien tenir relació amb les operacions de control demogràfic.

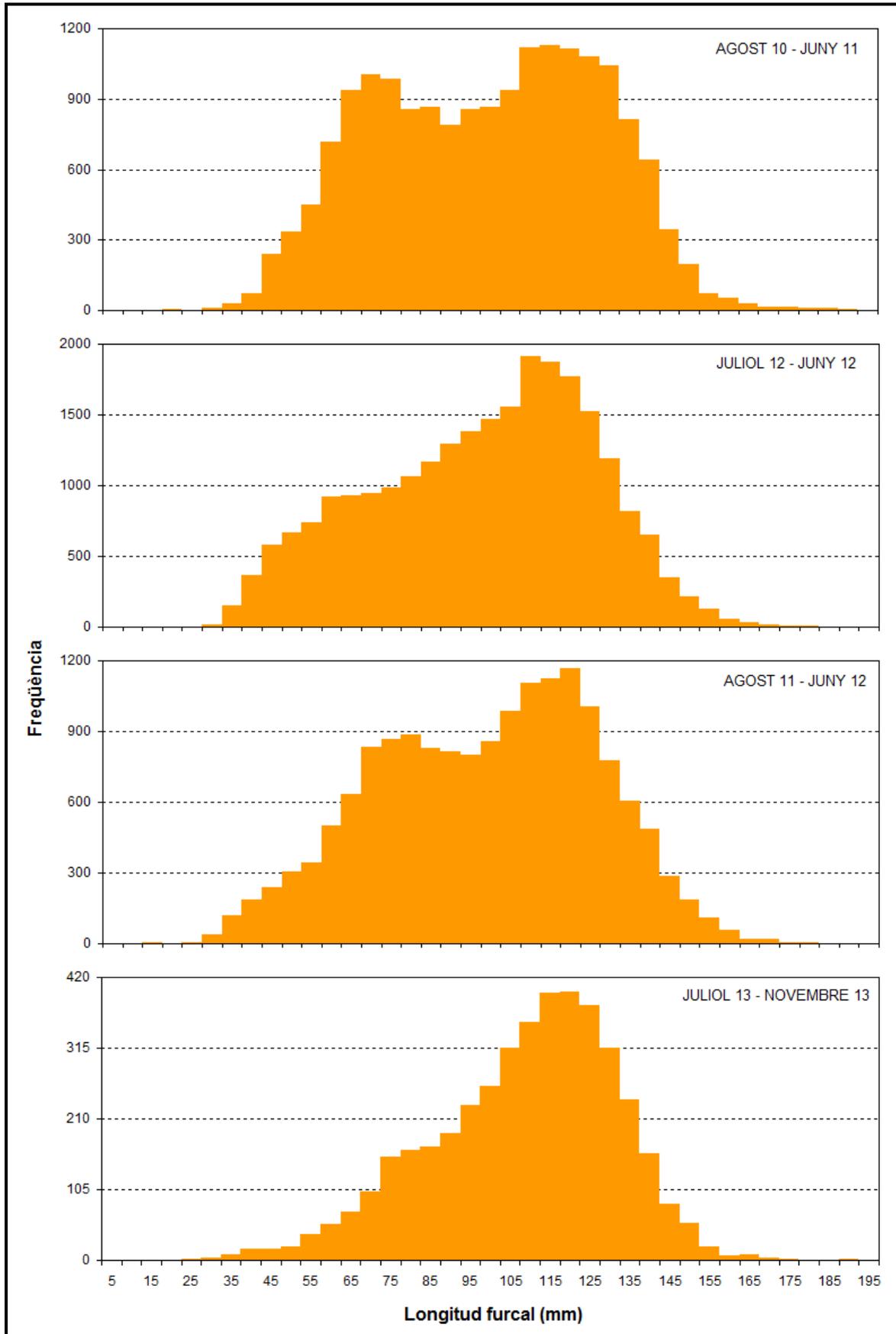


Figura 5.2.21.- Estructures de mides de les captures generals de peix sol durant les campanyes de control de peixos a l'Estany de Banyoles, per anualitat. Font: Consorci de l'Estany.

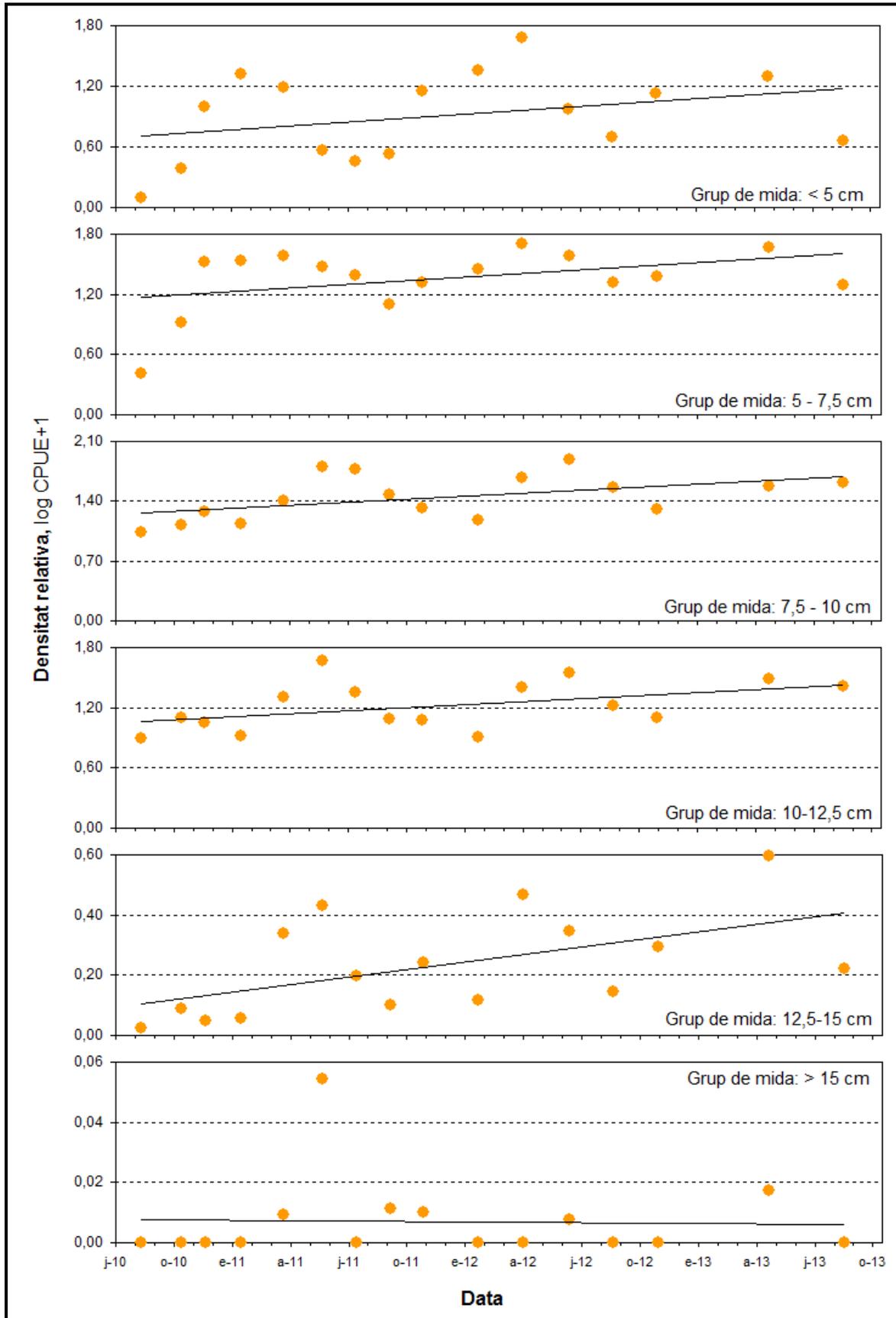


Figura 5.2.22.- Evolució al llarg del període 2010-2013 de la densitat relativa de peix sol (amb pesca elèctrica), per grup de mida. Les línies representen la recta ajustada per regressió lineal, i s'han afegit com a indicador de tendència temporal central. Font: Consorci de l'Estany.

| PEIX SOL | | | |
|--|--------------|--|--|
| Paràmetre | Època | Espectre de dades: 0,15-9 anys * | Espectre de dades: 4-9 anys ** |
| | | Model I (Z ct) | Model I (Z ct) |
| Ln N₀ | Hivern 10-11 | 3,400 | 7,001 |
| | Hivern 11-12 | 3,026 | 4,005 |
| | Hivern 12-13 | 3,484 | 4,594 |
| | Hivern 13-14 | 3,601 | 6,902 |
| Z | Hivern 10-11 | 0,774 | 1,345 |
| | Hivern 11-12 | 0,623 | 0,755 |
| | Hivern 12-13 | 0,745 | 0,900 |
| | Hivern 13-14 | 0,778 | 1,308 |
| R² | Hivern 10-11 | 0,852 | 0,964 |
| | Hivern 11-12 | 0,934 | 0,934 |
| | Hivern 12-13 | 0,933 | 0,913 |
| | Hivern 13-14 | 0,762 | 0,866 |
| Model de supervivència aplicat | | | |
| Model I: $N_t = N_0 \cdot e^{-Z \cdot t}$ | | | |
| Assignació d'edat a les classes de mida | | | |
| Aplicació del model de Sommers: | | | |
| $L_t = L_\infty (1 - e^{-(K(t-t_0)+Zt)})$ on $E_t = (C \cdot K / 2\pi) \cdot [\sin(2\pi(t-t_s)) - \sin(2\pi(t_0-t_s))]$ | | | |
| Valors dels paràmetres: $L_\infty = 220$ mm; $K = 0,17$ anys ⁻¹ ; $t_0 = -0,8$ anys; $C = 1$; $t_s = 0,0344$ | | | |

Taula 5.9.- Ajustament de models de supervivència a les densitats relatives de peix sol per grup d'edat (assignat des dels grups de mida, mitjançant corbes de creixement), en mostres hivernals al llarg del període 2010-2013 (només pesca elèctrica). * Es selecciona només el rang de casos des del valor màxim fins al primer "zero"; ** Es selecciona només el rang de casos des de l'inici de l'espectre d'edat fins al primer "zero". Font: elaboració pròpia a partir de dades originals.

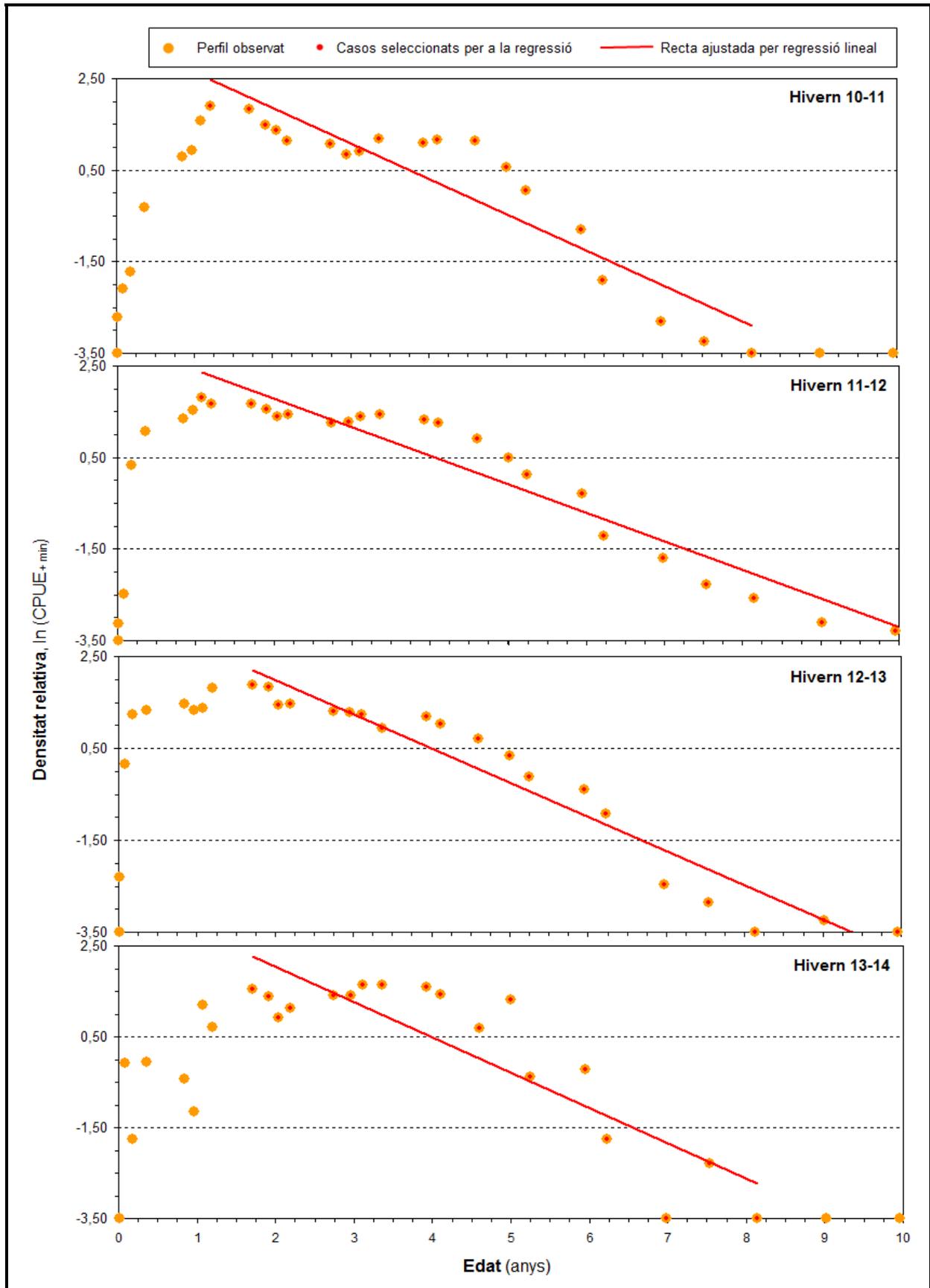


Figura 5.2.23.- Resultat gràfic de l'ajustament del model de supervivència I (mortalitat constant) a les densitats relatives de peix sol per grup d'edat, en mostres hivernals al llarg del període 2010-2013 (només pesca elèctrica). S'han seleccionat només el rang de casos des del valor màxim fins al primer "zero". Font: Consorci de l'Estany.

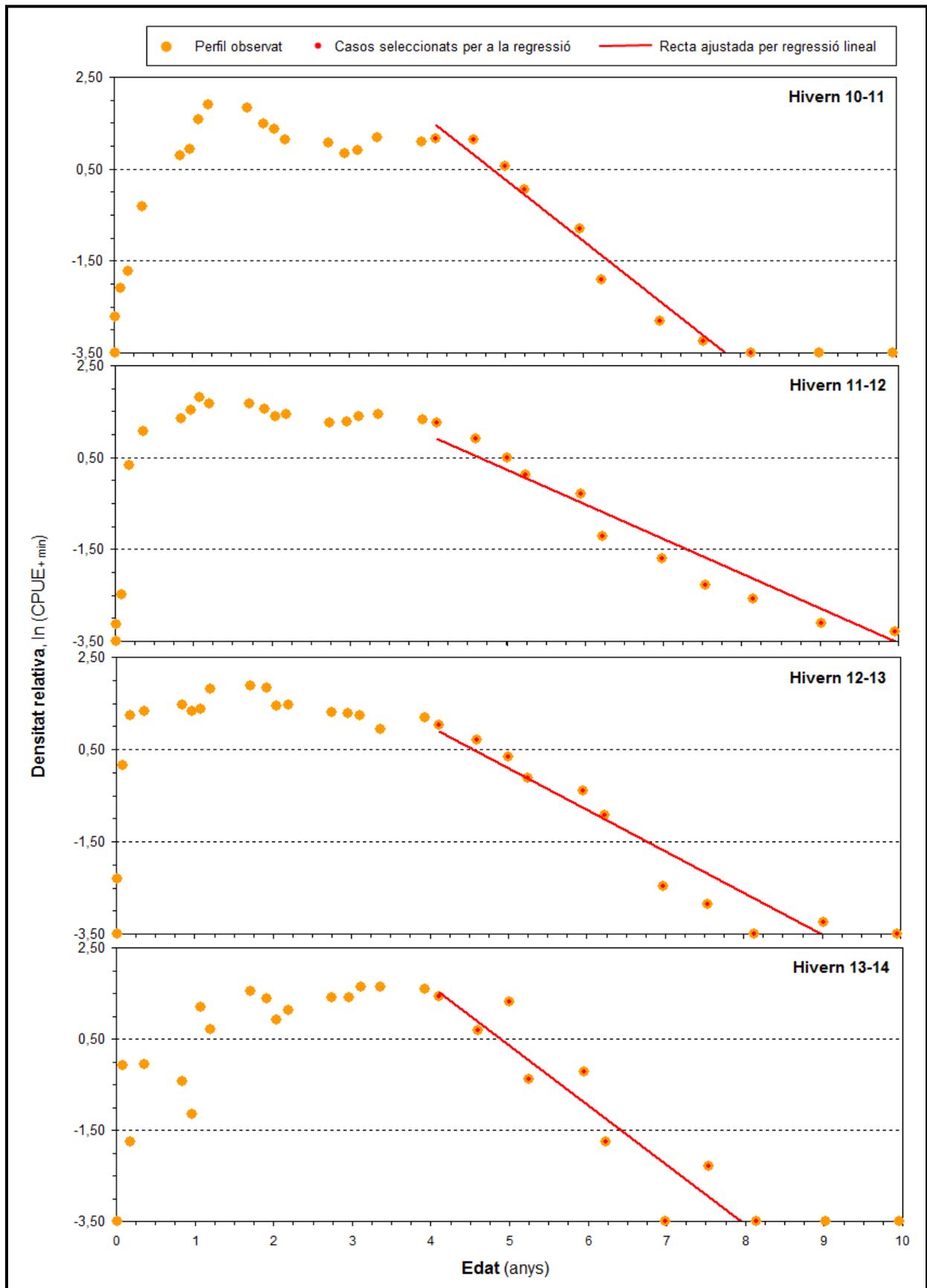


Figura 5.2.24.- Resultat gràfic de l'ajustament del model de supervivència I (mortalitat constant) a les densitats relatives de peix sol per grup d'edat, en mostres hivernals al llarg del període 2010-2013 (només pesca elèctrica). S'han seleccionat només el rang de casos des dels 4 anys d'edat fins al primer "zero". Font: Consorci de l'Estany.

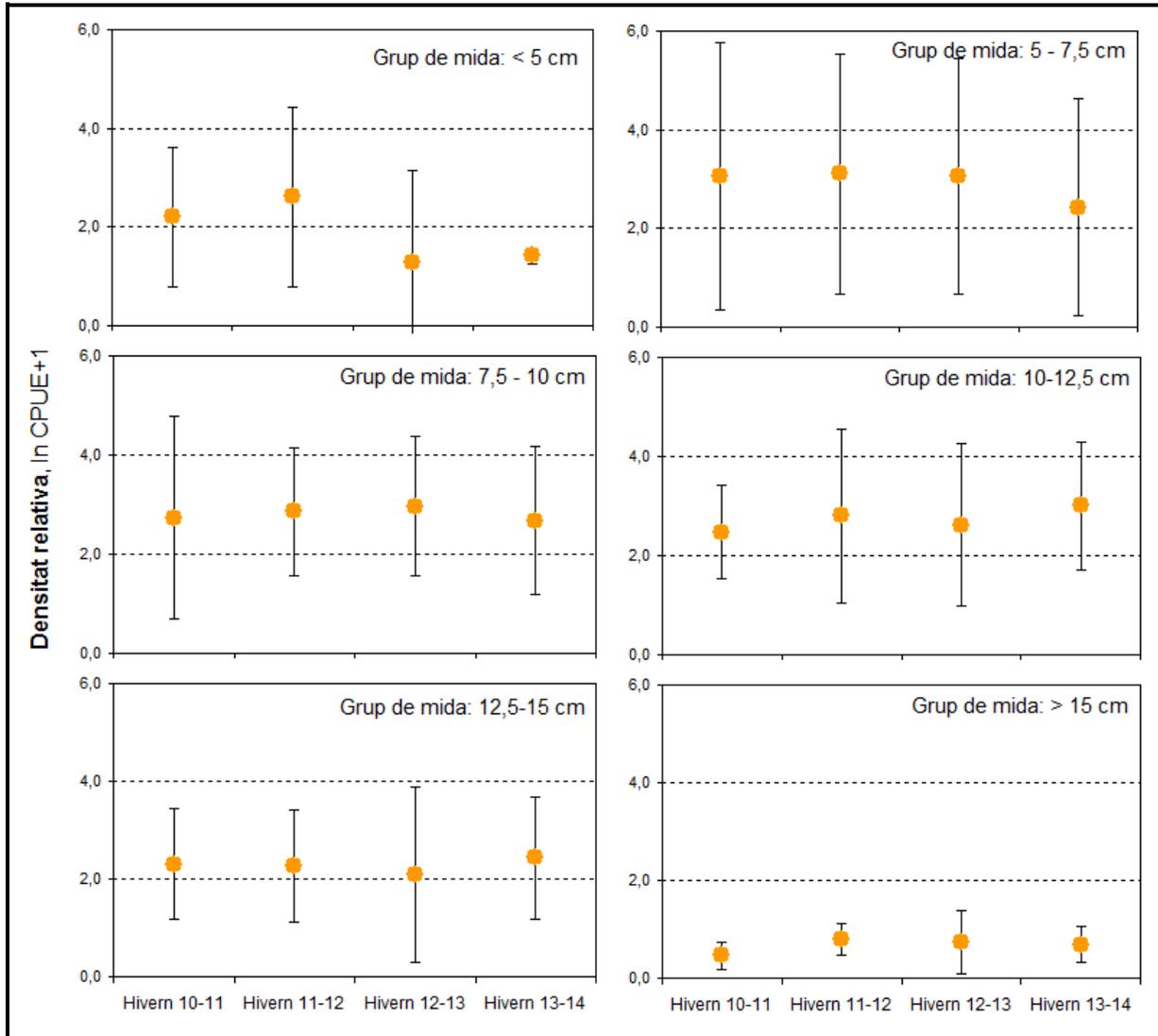


Figura 5.2.25.- Evolució de la densitat relativa (pesca elèctrica) de peix sol, per grup de mida, i per mostres hivernals al llarg del període 2010-2013. Els punt representen les mitjanes dels valors mensuals. Les barres representen els errors estàndards. Font: Consorci de l'Estany.

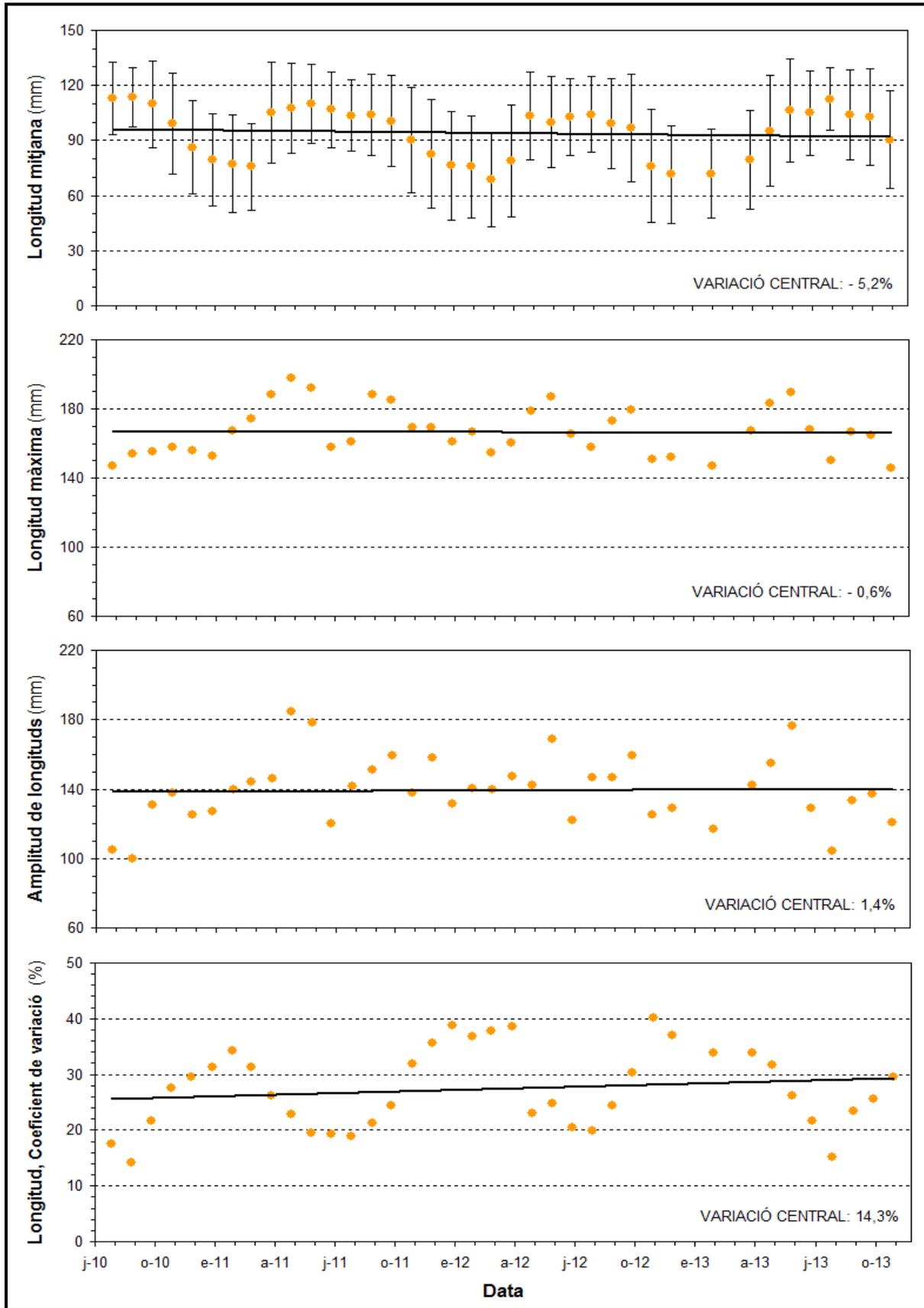


Figura 5.2.26.- Evolució al llarg del període 2010-2013 de la longitud mitjana global, i de paràmetres relacionats, de les captures mensuals de peix sol (amb pesca elèctrica). Les línies representen la recta ajustada per regressió lineal, i s'han afegit com a indicador de tendència temporal central. Font: Consorci de l'Estany.

| PEIX SOL | | | | |
|--|--|-----------------------------------|------|---------|
| MLG | | Variable ^a: Pes | | |
| | | Chi-quadrat de Wald | g.l. | Sig. |
| CONTRAST OMNIBUS: | | 48404,1 | 123 | <0,0001 |
| CONTRAST DELS EFECTES: | | | | |
| INTERSECCIÓ | | 58348,6 | 1 | <0,0001 |
| Covariables: | Longitud ^a | 91126,1 | 1 | <0,0001 |
| Factors: | - | - | - | - |
| Interaccions factors: | Mes de l'any (efecte estacionalitat) X Any (efecte anualitat) X Grup de mida | 2608,0 | 122 | <0,0001 |
| Interaccions covariables factors: | - | - | - | - |
| AIC consistent (CAIC): -32759,5 | | | | |

Tabla 5.10.- Resum dels resultats de l'anàlisi MLG sobre la condició del peix sol a l'Estany de Banyoles durant el període 2010-2013 (només captures amb pesca elèctrica). S'han seleccionat aquells factors, covariables o les seves interaccions que, amb un efecte significatiu, comporten la millor solució global del model, escollida mitjançant minimització del CAIC. ^a Transformació logarítmica. Font: elaboració pròpia a partir de dades originals.

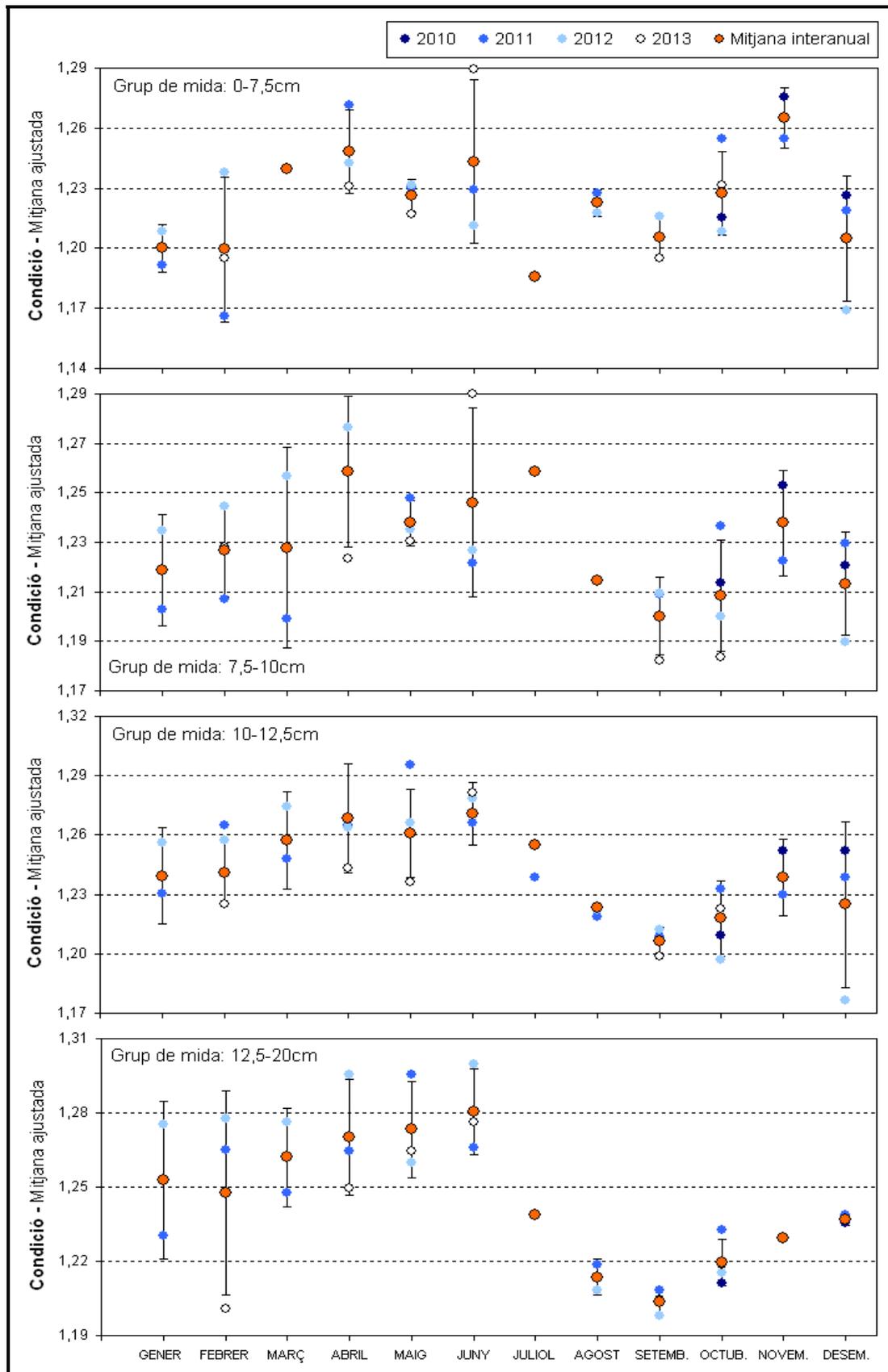


Figura 5.2.27-A.- Resum gràfic dels resultats de l'anàlisi MLG feta sobre la condició del peix sol: mitjanes ajustades pel factor Grup de mida X Any (efecte anualitat) X Mes de l'any (efecte estacionalitat). Les barres representen els errors estàndards. Font: Consorci de l'Estany.

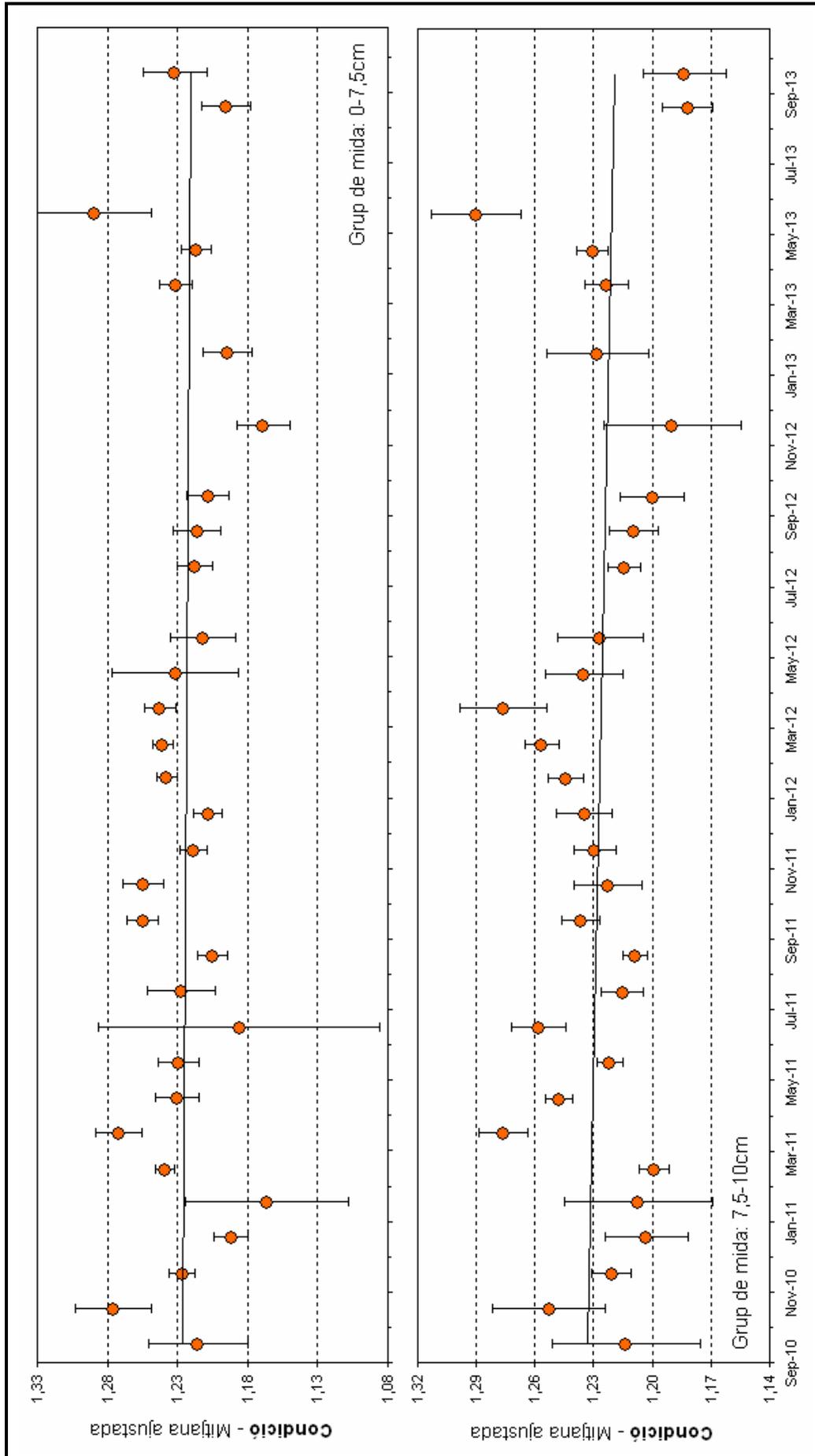


Figura 5.2.27-B.- Resum gràfic dels resultats de l'anàlisi MLG feta sobre la condició del peix sol: mitjanes ajustades pel factor Grup de mida X Any (efecte anualitat) X Mes de l'any (efecte estacionalitat). Les barres representen els errors estàndards. Font: Consorci de l'Estany.

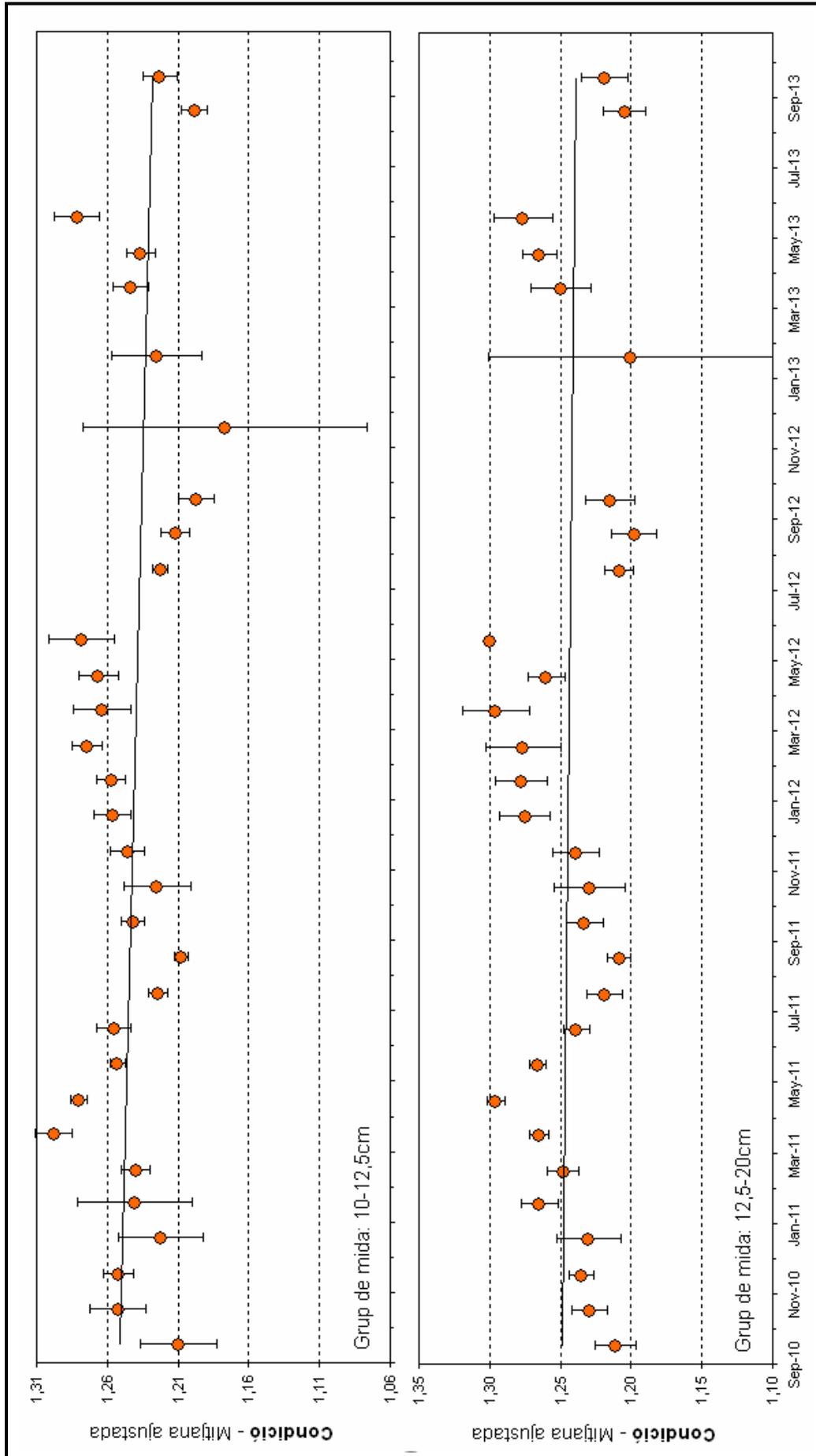


Figura 5.2.27-C.- Resum gràfic dels resultats de l'anàlisi MLG feta sobre la condició del peix sol: mitjanes ajustades pel factor Grup de mida X Any (efecte anualitat) X Mes de l'any (efecte estacionalitat). Les barres representen els errors estàndards. Font: Consorci de l'Estany.

5.2.5.- PERCA

L'estructura poblacional de la perca a l'Estany de Banyoles encara no és ben coneguda, en bona mesura degut al fet que hi manté una densitat relativament baixa, i que ocupa sectors difícils de mostrejar. Malgrat que l'estructura de mides global de les captures d'entrada sembla suggerir la presència de només tres components modals d'edat (figura 5.2.28), és molt probable que en realitat hi hagi forces més grups d'edat. Com a mínim l'aparent component modal superior (21-33cm, aprox.) sembla amagar diversos grups d'edat, encara més tenint en compte que aquesta espècie presenta un cert dimorfisme sexual en la mida. Per afinar el coneixement sobre l'estructura poblacional de la perca a l'Estany, i de retruc també de la seva dinàmica poblacional, caldria dur a terme un estudi específic en base a mostres d'exemplars i a la determinació de l'edat a partir d'estructures òssies.

Donat el disseny de les campanyes de control demogràfic dutes a terme en aquest projecte, i al fet que la perca es captura sobretot amb xarxes, no es disposa de sèries temporals potents, distribuïdes al llarg de tot el projecte i representatives de tota la població de perca. No s'observen tendències clares en la longitud mitjana al llarg del temps (Figura 5.2.29), però evidentment aquest fet pot ser degut a la poca representativitat de les mostres. En canvi, sembla observar-se un increment net de la densitat relativa -derivada de la pesca elèctrica- al llarg del període del projecte, corresponent bàsicament a exemplars petits, sobretot joves de l'any (Figura 5.2.30). Però cal anar amb compte amb la interpretació d'aquesta possible tendència, atès que pot no ser consistent i contínua a llarg termini; de fet, per a moltes poblacions lacustres d'aquesta espècie s'han descrit cicles plurianuals en la seva dinàmica poblacional i sobretot en el seu reclutament, i per tant no es pot descartar que les dades disponibles corresponguin a un eventual cicle d'aquest tipus. Això s'anirà aclarint a mesura que progressivament es vagin obtenint més dades d'abundància en el marc d'eventuals noves campanyes de control demogràfic de les espècies exòtiques de peixos de l'Estany de Banyoles.

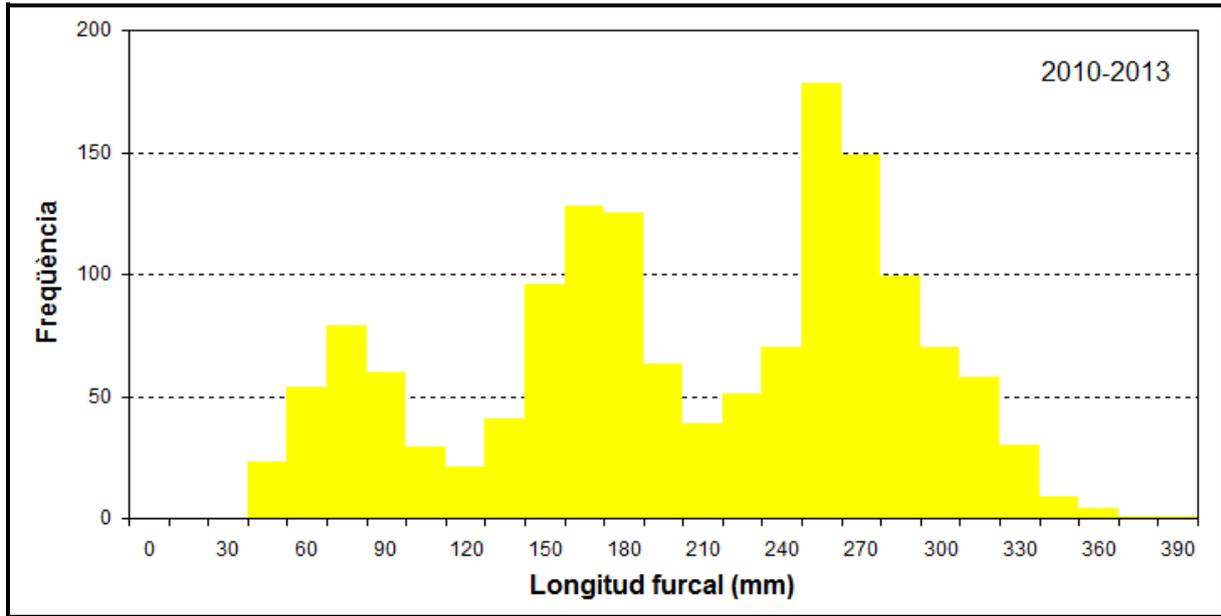


Figura 5.2.28.- Estructures de mides de les captures generals de perca durant les campanyes de control de peixos a l'Estany de Banyoles. Font: Consorci de l'Estany.

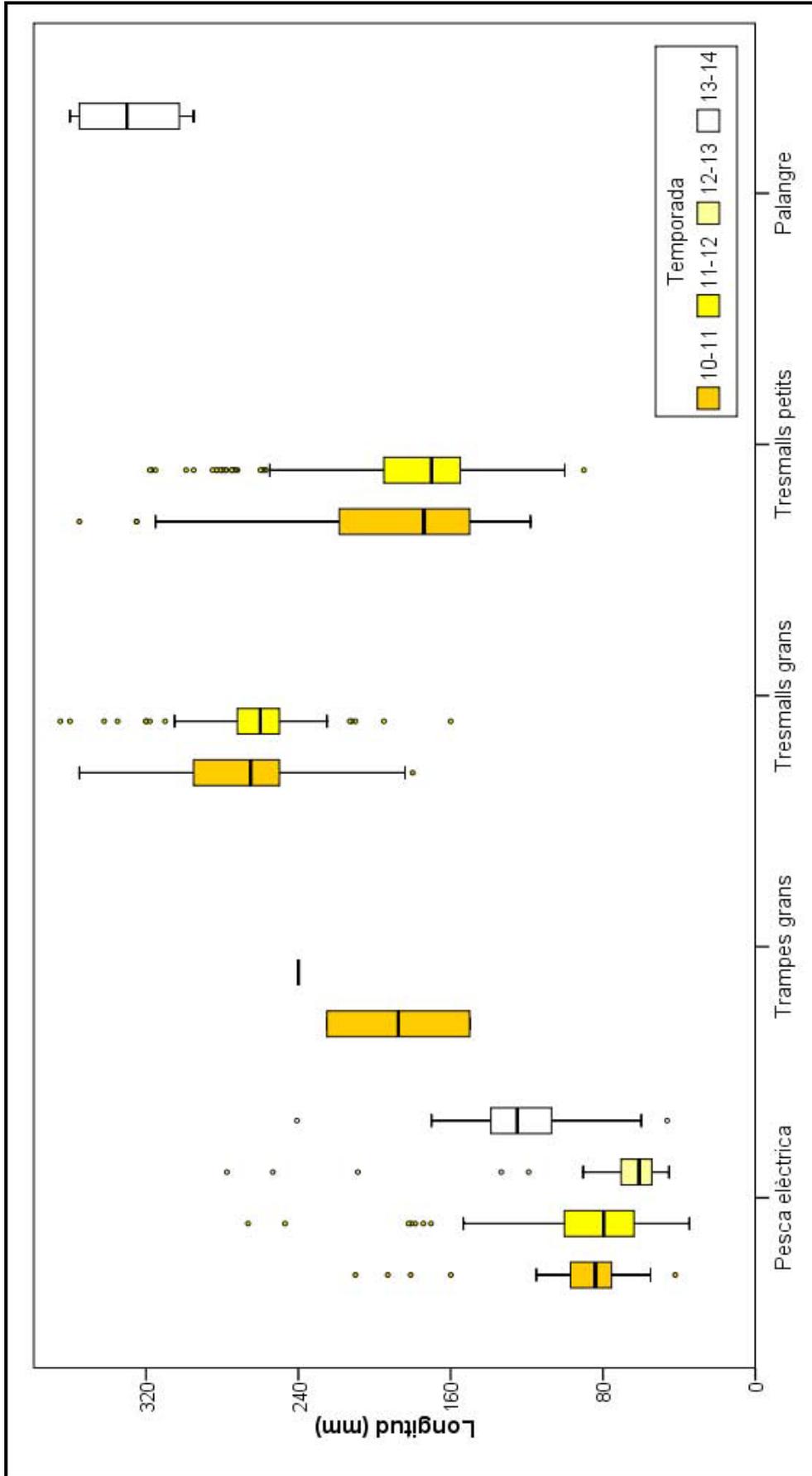


Figura 5.2.29.- Evolució al llarg del període 2010-2013 de la longitud mitjana de les captures de perca, amb les diverses tècniques de captura emprades. Font: Consorci de l'Estany.

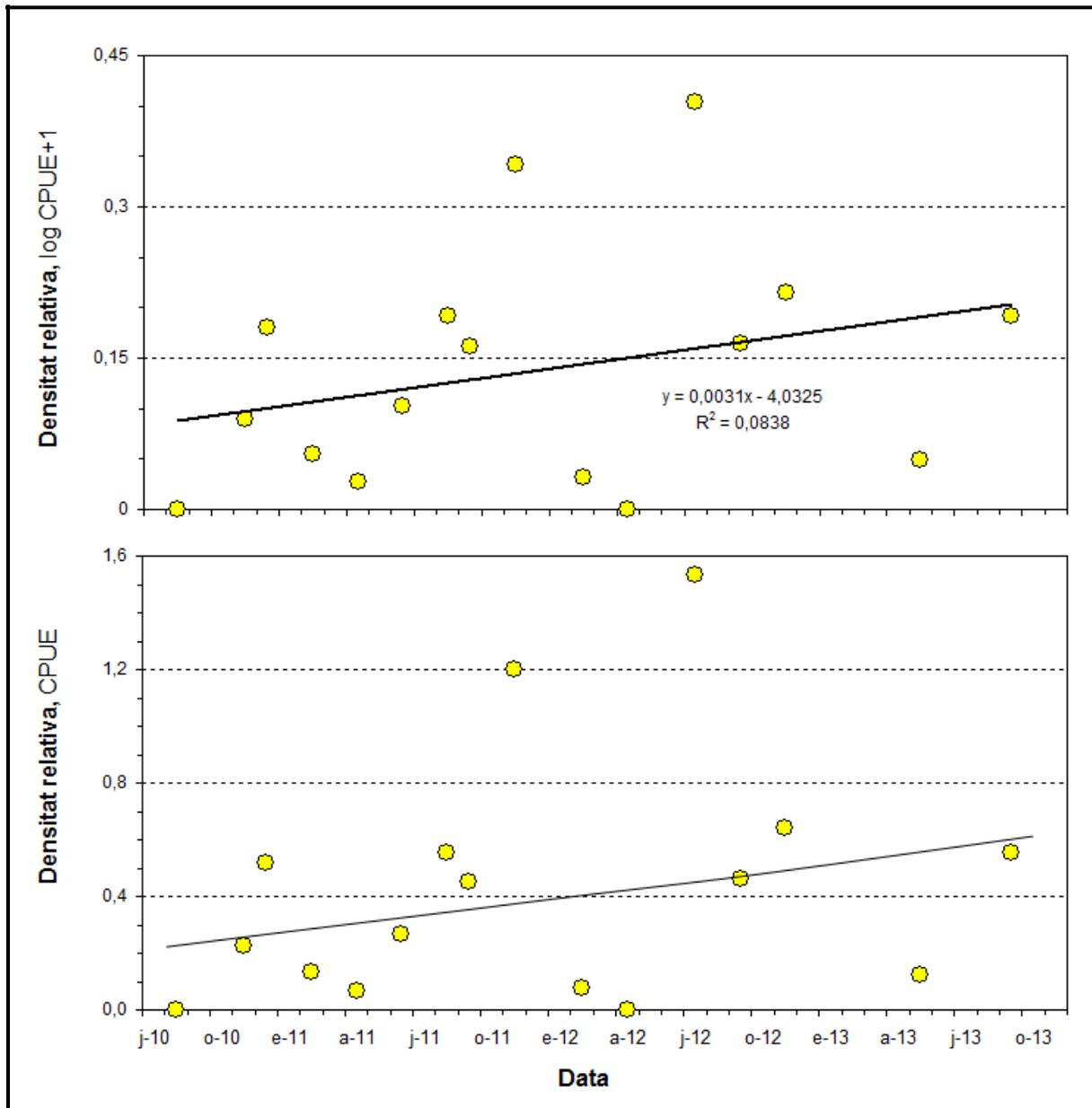


Figura 5.2.30.- Evolució al llarg del període 2010-2013 de la densitat relativa de perca (amb pesca elèctrica). Les línies representen la recta ajustada per regressió lineal, i s'han afegit com a indicador de tendència temporal central. Font: Consorci de l'Estany.

5.2.6.- SANDRA

Com en el cas de la perca, l'estructura poblacional de la sandra a l'Estany de Banyoles no és ben coneguda, en aquest cas també degut a una densitat relativament baixa, i a la dificultat del seu mostreig. En tot cas, l'estructura de mides de les captures globals obtingudes durant el projecte indiquen la presència d'almenys 5 grups d'edat, i d'exemplars de gran mida, amb una mida propera a la màxima descrita per a l'espècie (Figura 5.2.31).

Per altra banda, no s'observen tendències clares en la longitud mitjana al llarg del temps (Figura 5.2.32), però novament aquest fet pot ser degut a la poca entitat de les mostres. A mesura que les sèries temporals de dades disponibles s'allarguin, es d'esperar que resulti més fàcil interpretar els resultats assolits amb aquestes espècies més escasses.

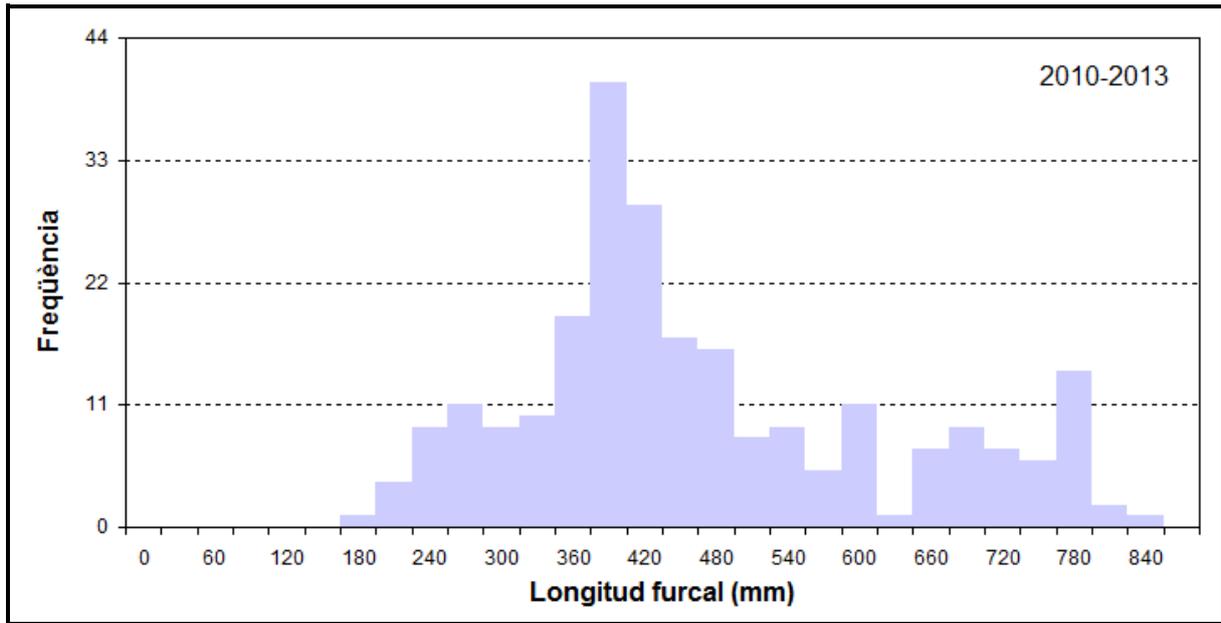


Figura 5.2.31.- Estructures de mides de les captures generals de sandra durant les campanyes de control de peixos a l'Estany de Banyoles. Font: Consorci de l'Estany.

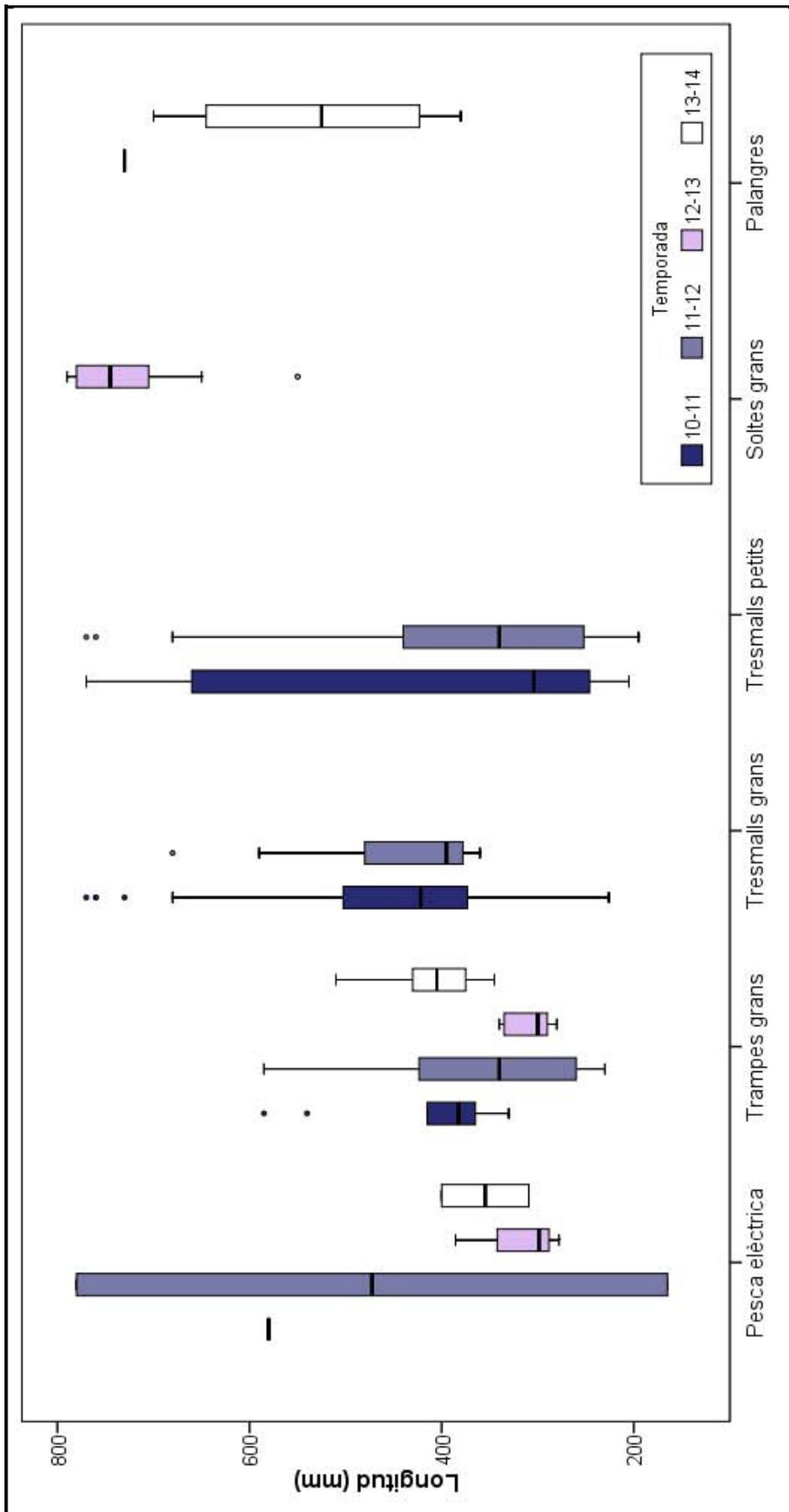


Figura 5.2.32.- Evolució al llarg del període 2010-2013 de la longitud mitjana de les captures de sandra, amb les diverses tècniques de captura emprades. Font: Consorci de l'Estany.

5.2.7.- CARPA

Ja fa diverses dècades que s'havia anat observant un envelliment progressiu de la població de carpa a l'Estany de Banyoles, degut a un escàs reclutament. Aquesta situació s'ha relacionat sobretot amb una certa manca d'hàbitats adients i protegits, on s'hi produeixi un reclutament segur, lliure de la pressió de depredació immediata de la major part d'altres espècies exòtiques. L'estructura de captures globals de carpa del projecte confirmen aquesta situació (Figura 5.2.33), ja que s'observen molt poques captures de joves de l'any, i relativament poques d'exemplars 1+ i 2+. De fet, el més versemblant és que el reclutament es produeixi en alguns sectors segurs fora de l'Estany (recs, llacunes o estanyols), però en tot cas en baix nombre, des d'on els exemplars acabarien arribant a l'Estany. Fins a data d'avui no s'ha identificat cap d'aquests eventuais sectors; és més, quan s'ha localitzat algun episodi puntual de reclutament localitzat en alguna llacuna s'ha intervingut eliminant el nou nucli mitjançant dessecació. Per altra banda, val a dir que des d'un temps cap aquí s'han incorporat criteris de gestió de les masses d'aigua de l'entorn de Banyoles per evitar-hi o minimitzar la penetració i proliferació de carpes.

Per aquesta espècie, la pesca elèctrica amb embarcació, malgrat no generar captures gaire copioses, permet capturar tot l'espectre de mides existents a l'Estany, i per tant obtenir mostres representatives, tot i que petites en comparació a les de les espècies més abundants a l'Estany. En la sèrie temporal de captures de carpa amb pesca elèctrica, s'observa una disminució gradual de la longitud mitjana (Figura 5.2.34), amb una disminució d'aquesta variable equivalent al 29% entre la primera i la darrera temporada del projecte. Aquest fet ja indica un possible efecte molt significatiu sobre aquesta espècie de les campanyes de descastament de peixos exòtics.

Pel que fa a la densitat relativa de carpa, s'ha produït un fort decrement al llarg del projecte, amb una tendència central amb un pendent negatiu clar, i un percentatge de reducció del valor central d'aquesta tendència, de l'inici al final del projecte, superior d'un 85% (Figura 5.2.35). Es tracta, per tant, de l'efecte més gran assolit per a una de les espècies exòtiques de l'Estany, gràcies a les campanyes de control de peixos exòtics.

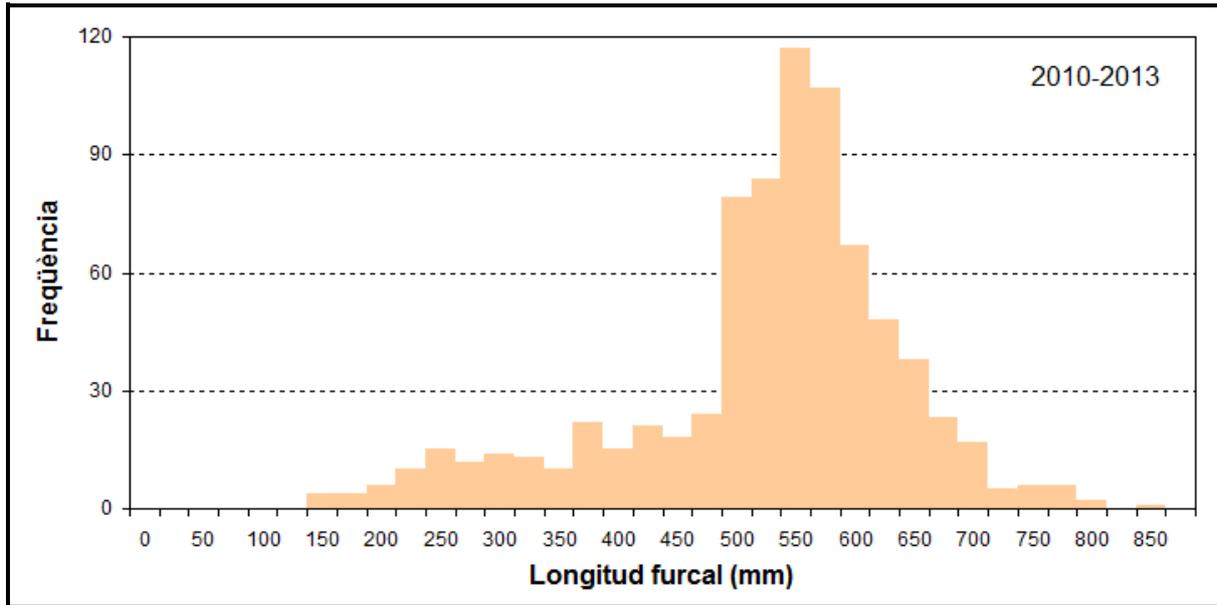


Figura 5.2.33.- Estructures de mides de les captures generals de carpa durant les campanyes de control de peixos a l'Estany de Banyoles. Font: Consorci de l'Estany.

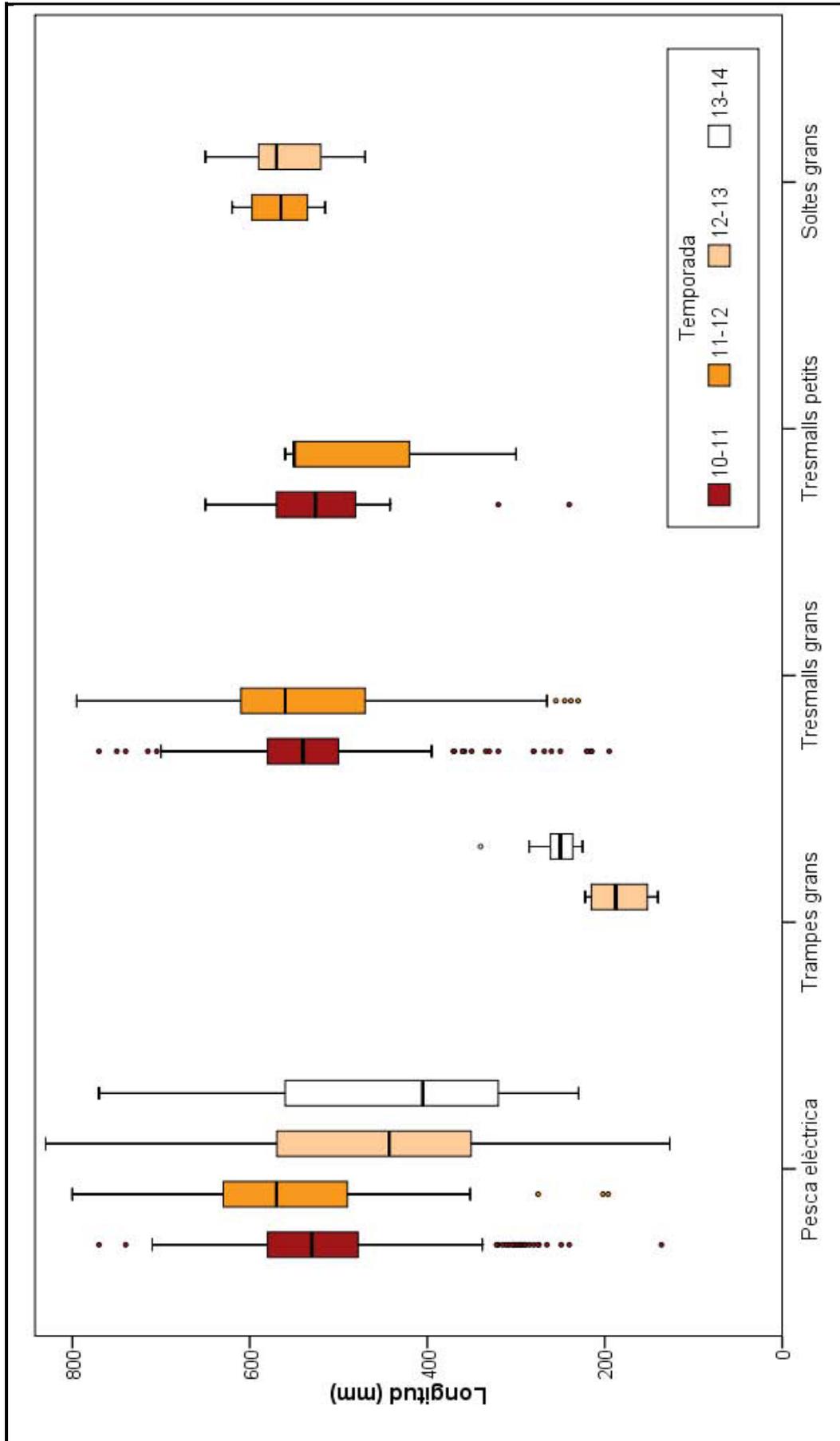


Figura 5.2.34.- Evolució al llarg del període 2010-2013 de la longitud mitjana de les captures de carpa, amb les diverses tècniques de captura emprades. Font: Consorci de l'Estany.

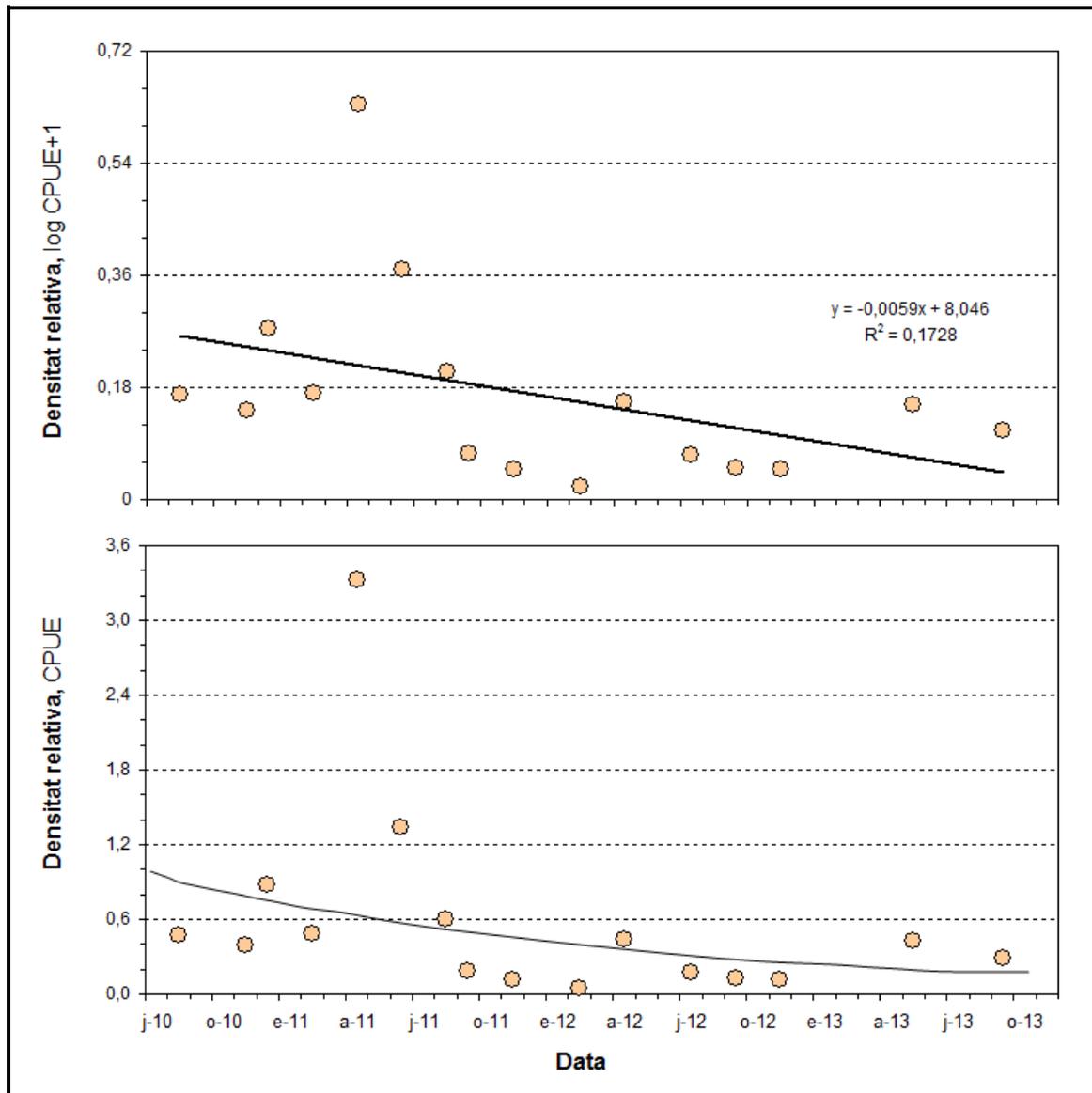


Figura 5.2.35.- Evolució al llarg del període 2010-2013 de la densitat relativa de carpa (amb pesca elèctrica). Les línies representen la recta ajustada per regressió lineal, i s'han afegit com a indicador de tendència temporal central. Font: Consorci de l'Estany.

5.2.8.- ALTRES ESPÈCIES

La resta d'espècies exòtiques detectades a l'Estany són molt escasses o bé no eren objecte de control en aquest projecte. En concret, les dues espècies que no eren objectiu directe han estat la gambúsia i el llopet de riu italià, que ocupen només alguns microhàbitats on no s'ha entrat a pescar regularment degut a què la presència d'altres espècies exòtiques hi és molt esporàdica, bàsicament recs i/o llacunes.

Pel que fa a les espècies menys abundants a l'Estany, però que també havien d'estar sotmeses a control, es tracta sobretot del carpí daurat, el gardí, el barb de l'Ebre, la tenca i el carpí, per ordre d'abundància en les captures globals. Tanmateix, de cap d'aquestes espècies se n'ha capturat més de 10 exemplars en total, fet que indica que la seva presència a l'Estany és, o era, merament testimonial. A més, en tots els casos es tractava d'exemplars de gran mida, i s'han capturat majoritàriament durant la primera meitat del projecte. Per tant, tot apunta que les campanyes de control de peixos exòtics poden haver comportat la seva extirpació de l'Estany, situació que s'anirà comprovant en futurs mostrejos de seguiment, o de campanyes de control.

6.- RESULTATS: ESTANYOL DEL VILAR

6.1.- ESFORÇ I CAPTURES TOTALS

Les campanyes de control de peixos exòtics a l'Estanyol del Vilar s'han centrat ràpidament en la pesca elèctrica amb embarcació (Taula 6.1), després d'una primera campanya que van incloure l'ús de xarxes, i de comprovar-ne el seu escàs rendiment relatiu en aquesta petita massa d'aigua.

D'acord amb les captures totals obtingudes, el poblament de peixos és molt semblant al de l'Estany, tot i que sembla ser-hi més abundant la perca americana que el peix sol, mentre que altres espècies hi són molt poc abundants o directament no hi són presents, com en el cas del la perca i la sandra respectivament (Taules 6.2 i 6.3, i Figura 6.1).

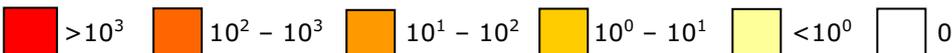
| Campanya de pesca | ESFORÇ TOTAL (Unitats: Jornals) | | |
|-------------------|---------------------------------|------------|-------------|
| | TÈCNICA DE PESCA | | TOTAL |
| | Pesca elèctrica | Tresmalls | |
| Abril 2011 | 11,2 | 1,6 | 12,8 |
| Novembre 2011 | 4,8 | - | 4,8 |
| Maig 2012 | 6,4 | - | 6,4 |
| Novembre 2012 | 8,0 | - | 8,0 |
| Juny 2013 | 4,8 | - | 4,8 |
| Octubre 2013 | 6,4 | - | 6,4 |
| TOTAL | 41,6 | 1,6 | 43,2 |

Taula 6.1.- Esforç total de pesca de les campanyes de control a l'Estanyol del Vilar, per campanya i tècnica de captura. Font: elaboració pròpia a partir de dades originals.

Seguiment de peixos exòtics de l'Estany de Banyoles (LIFE NAT/E/000078)

| | Espècie | Tècnica de captura | | TOTAL | | | | | | | |
|---|--|---|-----------------------------------|---|-----------------------------------|---|-----------------------------------|---|-----------------------------------|---|---|
| | | Pesca elèctrica | Tresmall | | | | | | | | |
| EXÒTIQUES | Perca americana <i>Micropterus salmoides</i> | 7.067 | 1 | 7.068 | | | | | | | |
| | Peix sol <i>Lepomis gibbosus</i> | 3.109 | 2 | 3.111 | | | | | | | |
| | Perca <i>Perca fluviatilis</i> | 6 | 0 | 6 | | | | | | | |
| | Sandra <i>Sanderlucioperca</i> | 0 | 0 | 0 | | | | | | | |
| | Carpa <i>Cyprinus carpio</i> | 187 | 13 | 200 | | | | | | | |
| | Carpí daurat <i>Carassius auratus</i> | 0 | 0 | 0 | | | | | | | |
| | Carpí <i>Carassius carassius</i> | 0 | 0 | 0 | | | | | | | |
| | Gardí <i>Scardinius erythrophthalmus</i> | 0 | 0 | 0 | | | | | | | |
| | Barb de l'Ebre <i>Luciobarbus graellsii</i> | 2 | 0 | 2 | | | | | | | |
| | Tenca <i>Tinca tinca</i> | 0 | 0 | 0 | | | | | | | |
| | Llopet de riu italià <i>Cobitis bilineata</i> | 0 | 0 | 0 | | | | | | | |
| | AUTÒCTONES | Anguila <i>Anguilla anguilla</i> | 10 | 0 | 10 | | | | | | |
| Bagra <i>Squalius laietanus</i> | | 39 | 0 | 39 | | | | | | | |
| Barb de muntanya <i>Barbus meridionalis</i> | | 2 | 0 | 2 | | | | | | | |
| Bavosa de riu <i>Salaria fluviatilis</i> | | 5 | 0 | 5 | | | | | | | |
| Llissa calua <i>Liza ramada</i> | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | |
| TOTAL | | 10.427 | 16 | 10.443 | | | | | | | |
| Llegenda - Rang d'abundància des les captures (Ind.): | | | | | | | | | | | |
|  | > 10 ⁴ |  | 10 ³ - 10 ⁴ |  | 10 ² - 10 ³ |  | 10 ¹ - 10 ² |  | 10 ⁰ - 10 ¹ |  | 0 |

Taula 6.2.- Captures totals (Individus) de les campanyes de control de peixos exòtics a l'Estanyol del Vilar (2011-2013), per espècie i tècnica de pesca. Font: Consorci de l'Estany.

| | Espècie | Tècnica de captura | | TOTAL |
|--|--|--------------------|----------|-------|
| | | Pesca elèctrica | Tresmall | |
| EXÒTIQUES | Perca americana <i>Micropterus salmoides</i> | 139,6 | 0,22 | 139,8 |
| | Peix sol <i>Lepomis gibbosus</i> | 47,3 | 0,17 | 47,5 |
| | Perca <i>Perca fluviatilis</i> | 0,34 | 0 | 0,34 |
| | Sandra <i>Sanderlucioperca</i> | 0 | 0 | 0 |
| | Carpa <i>Cyprinus carpio</i> | 340,1 | 27,8 | 367,9 |
| | Carpí daurat <i>Carassius auratus</i> | 0 | 0 | 0 |
| | Carpí <i>Carassius carassius</i> | 0 | 0 | 0 |
| | Gardí <i>Scardinius erythrophthalmus</i> | 0 | 0 | 0 |
| | Barb de l'Ebre <i>Luciobarbus graellsii</i> | 5,6 | 0 | 5,6 |
| | Tenca <i>Tinca tinca</i> | 0 | 0 | 0 |
| | Llopet de riu italià <i>Cobitis bilineata</i> | 0 | 0 | 0 |
| AUTÒCTONES | Anguila <i>Anguilla anguilla</i> | 17,8 | 0 | 17,8 |
| | Bagra <i>Squalius laietanus</i> | 12,8 | 0 | 12,8 |
| | Barb de muntanya <i>Barbus meridionalis</i> | 0,12 | 0 | 0,12 |
| | Bavosa de riu <i>Salaria fluviatilis</i> | 0,02 | 0 | 0,02 |
| | Llissa calua <i>Liza ramada</i> | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | | 563,7 | 28,2 | 591,9 |
| Llegenda - Rang d'abundància de la biomassa total capturada (Kg):  | | | | |

Taula 6.3.- Captures en biomassa total (Kg) de les campanyes de control de peixos exòtics a l'Estanyol del Vilar (2011-2013), per espècie i tècnica de pesca. Font: Consorci de l'Estany.

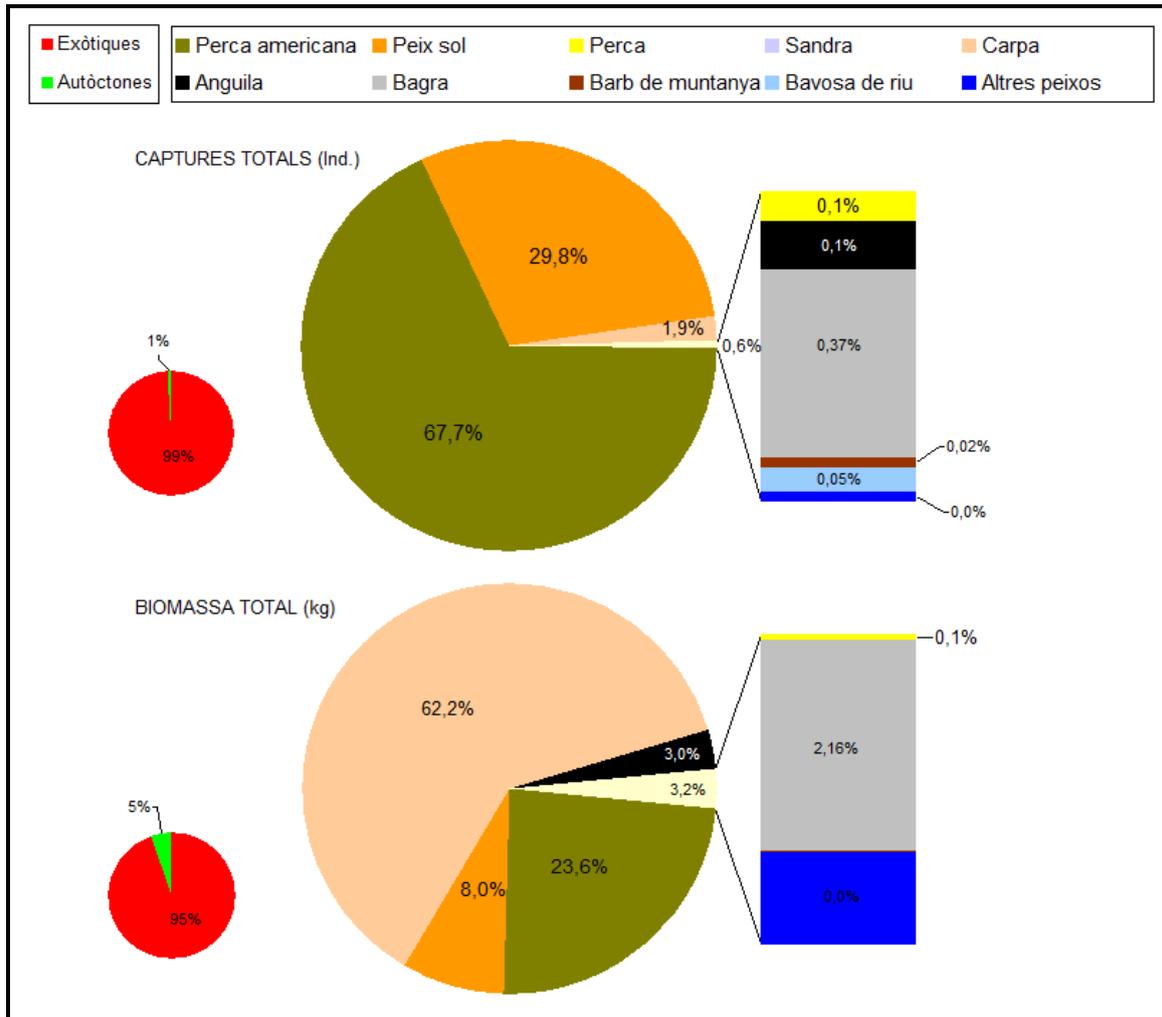


Figura 6.1.- Proporció per espècie de les captures totals a l'Estanyol del Vilar. Font: Consorci de l'Estany.

6.2.- PERCA AMERICANA

En el cas de la perca americana, el control demogràfic o descastament ha tingut un efecte semblant al de l'Estany, però més marcat. Després de la primera campanya ja es va observar un fort rejuveniment de la població, amb una important disminució de la presència relativa d'exemplars 1+ o d'edats superiors, situació que s'ha mantingut i fins i tot incrementant lleugerament al llarg del projecte (Figura 6.2).

A l'estanyol del Vilar, gràcies al fet que durant cada campanya de pesca es duïen a terme un mínim de tres voltes senceres al seu litoral, és a dir la realització d'almenys 12 pesques consecutives en pocs dies (el perímetre de l'estanyol s'ha dividit en 4 trams), s'ha pogut aplicar un mètode d'estimació de la població de partida (inicial) per a cada campanya mitjançant regressió lineal, separant per tres grups de mida principals (Figura 6.3). Els resultats globals mostren que s'ha aconseguit una progressiva disminució dels estocs d'exemplars de mida mitjana i gran d'aquesta espècie, amb una reducció central d'un 60%, mentre que els peixos petits (<10cm) han augmentat la seva densitat vora un 100%.

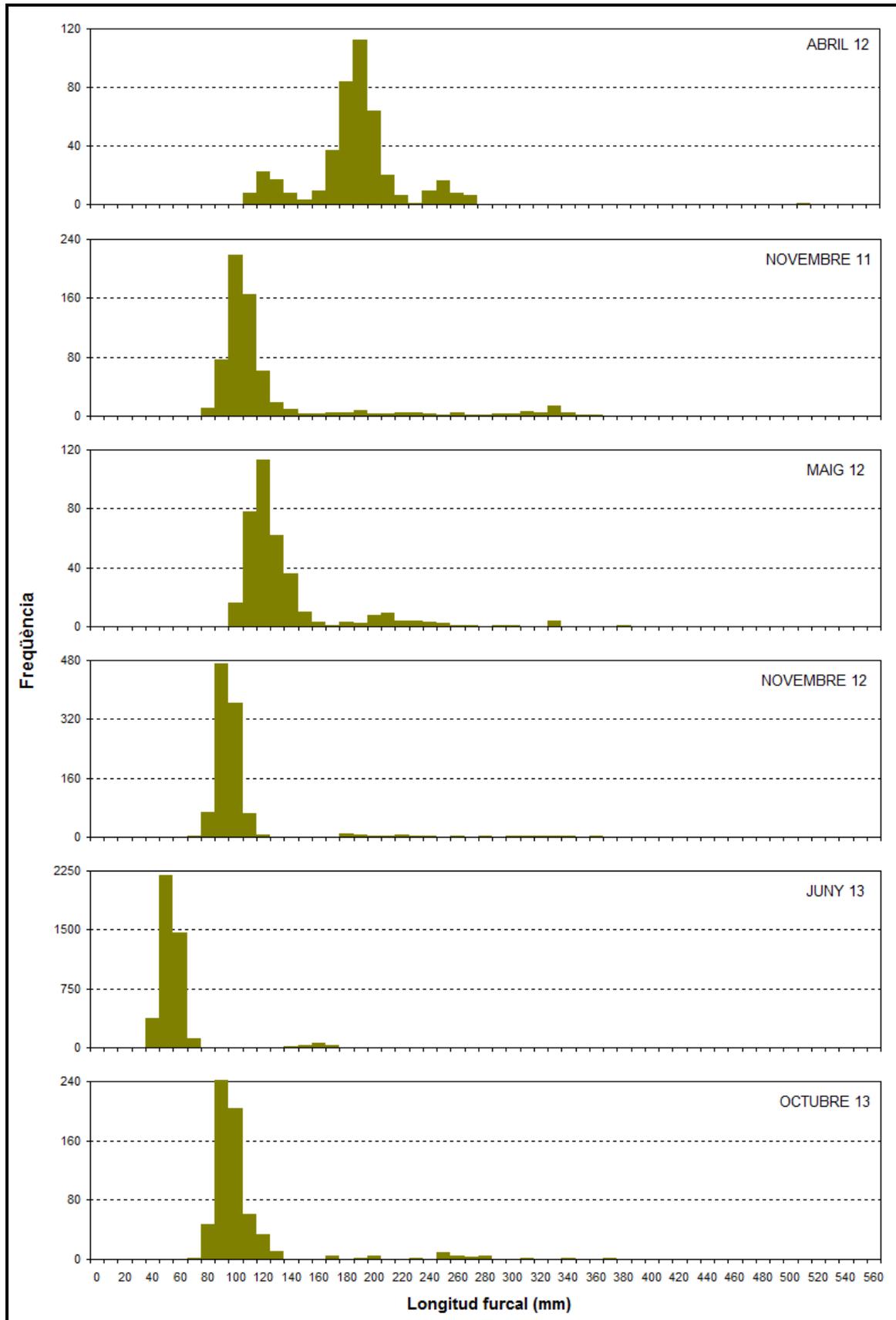


Figura 6.2.- Estructures de mides de la perca americana a l'Estanyol del Vilar. Font: Consorci de l'Estany.

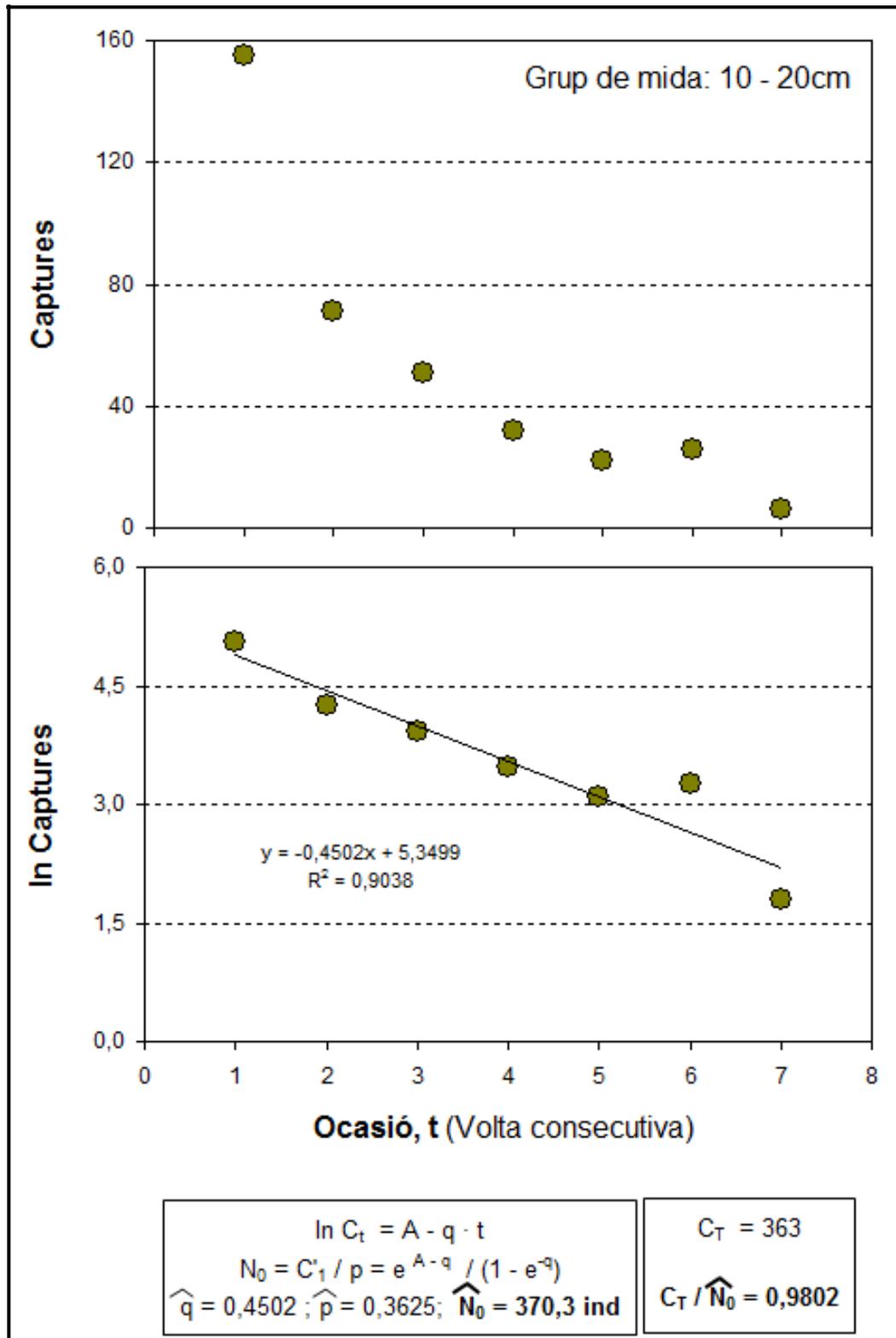


Figura 6.3-A.- Captures de perca americana per ocasió consecutiva de pesca elèctrica durant la campanya d'abril de 2012 a l'Estanyol del Vilar, i estimació per regressió lineal de l'abundància absoluta (població inicial) en aquesta massa d'aigua. Font: Consorci de l'Estany.

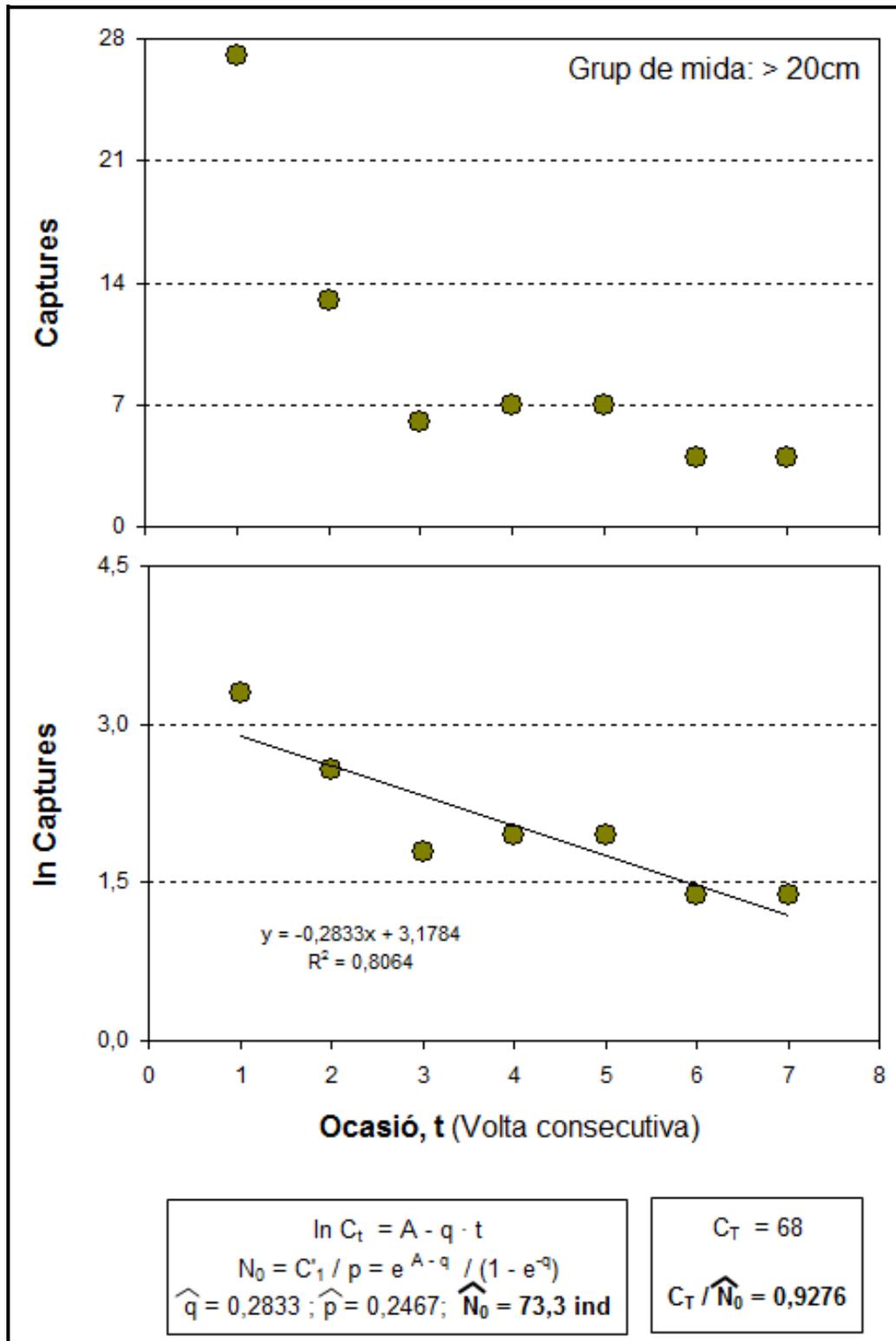


Figura 6.3-B.- Captures de perca americana per ocasió consecutiva de pesca elèctrica durant la campanya d'abril de 2012 a l'Estanyol del Vilar, i estimació per regressió lineal de l'abundància absoluta (població inicial) en aquesta massa d'aigua. Font: Consorci de l'Estany.

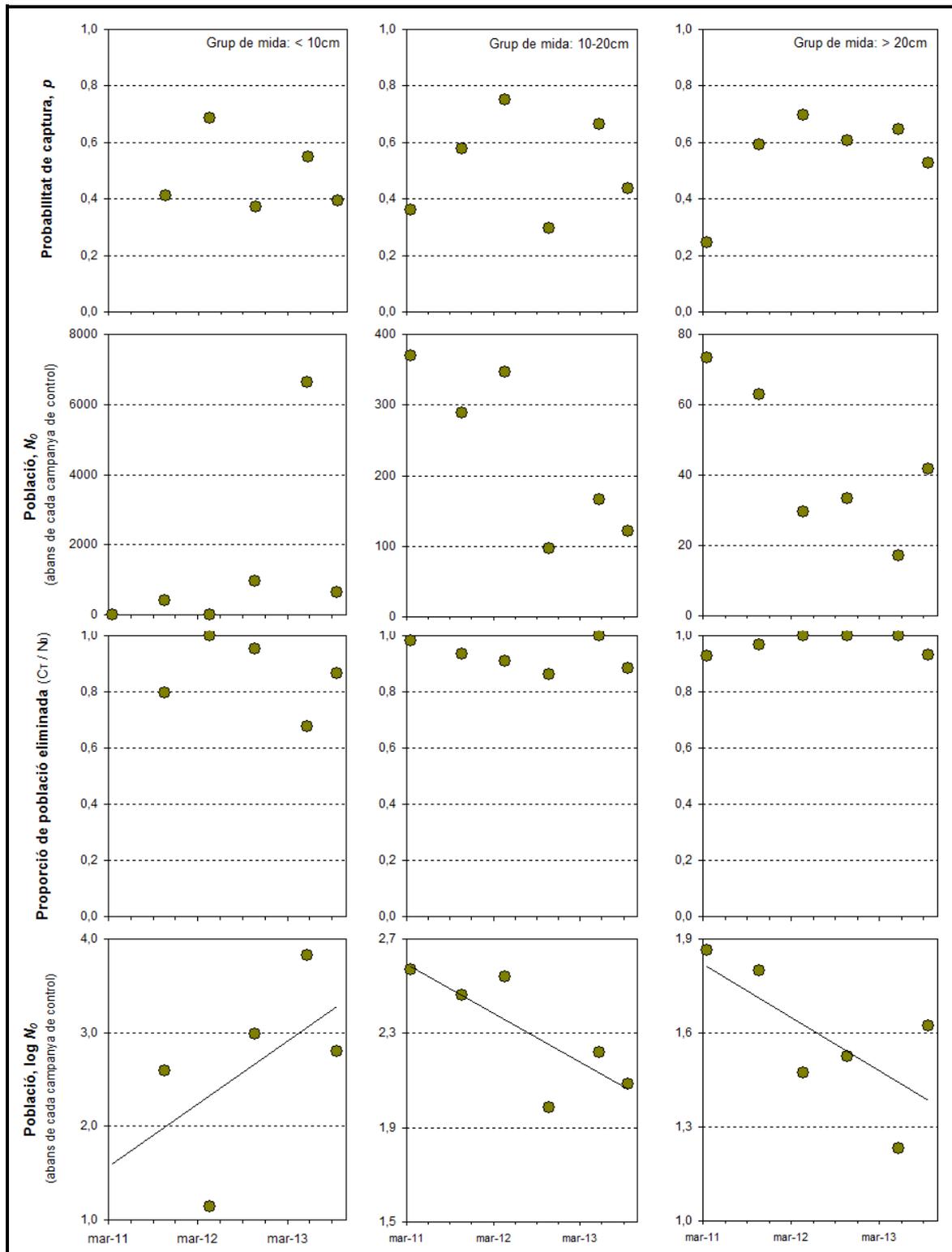


Figura 6.4.- Probabilitat de captura, abundància absoluta (població inicial) i proporció de població eliminada de la perca americana, per campanya de pesca elèctrica a l'Estany del Vilar. La línia és una recta ajustada per regressió lineal i s'ha inclòs com a indicació de tendència. Font: Consorci de l'Estany.

6.3.- PEIX SOL

En el cas del peix sol, el control demogràfic o descastament ha tingut un efecte diferent al de l'Estany. Com en el cas de la perca americana, després de la primera campanya també es va observar un fort rejuveniment de la població, amb una important disminució de la presència relativa de grans exemplars, situació que s'ha mantingut i fins i tot incrementant lleugerament al llarg del projecte (Figura 6.5).

L'estimació de la població inicial per a cada campanya, separant per tres grans grups de mida, mostra un cert augment dels exemplars petits i mitjans, de com a molt un 50%, probablement gràcies a la reducció de l'estoc d'exemplars grans de perca americana, però en canvi una forta disminució dels grans, superior al 98% (Figura 6.6).

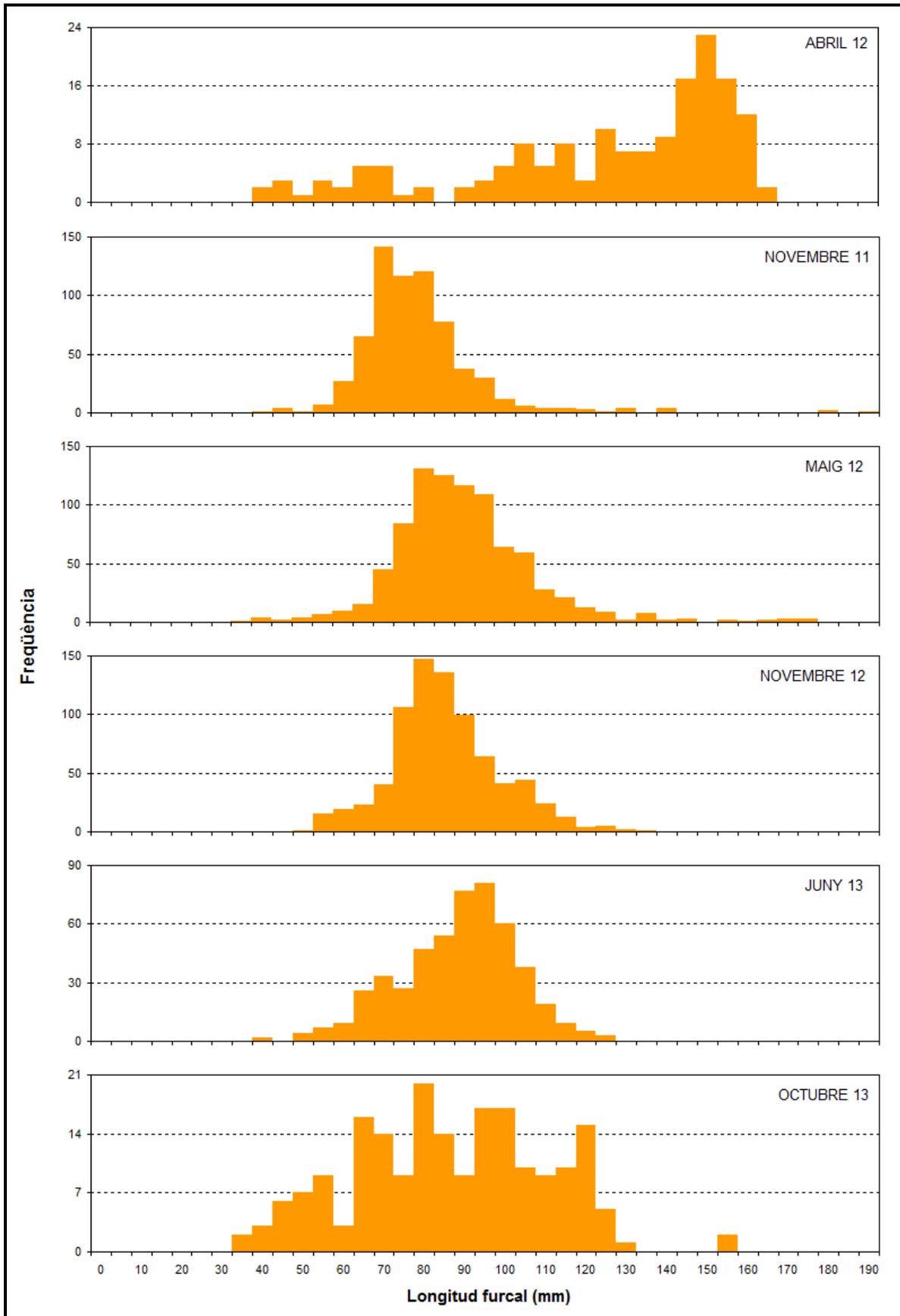


Figura 6.5.- Estructures de mides del peix sol a l'Estanyol del Vilar. Font: Consorci de l'Estany.

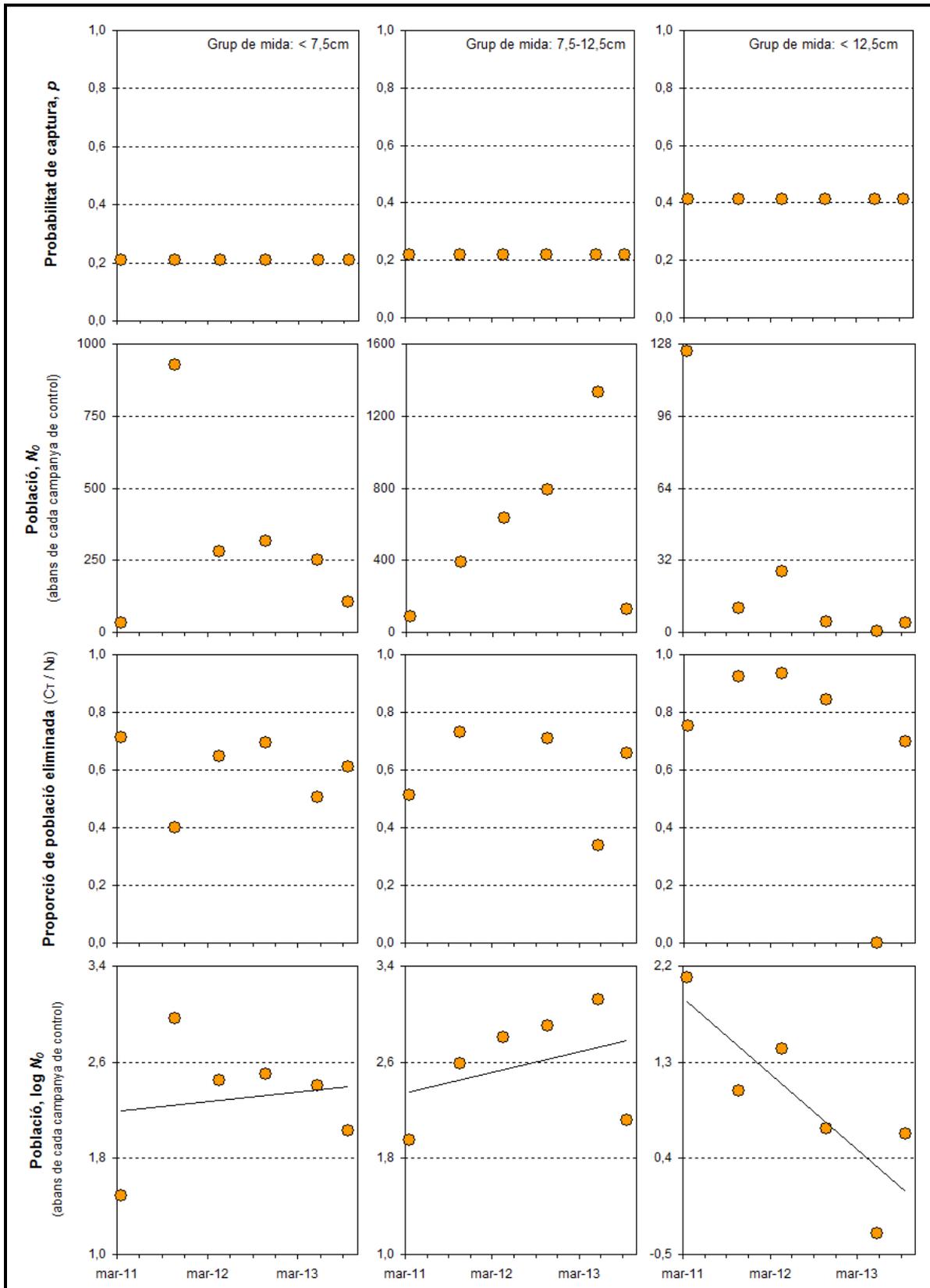


Figura 6.6.- Probabilitat de captura, abundància absoluta (població inicial) i proporció de població eliminada del peix sol, per campanya de pesca elèctrica a l'Estanyol del Vilar. La línia és una recta ajustada per regressió lineal i s'ha inclòs com a indicació de tendència. Font: Consorci de l'Estany.

6.4.- CARPA

La carpa pràcticament ha desaparegut de les captures a l'estanyol del Vilar a partir de la segona campanya. Per altra banda, tant a partir d'aquest fet com de l'estructura de mides de les captures (Figura 6.7), queda clar que no hi recluta i que tots els exemplars capturats provenen probablement d'alliberaments previs a l'inici del projecte.

Per tant, amb una única campanya s'haurien aconseguit eliminar la major part d'exemplars existents (Figura 6.8). La resta haurien estat pescats sobretot en el marc de concursos de pesca esportiva immediatament posteriors, i també de les següents campanyes de pesca elèctrica.

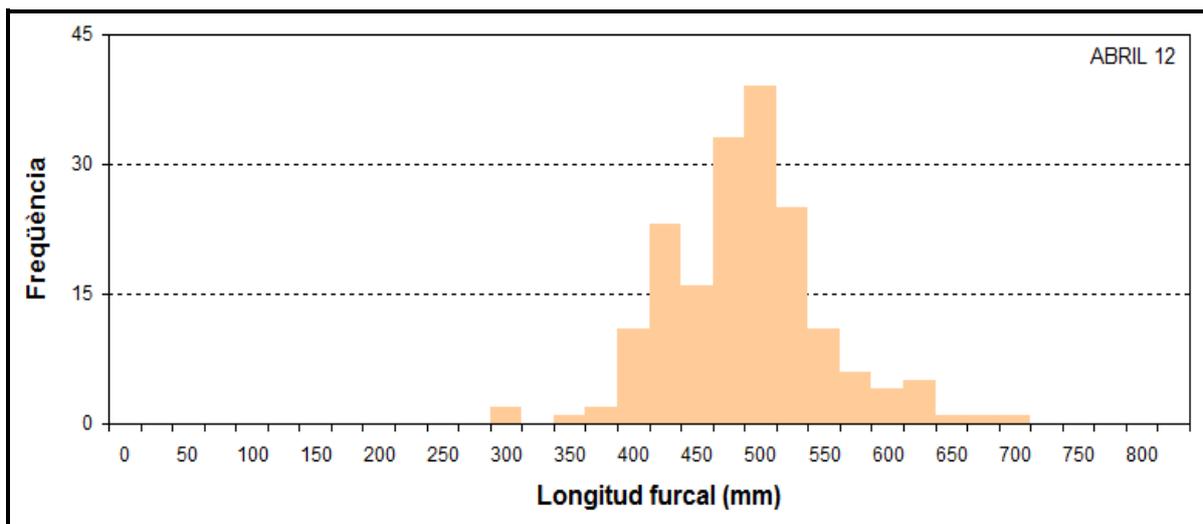


Figura 6.7.- Estructura de mides de la carpa a l'Estanyol del Vilar. Font: Consorci de l'Estany.

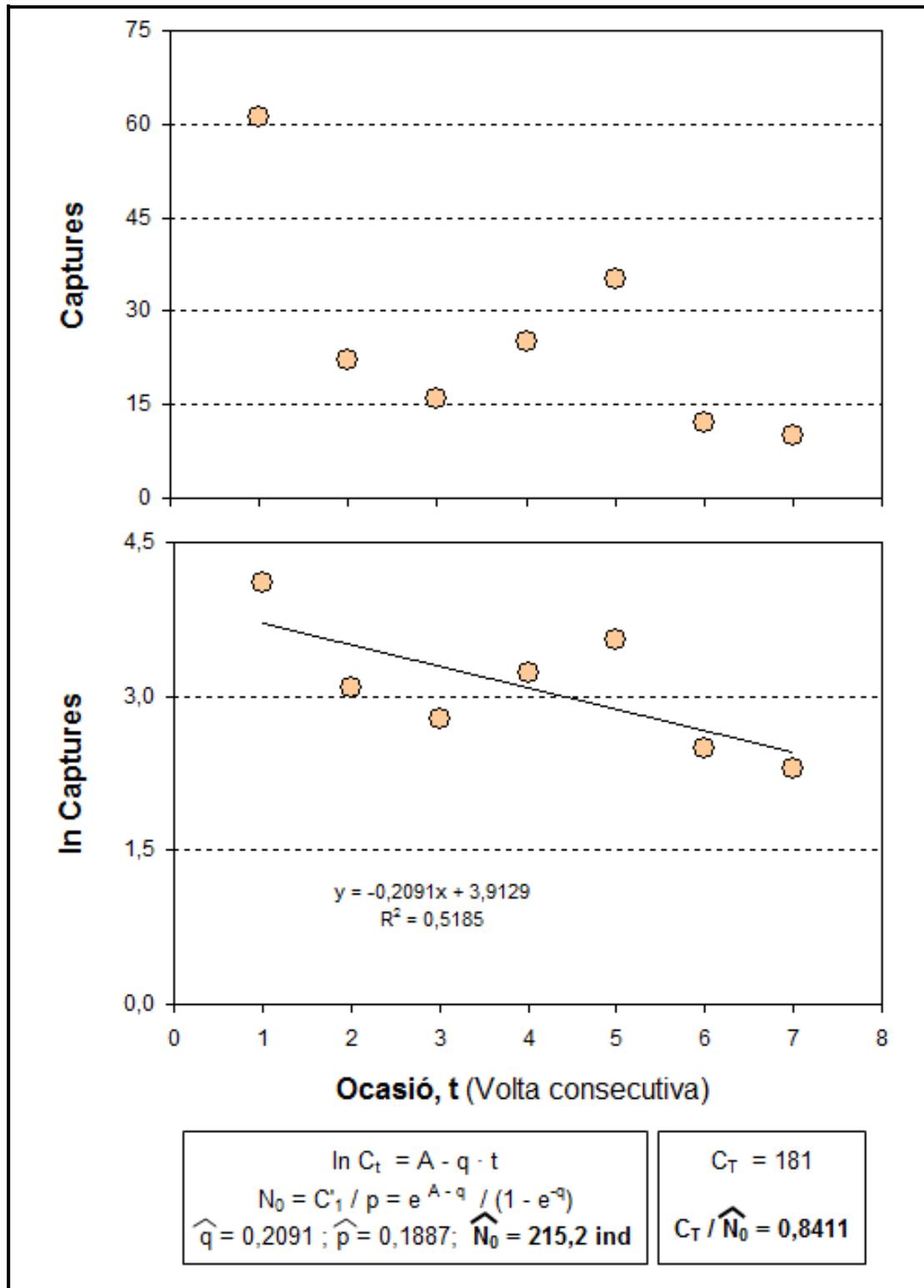


Figura 6.8.- Captures de carpa per ocasió consecutiva de pesca elèctrica durant la campanya d'abril de 2012 a l'Estanyol del Vilar, i estimació per regressió lineal de l'abundància absoluta (població inicial) en aquesta massa d'aigua. Font: Consorci de l'Estany.

7.- CONCLUSIONS

RIERES D'ENTRADA A L'ESTANY

- Les rieres d'entrada a l'estany no constitueixen un hàbitat propici per a l'establiment de grans nuclis estables de peixos exòtics. Excepte la gambúsia, que ha aconseguit colonitzar algun petit tram de la Riera de Can Morgat, la resta d'espècies presents a l'Estany o bé no hi penetren, o bé només ho fan molt ocasionalment alguns exemplars, o com a molt són presents en baixes densitats només al tram més baix del seu curs a la desembocadura a l'Estany.

ESTANY: EFICIÈNCIA DE LES TÈCNiques DE CAPTURA

- Des d'un punt de vista limnològic, l'Estany de Banyoles és un **sistema molt estable**, on les variacions principals del medi són de tipus intranual, és a dir estacional. La principal variació del medi, amb efectes sobre l'eficiència de les tècniques de captura, es dona en la temperatura i la turbolesa de l'aigua, i en menor mesura en la conductivitat de l'aigua que de tota manera es manté sempre dins un rang de valors alts.
- Comparativament, de les diverses tècniques de captura de peixos utilitzades o testades en aquest projecte, la que presenta un major **rendiment de pesca**, és a dir de captures per unitat d'esforç humà (mesurat en jornals), és la pesca elèctrica amb embarcació, seguida per aquest ordre de les trampes grans, els tresmalls, les soltes grans i els palangres. Per espècie, el rendiment màxim de pesca de la perca americana i el peix sol s'assoleix amb la pesca elèctrica. En canvi, per a la carpa i la perca el rendiment de pesca és superior amb les xarxes, per bé que també es capturen amb pesca elèctrica. En el cas de la sandra, el major rendiment s'assoleix amb trampes grans, però a l'Estany també es capturen amb les altres tècniques, excepte amb pesca elèctrica.
- Per a totes les espècies, **l'espectre de mides de les captures** és més ampli, tot i que amb mitjanes inferiors, amb la pesca elèctrica respecte altres tècniques de captura. A l'altre extrem, les soltes grans i els palangres només generen captures de gran envergadura, sobretot de carpa i sandra.
- Pel que fa a la **pesca elèctrica amb embarcació**, s'ha assolit una correcta estandardització del seu procediment operatiu, per bé que s'observa una notable variabilitat en la intensitat de pesca, vinculada a múltiples factors de tipus ambiental, majoritàriament. S'ha dut a terme una acurada descripció dels patrons de variació de l'eficiència de pesca de la perca americana i el peix sol amb aquesta tècnica, que serà de utilitat per a la planificació de futures campanyes. La principal font de variació de l'eficiència de pesca d'aquestes espècies és l'estacionalitat (mes de l'any), tot i que altres factors o variables que l'afecten són el perfil batimètric, el sector de l'estany, la potència del cinyell d'helòfits, l'annualitat, i la temperatura de l'aigua, entre altres. Per

Seguiment de peixos exòtics de l'Estany de Banyoles (LIFE NAT/E/000078)

ambdues espècies, a més, tots aquests patrons de variació canvien notablement d'un grup de mida a l'altre.

- Pel que fa a les **xarxes**, l'eficiència de pesca varia molt en funció del tipus concret de xarxa i sobretot de la seva llum de malla, però també de la disposició a l'Estany i de l'espècie. En general, amb tots els tipus de xarxes les captures són més copioses a una fondària intermèdia (5-10m). La seva eficiència, en canvi, sol ser mínima a l'hivern. Les xarxes de llum de malla petita són molt generalistes, i es capturen totes les espècies, encara que amb diferent eficiència. A l'altre extrem, les xarxes de gran llum de malla són una tècnica quasi dirigida específicament a la carpa i la sandra.

ESTANY: CONTROL INTENSIU DE PEIXOS EXÒTICS

- En total, **més de 117.000 peixos exòtics** han estat capturats i enretirats de l'Estany, corresponents a una biomassa total de 9,5 TM. Les captures s'han repartit entre 11 espècies, tot i que la major part d'exemplars (>99%) corresponen a 5 espècies. Es tracta, per ordre d'abundància, del peix sol, la perca americana, la perca, la carpa i la sandra.
- En el cas de la **perca americana**, s'ha assolit un augment gradual i sostingut de la taxa de mortalitat al llarg del projecte. Això s'ha reflectit en una forta disminució de la densitat relativa dels exemplars grans (>20cm), superior al 80% respecte l'inici del projecte, mentre que la densitat d'exemplars mitjans (10-20cm) s'ha mantingut aproximadament estable, i per contra la dels més petits (<10cm) ha augmentat aproximadament un 20%. En conseqüència, tot i que s'ha observat un augment de la longitud mitjana dels joves d'alguna de les cohorts recents probablement degut a la disminució de la densitat dels grans exemplars, la longitud mitjana de la població general d'aquesta espècie ha anat disminuint al llarg del projecte.
- Pel que fa al **peix sol**, els resultats sobre l'evolució recent de la seva població són poc clars i en tot cas poc consistents entre els diversos mètodes analítics emprats. Aparentment, la seva població s'hauria mantingut força estable tant en densitat com pel que fa a l'estructura de mides; o bé, com a molt, s'hauria produït un cert augment, temporal i no sostingut, de la densitat relativa i de la supervivència. Tant un escenari com l'altre s'hauria produït malgrat la intensa pressió de pesca a la qual s'ha sotmès aquesta espècie, i probablement s'explica per la disminució aconseguida dels grans exemplars de peixos depredadors que regulen la població de peix sol, sobretot de perca americana i potser també de sandra.
- En el cas de la **perca** i la **sandra**, espècies poc abundants a l'Estany però ben establertes, les dades disponibles no permeten determinar quina ha estat l'evolució recent de les seves poblacions, malgrat que han permès obtenir una certa caracterització de la seva estructura poblacional actual a l'Estany.
- Finalment, pel que fa a la **carpa**, s'ha aconseguit el resultat més destacable del control de peixos exòtics, amb una reducció de la seva població global superior al 85%. Aquest resultat s'ha vist afavorit per l'escàs èxit reproductor de l'espècie a l'estany, en part

Seguiment de peixos exòtics de l'Estany de Banyoles (LIFE NAT/E/000078)

degut a la introducció de nous criteris de gestió de les masses d'aigua del seu entorn específicament destinats a dificultar-hi l'establiment i el reclutament d'aquesta espècie.

ESTANYOL DEL VILAR: CONTROL INTENSIU DE PEIXOS EXÒTICS

- En total, s'hi han capturat i enretirat més de 10.000 peixos exòtics, corresponents a una biomassa total de 0,6 TM. Les captures s'han repartit entre 5 espècies, tot i que la major part d'exemplars (>99%) corresponen a 3 espècies: perca americana, peix sol i carpa, per ordre d'abundància.
- En el cas de la perca americana, s'ha aconseguit una disminució gradual dels estocs d'exemplars mitjans i grans, fins assolir una reducció central del 60%; en canvi, els exemplars petits (<10cm) d'aquesta espècie han duplicat la seva densitat absoluta. Pel peix sol, s'ha aconseguit una reducció superior al 50% de l'estoc des grans exemplars (>12,5cm), mentre que la densitat dels exemplars de mida petita i mitjana ha augmentat. La carpa ha estat pràcticament eradicada de l'estanyol, gràcies al fet que no s'hi reproduïx de forma efectiva, fet que no li ha permès compensar les captures acumulades en el marc de les campanyes de control.

8.- RECOMANACIONS DE GESTIÓ I CRITERIS DE PLANIFICACIÓ DE NOVES CAMPANYES DE CONTROL DE PEIXOS EXÒTICS

RECOMANACIONS DE GESTIÓ DE L'ESPAI NATURAL

A continuació s'aporta una relació, per blocs tipològics, de recomanacions generals de gestió a tenir en compte per a seguir progressant en la mitigació dels efectes dels peixos exòtics i altra fauna aquàtica exòtica sobre la biodiversitat i funcionament dels ecosistemes de l'Estany de Banyoles, i per a la recuperació i la conservació dels peixos autòctons i altra fauna aquàtica autòctona:

Gestió de la pesca

- Mantenir la pesca amb mort de les espècies exòtiques.
- Mantenir i si cal intensificar la vigilància sobre aquesta activitat, i especialment sobre les actuacions il·lícites i amb major risc, com ara l'ús d'esquer viu o d'aparells prohibits, o bé el trasllat de peixos vius d'una banda a l'altra.
- Evitar l'accés dels pescadors a sectors del litoral on la pesca no és permesa, i evitar la seva entrada a l'aigua, pràctica actualment prohibida.
- Realitzar campanyes de conscienciació sobre els valors originals de l'Estany, especialment sobre el poblament de peixos i d'altra fauna aquàtica.

Actuacions de conservació

- Recuperació de la connectivitat fluvial de l'Estany amb la conca del riu Terri, mitjançant la construcció de dispositius de passos per a peixos en punts estratègics dels recs de sortida.
- Supervisió tècnica per part d'especialistes de qualsevol projecte o intervenció que afecti directament als hàbitats dels peixos de l'Estany i la resta de petites masses d'aigua del seu entorn.
- Millores puntuals estratègiques d'hàbitats litorals de l'Estany adequats per a les espècies autòctones.
- Gestió de les masses d'aigua somes (recs i llacunes) més properes a l'Estany, encaminada a evitar l'establiment o el reclutament massiu d'espècies exòtiques, i molt en especial de la carpa, mitjançant l'establiment de barreres de peixos en punts estratègics, o bé a través d'una gestió del nivell d'aigua tendent a afavorir la dessecació temporal i recurrent.

Usos esportius i de lleure

- Evitar el bany descontrolat que ocasionalment encara es produeix en sectors on no està permès.
- Limitar l'accés d'embarcacions recreatives, com ara piragües o barques de passeig, al litoral.

Seguiment i estudi del poblament de peixos

- Sense un coneixement precís de l'objectiu de gestió no es pot fer una planificació adequada d'aquesta mateixa gestió. Per tant, resulta imprescindible la realització, almenys, de campanyes de seguiment i monitoratge de les poblacions de peixos de l'Estany, inclosos els exòtics. També seria desitjable incrementar el coneixement, mitjançant estudis específics puntuals, sobre alguns aspectes relacionats amb la biologia i l'ecologia a la zona de les espècies més abundants, o bé, en el cas de les autòctones, de les més amenaçades. Alhora, s'hauria de seguir experimentant amb nous mètodes i procediments per a maximitzar l'eficiència del control de peixos exòtics.

CRITERIS DE PLANIFICACIÓ DE NOVES CAMPANYES DE CONTROL DE PEIXOS EXÒTICS

A continuació es sintetitzen els principals criteris a tenir en compte en la planificació de futures campanyes de control de peixos a l'Estany de Banyoles i el seu entorn, a fi d'aconseguir mantenir, o fins i tot millorar, els resultats assolits al llarg del projecte Estany:

- ESPÈCIE DE REFERÈNCIA PRINCIPAL: Perca americana.
- ESPÈCIES DE REFERÈNCIA SECUNDÀRIES: Peix sol, carpa, perca i sandra.
- TÈCNICA DE PESCA PREFERENT: Pesca elèctrica amb embarcació.
- TÈCNiques DE PESCA COMPLEMENTÀRIES: Grans trampes i palangres.
- ESFORÇ DE PESCA (MÍNIM ANUAL): 2 campanyes senceres de pesca elèctrica amb barca, cada una al llarg de tot el litoral de l'Estany; 15 jornades de pesca amb palangre (100 hams per dia, mín.); 6 mesos de pesca passiva amb grans trampes (10 trampes, mín.); 1 campanya de pesca elèctrica a l'estanyol del Vilar, de tres jornades.
- ESFORÇ DE PESCA (ÒPTIM ANUAL): 4 campanyes senceres de pesca elèctrica amb barca, cada una al llarg de tot el litoral de l'Estany; 25 jornades de pesca

Seguiment de peixos exòtics de l'Estany de Banyoles (LIFE NAT/E/000078)

amb palangre (100 hams per dia, mín.); 6 mesos de pesca passiva amb grans trampes (25 trampes, mín.); 2 campanyes de pesca elèctrica a l'estanyol del Vilar, de tres jornades.

- ÈPOCA DE PESCA (ÒPTIMA): pesca elèctrica: d'abril a juliol; palangres i grans trampes: maig a setembre.
- ÈPOCA DE PESCA (SUBÒPTIMA): pesca elèctrica: d'agost a novembre; palangres i grans trampes: abril i octubre.

L'aplicació d'aquests criteris sempre ha de ser d'acord amb protocols més amplis que entrin a precisar amb detall procediments, tècniques, cronogrames, etc. Com a referència bàsica es prendrà el protocol preparat específicament en el marc d'aquest projecte per al control de peixos exòtics, si més no mentre no sigui revisat i actualitzat.

10.- BIBLIOGRAFIA

- DOADRIO, I. (ed). 2001. *Atlas y libro rojo de los peces continentales de España*. CSIC-Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- DOADRIO, I., PEREA, S., GARZÓN-HEYDT, P., GONZÁLEZ, J. L. (2011). *Ictiofauna Continental Española. Bases para su seguimiento*. Dirección General Medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid. 610 pp.
- GARCÍA-BERTHOU, E. 1994. *Ecología alimentària de la comunitat de peixos de 'Estany de Banyoles*. Tesi doctoral. Universitat de Girona.
- GARCÍA-BERTHOU, E. & MORENO-AMICH, R. 2000. Introduction of exotic fish into a Mediterranean lake over a 90-year period. *Arch. Hydrobiol.*, 149: 271-284.
- IUCN (01/11/2012). *Red List of Threatened Species*. <http://www.iucnredlist.org>
- KOTTELAT M. y FREYHOF J. 2007. *Handbook of European Freshwater Fishes*. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany.
- MORENO-AMICH, R., GARCÍA-BERTHOU, E., VILA, A. & BOIX, D. 1992. *Estudi de les poblacions piscícoles de l'Estany de Banyoles. Avaluació y distribució espacial*. Informe a l'Ajuntament de Banyoles. 90 p.
- MORENO-AMICH, R., POU-ROVIRA, Q., VILA-GISPERS, A., ZAMORA, L., & GARCIA-BERTHOU, E. 2006. Fish ecology in Lake Banyoles (NE Spain): a tribute to Ramon Margalef. *Limnetica* 25(1-2): 321-334.
- POU-ROVIRA, Q. 1998. *Avaluació de tècniques de mostreig y disseny mostral per a un estudi d'ecologia de poblacions dels peixos a l'estany de Banyoles*. Treball de Recerca. Universitat de Girona.
- POU-ROVIRA Q. 2004. *Ecologia demogràfica de la perca americana (Micropterus salmoides) a l'Estany de Banyoles*. Tesi doctoral. Universitat de Girona.
- POU-ROVIRA Q., VILA N. y L. ZAMORA 2005. *Els Peixos de l'Estany de Banyoles*. Col·lecció guies de natura de l'Estany. Banyoles.
- POU-ROVIRA Q., FEO, C., GASCÓN, S., SALA, J., BOIX, D., CLAVERO, M. y L. ZAMORA 2007. Estat de conservació de la bavosa de riu (*Salaria fluviatilis*) y les nàiades al Pla de l'Estany. *Informe final. Edició 2005 beca Joaquim de Palmada i Teixidor*. Consell Comarcal del Pla de l'Estany i Centre d'Estudis Comarcals de Banyoles
- POU-ROVIRA Q., CAMPOS, M. i I. CAMÓS 2012. *Diagnosis del estado de conservación del fraile (Salaria fluviatilis) en el lago de Banyoles, y seguimiento de actuaciones*. Consorci de l'Estany. Informe per a la Fundació Biodiversidad en el marc del projecte "Conservación del fraile (*Salaria fluviatilis*) y otras especies amenazadas de fauna acuática en el lago de Banyoles".
- SOSTOA, A., APARICIO, E., CASALS, F., OLMO, J.M., VARGAS, M.J. i VINYOLÉS, D. 1995. *Estat actual de les poblacions de peixos continentals en perill d'extinció a Catalunya*. Informe del Departament de Biologia Animal, Facultat Biologia, (Universitat de Barcelona) per al Dept. de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya.
- SOSTOA, A. et al. 1990. *Història natural dels Països Catalans. 11. Peixos*. Enciclopèdia Catalana. Barcelona.
- VILA-GISPERS, A. 1996. *Estratègies reproductives de les espècies íctiques de les famílies Cantrarchidae y Cyprinidae a l'Estany de Banyoles*. Tesi doctoral. Universitat de Girona.

VILA-GISPert, A. Y MORENO-AMICH, R. 1998. Seasonal abundance and depth distribution of *Blennius fluviatilis* and introduced *Lepomis gibbosus*, in Lake Banyoles (Catalonia, Spain). *Hydrobiologia*, 386: 95-101.

ZAMORA, L. i POU-ROVIRA, Q. 2003. *Noves introduccions i poblament actual de peixos a l'Estany de Banyoles*. *Butlletí de la Institució d'Història Natural*, 71: 135-139.

ZAMORA, L. 2004. *Distribució espacial i ús de l'hàbitat de la comunitat de peixos a l'estany de Banyoles*. Tesi doctoral. Universitat de Girona.