

5.- RESULTATS: ESTANY

5.1.- EFICIÈNCIA DE LES TÈCNIQUES DE CAPTURA

5.1.1.- CONDICIONS ABIÒTIQUES

Diversos factors i condicions abiòtiques del medi tenen un efecte directe sobre l'eficiència de les tècniques de captura de peixos. Estan relacionats sobretot amb les condicions físiques i químiques de l'aigua: temperatura, conductivitat, terbolesa, etc.

Durant les campanyes de control de peixos a l'Estany de Banyoles s'han pres mesures d'algunes d'aquestes variables, per a cada pesca, o com a mínim una vegada per a cada sector i data on s'ha treballat. Tenint en compte el coneixement previ sobre la pesca científico-tècnica en el cas concret de l'Estany de Banyoles, aquestes mesures s'han restringit a la temperatura i la conductivitat superficials de l'aigua. Ambdues variables tenen una forta incidència sobre l'eficiència de la pesca elèctrica; alhora, les variacions en la temperatura expliquen els canvis estacionals en l'activitat dels peixos i l'ús de l'hàbitat, i per tant de retruc també de l'eficiència de totes les tècniques de captura, encara que amb afectacions diverses.

L'Estany de Banyoles és un sistema altament estable, on el gruix de la variació de les condicions ambientals té un clar caràcter estacional. En el cas de la temperatura s'observen fortes variacions estacionals, molt regulars d'un any a l'altre (Figura 5.1.1). També s'hi observen irregularitats notables respecte la tendència central marcada per les mitjanes interanuals: així, s'observen pics alts o baixos respecte la mitjana sobretot entre abril i agost, quan l'aigua s'escalfa gradualment fins a assolir el màxim anual a ple estiu. En canvi, al llarg del període d'anàlisi (2010-2013) no s'observa cap diferència significativa en la mitjana tèrmica anual, i per tant cap evidència de tendència interanual.

Pel que fa a la conductivitat, entre els anys 2010 i 2014, no apareix cap patró clar de variació estacional, però sí de variació interanual. Sempre dins un rang de valors alts (0,9-1,6 mS/cm), la conductivitat superficial ha anat disminuint al llarg del projecte, per tornar a remuntar durant els darrers mesos, situant-se aproximadament en els valors inicials. Aquest patró probablement té relació amb les variacions en el règim d'entrada d'aigua de l'aquífer i de les escorrenties superficials que drenen directament cap a l'Estany.

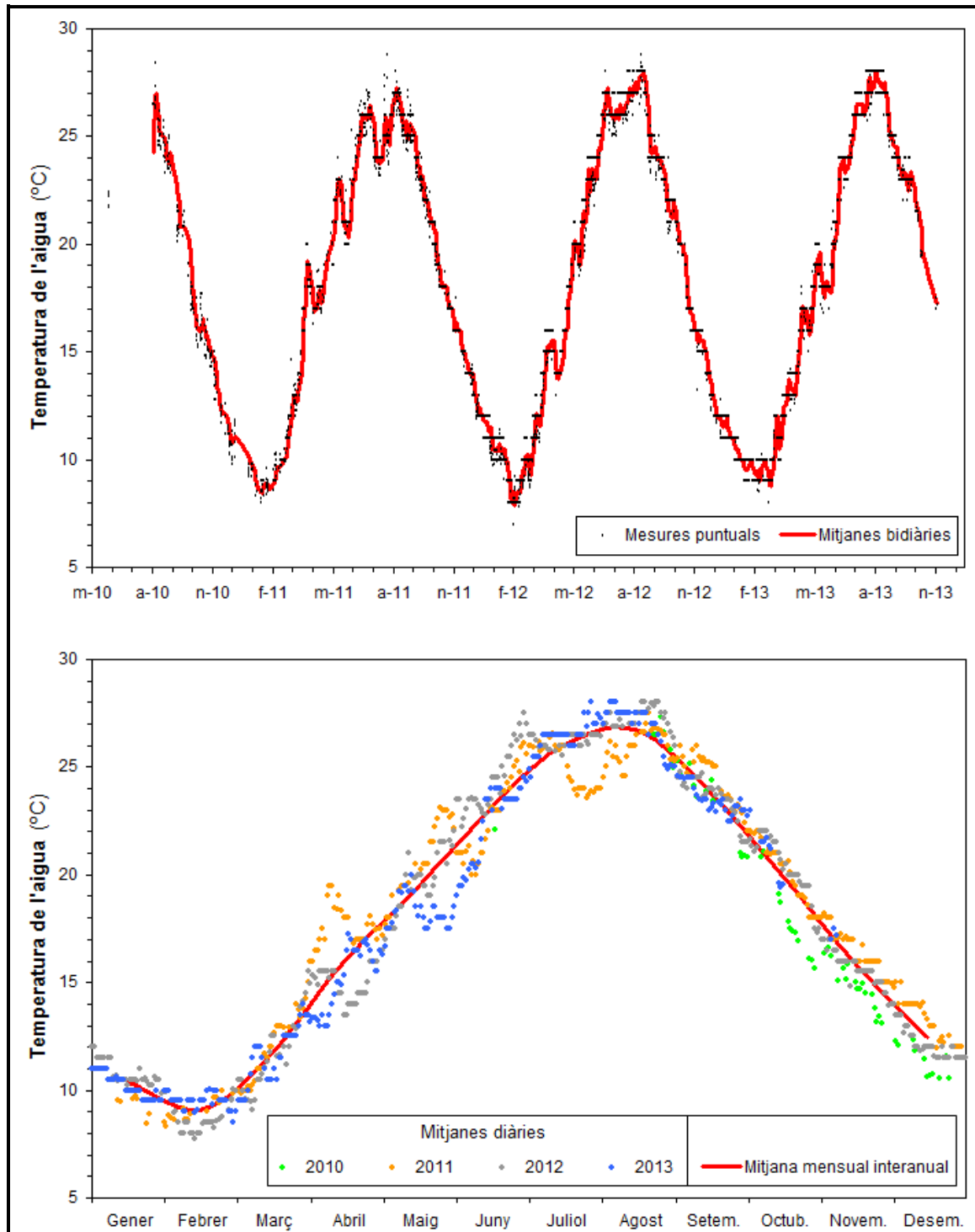


Figura 5.1.1.- Evolució de la temperatura superficial de l'aigua a l'Estany de Banyoles entre 2010 i 2013. Font: Consorci de l'Estany.

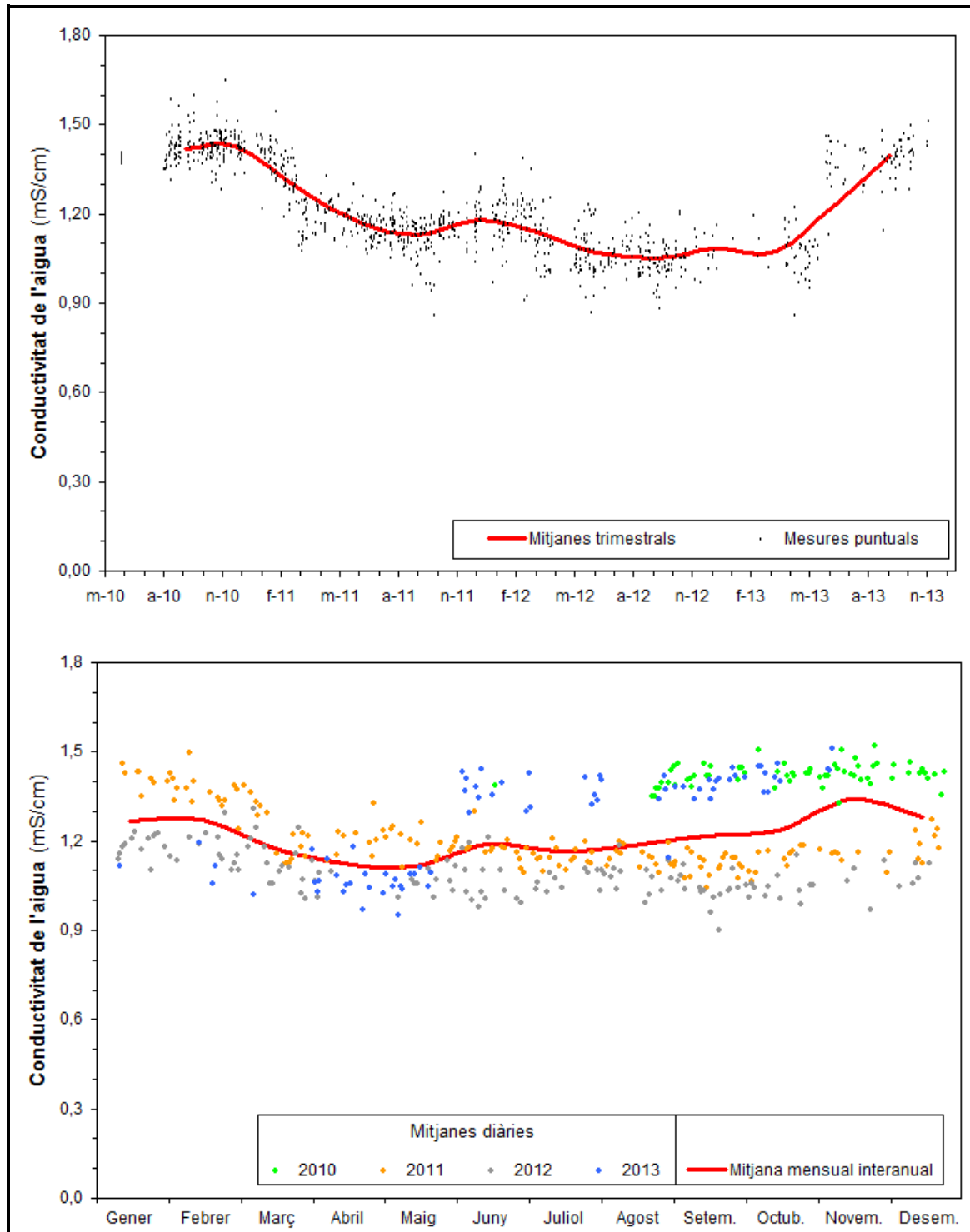


Figura 5.1.2.- Evolució de la temperatura superficial de l'aigua a l'Estany de Banyoles entre 2010 i 2013. Font: Consorci de l'Estany.

5.1.2.- EFICIÈNCIA COMPARADA PER TÈCNICA

Rendiment de pesca

Per a poder comparar les eficiències de pesca per tècnica de captura, abans cal estandarditzar l'esforç mitjançant l'aplicació d'unitats comparables. Atès que es tracta de tècniques diverses, l'única forma possible de fer això és mitjançant l'aplicació d'unitats d'esforç humà, o de dedicació de temps, partint de l'experiència pràctica acumulada en el marc d'aquest projecte (Taula 5.1).

En general, a l'Estany de Banyoles el major rendiment de pesca, entès com les captures per jornal de treball (unitat d'esforç humà), s'assoleix amb la pesca elèctrica amb embarcació, seguit en aquest ordre per les trampes grans, els tresmalls petits (llum de malla interna 2cm), els tresmalls grans (llum de malla interna 3,8cm), les soltes grans (llum de malla interna > 6cm), i finalment els palangres (Figura 5.1.3). Evidentment, aquests resultats depenen sobretot de la mida mitjana de les captures, que també varia entre tècniques de captura i espècies (Figura 5.1.4). Tant per la perca americana com pel peix sol, les dues espècies exòtiques més abundants a l'Estany, el rendiment de pesca és molt més alt amb la pesca elèctrica respecte qualsevol altra tècnica de captura; de fet amb algunes altres tècniques (palangres, tresmalls grans i soltes grans) les captures d'aquestes dues espècies són nul·les o gairebé nul·les. En el cas de la carpa, en canvi, el rendiment de pesca és major amb les soltes grans i els tresmalls grans, força menor amb la pesca elèctrica i les trampes grans, i nul amb els palangres. La perca es captura principalment amb tresmalls, grans o petits, i només ocasionalment amb altres tècniques (pesca elèctrica i trampes grans). Finalment, les tècniques de captura més efectives per a la sandra, en relació a l'esforç mesurat en jornals, són les trampes, les soltes grans i els palangres, mentre que el rendiment amb tresmalls per aquesta espècie és quasi la meitat, i la pesca elèctrica és pràcticament ineficaç per a la seva pesca.

La variació estacional en el rendiment de pesca també és notable. Amb la major part de tècniques, el rendiment global és màxim entre finals de primavera i pic d'estiu, i mínim a l'hivern (Figura 5.1.5). En el cas de la pesca elèctrica, el rendiment global de pesca és clarament més alt a finals de primavera, quan s'assoleixen valors 1,5 vegades més alts que a l'hivern, aproximadament. Les dades disponibles mostren un patró semblant per a les trampes grans. En canvi, en el cas de les xarxes de qualsevol tipus, el rendiment global és màxim a pic d'estiu, assolint valors entre 1 i 2 vegades més alts que a l'hivern. Tanmateix, aquests resultats s'han de matisar espècie per espècie. Així, en el cas de la perca americana

s'observa un patró clarament bimodal en el seu rendiment de pesca amb pesca elèctrica, amb pics màxims a finals de primavera i d'estiu (maig i setembre), i mínims a pic d'hivern i d'estiu (febrer i agost), tot i que el mínim d'estiu no és tant baix (Figura 5.1.6). Per aquesta espècie, les altres tècniques de captura semblen mostrar un patró estacional similar en el seu rendiment.

Pel que fa al peix sol, en canvi, tan sols s'observa un màxim clar en el perfil estacional del rendiment amb pesca elèctrica (juny), amb un valor mitjà situat unes 2,5 vegades per sobre el mínim (novembre) (Figura 5.1.7). Amb les altres tècniques de captura s'observa un patró de variació estacional en el rendiment també molt semblant.

Per a la perca, la sandra i la carpa, no s'observen patrons estacionals gaire ben definits en el rendiment de pesca (Figures 5.1.8, 5.1.9 i 5.1.10). Amb tot, en el cas de la perca, almenys per a la pesca elèctrica, s'observa un possible màxim a l'estiu. En canvi, en el cas de la carpa, aquest màxim sembla situar-se a la primavera.

Espectre de mides

L'espectre global de mides per espècie de les captures a l'Estany (Figura 5.1.11), explica en part els resultats del rendiment de pesca per tècnica de pesca. Per a la major part d'espècies, la mitjana de longitud més baixa de les captures correspon a la pesca elèctrica, tot i que al mateix temps és la tècnica de captura que genera un espectre de longituds més ample (Figures 5.1.12 a 5.1.14). En contraposició, les captures amb palangres són les més grans, pel que fa a la mida mitjana. Amb les xarxes, com era d'esperar, es dona un clar gradient en la longitud mitjana de les captures en funció de la llum de malla, excepte per a la carpa, per a la qual no hi ha pràcticament diferència. Finalment, les trampes grans solen capturar exemplars més aviat mitjans, de mida mitjana similar o bé lleugerament més alta respecte les captures amb tresmallts petits, excepte novament per a la carpa, ja que els exemplars capturats a les trampes d'aquesta espècie han estat molt petits en relació a la resta de tècniques.

Tota aquesta informació és rellevant per a la planificació de futures campanyes de control poblacional de peixos exòtics a l'Estany. Així, per exemple, la captura de perca americana i peix sol, de qualsevol grup de mida, és molt més eficient amb pesca elèctrica, mentre que els palangres són molt eficients per a la captura selectiva de grans exemplars reproductors de sandra, o els tresmallts grans de grans exemplars reproductors de perca.

Tècnica	ESFORÇ A (mesura òptima)		Unitats mostrals bàsiques (UM)		Esforç per jornada de brigada	ESFORÇ B (homogeneïtzat)		Equivalència
	Tipus	Unitats	Tipus	Grandària		Tipus	Unitats	
Pesca elèctrica	Temps d'aplicació estandarditzada	Hores	Pesques al llarg de trams fixos del litoral de l'Estany	1 tram. Temps mitjà de pesca: 0,71 hores (Err. est.: 0,23 hores)	4 UM	Esforç humà	Jornals	Esforç A vs Esforç B 2 jornals = 4 UM
Trampes grans	Temps per trampa calada	Dies / trampa	Trampes fixes a revisar periòdicament	1 trampa a revisar setmanalment	20 UM	Esforç humà	Jornals	2 jornals = 20 UM
Tresmallis petits	Temps per superfície calada	Dies / m ²	Peces calades per separat	Peça de 50X1m, calada durant 1 dia	5 UM	Esforç humà	Jornals	2 jornals = 5 UM
Tresmallis grans	Temps per superfície calada	Dies / m ²	Peces calades per separat	Peça de 100X1m, calada durant 1 dia	6 UM	Esforç humà	Jornals	2 jornals = 6 UM
Soltes grans	Temps per superfície calada	Dies / m ²	Peces calades per separat	Peça de 200X2m, calada durant 1 setmana	8 UM	Esforç humà	Jornals	2 jornals = 8 UM
Palangres	Número d'hams calats	Hams	Línies de grans hams	línia de 25 hams, calada durant 1 dia	4 UM	Esforç humà	Jornals	2 jornals = 4 UM

Tabla 5.1.- Descripció de les mesures de l'esforç de pesca per tècnica de captura, i uniformització per a establir comparacions dels resultats entre aquestes tècniques. Font: elaboració pròpia a partir de dades originals.

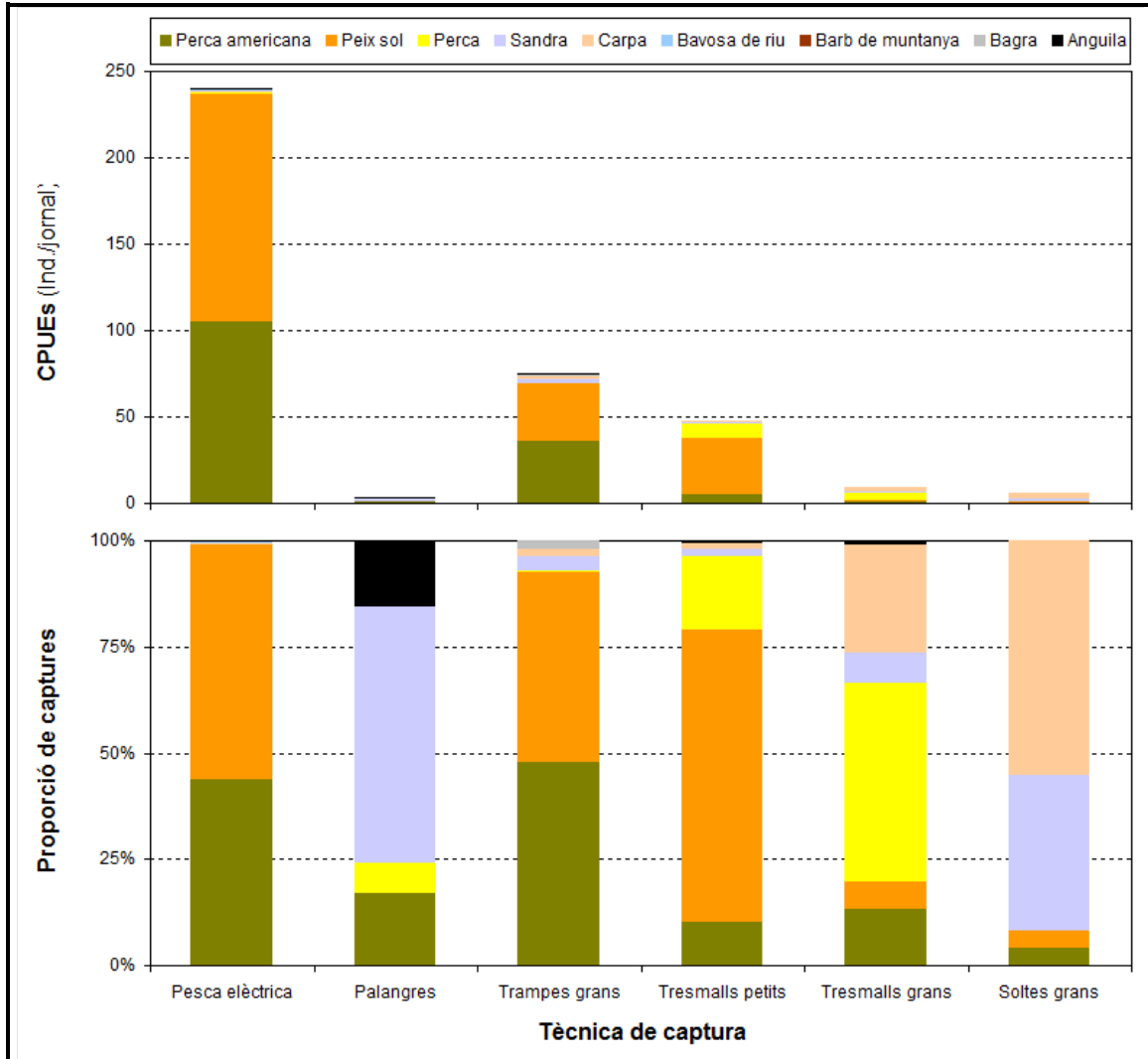


Figura 5.1.3.- Rendiment de pesca en el marc de les campanyes de control de peixos exòtics a l'Estany, per tècnica de captura. Font: Consorci de l'Estany.

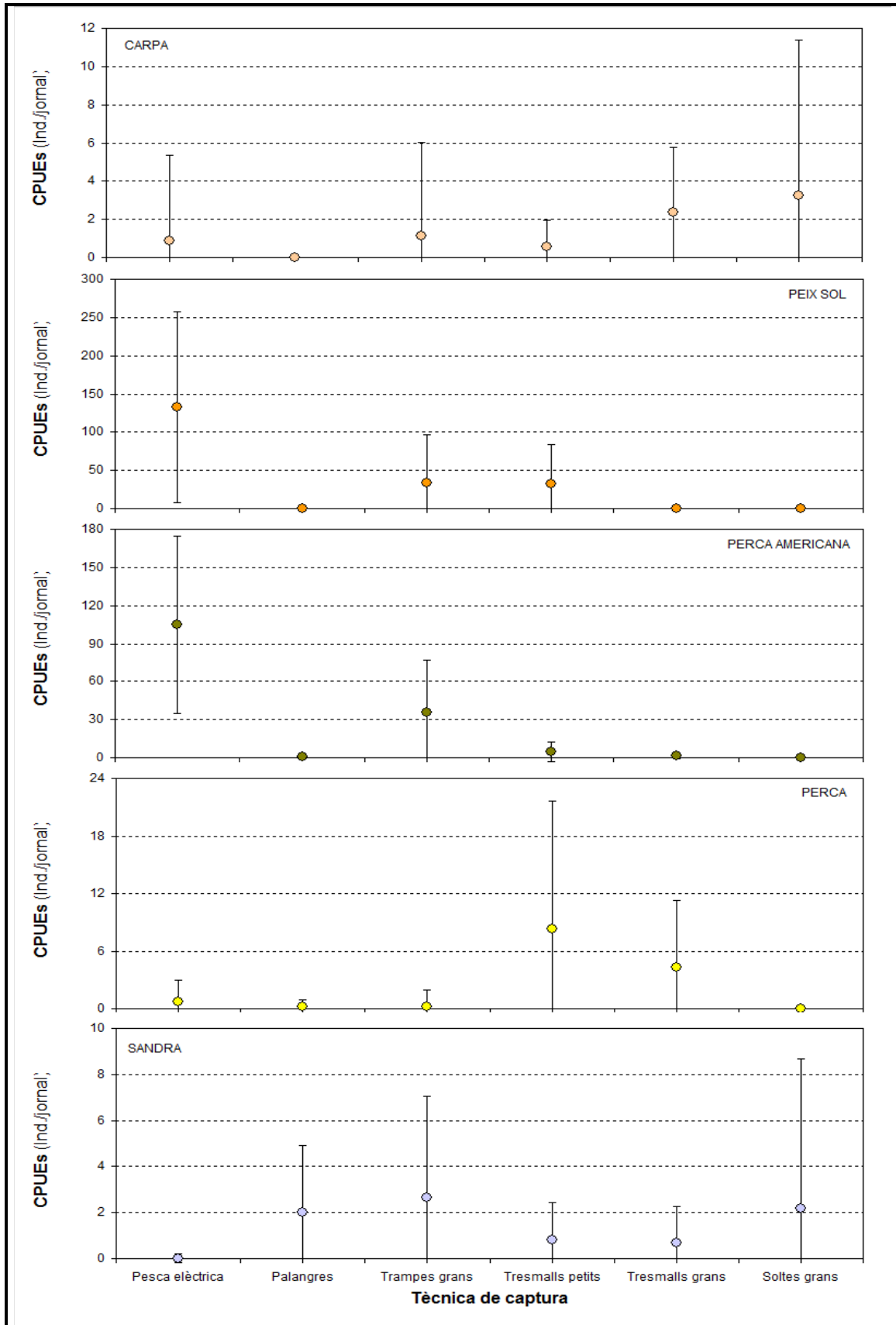


Figura 5.1.4.- Rendiment mitjà de pesca en el marc de les campanyes de control de peixos exòtics a l'Estany, per tècnica de captura i espècie. Les barres representen l'error estàndard. Font: Consorci de l'Estany.

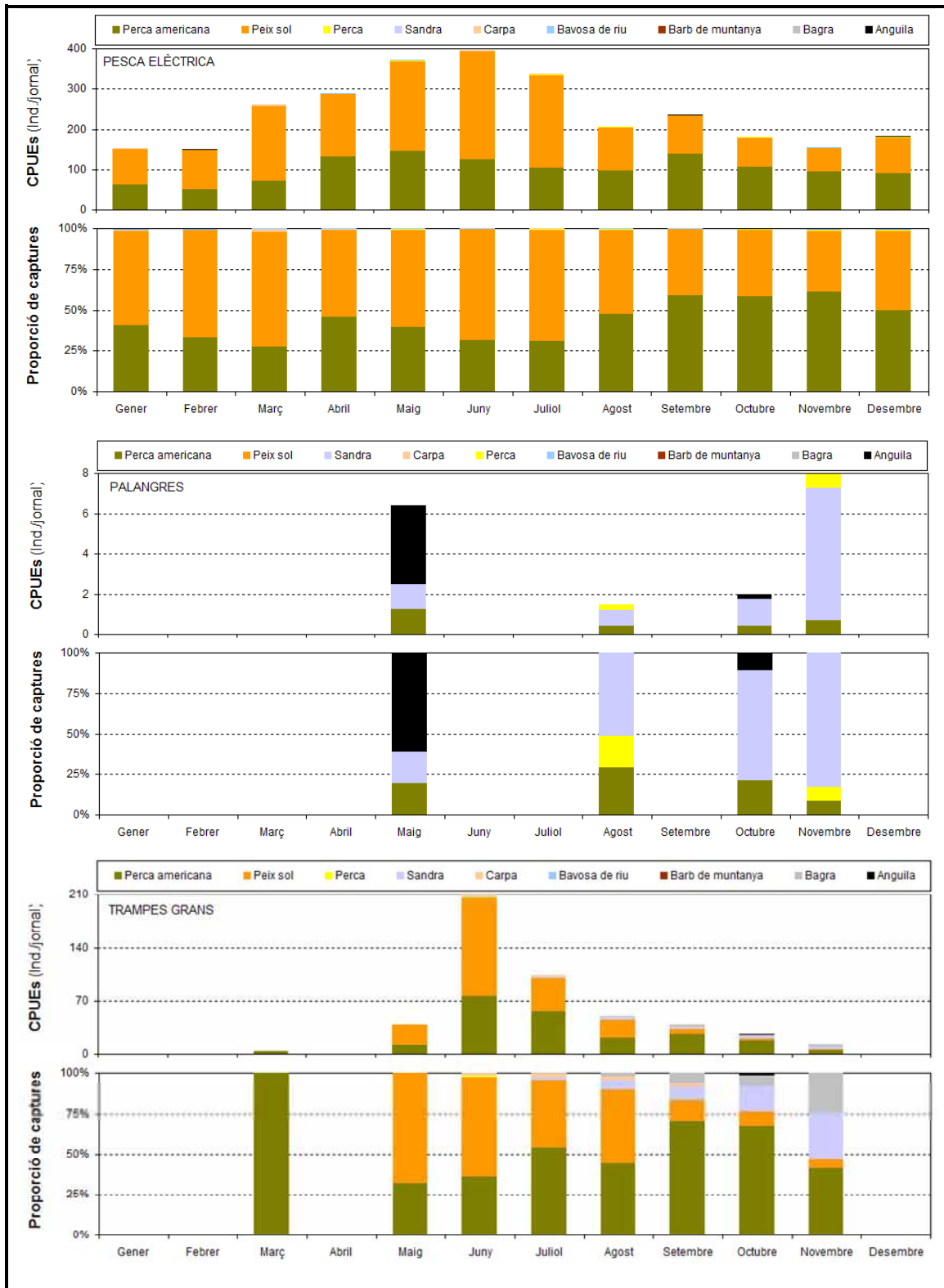


Figura 5.1.5-A.- Evolució estacional del rendiment de pesca en el marc de les campanyes de control de peixos exòtics a l'Estany, per tècnica de captura. Font: Consorci de l'Estany.



Figura 5.1.5-B.- Evolució estacional del rendiment de pesca en el marc de les campanyes de control de peixos exòtics a l'Estany, per tècnica de captura. Font: Consorci de l'Estany.

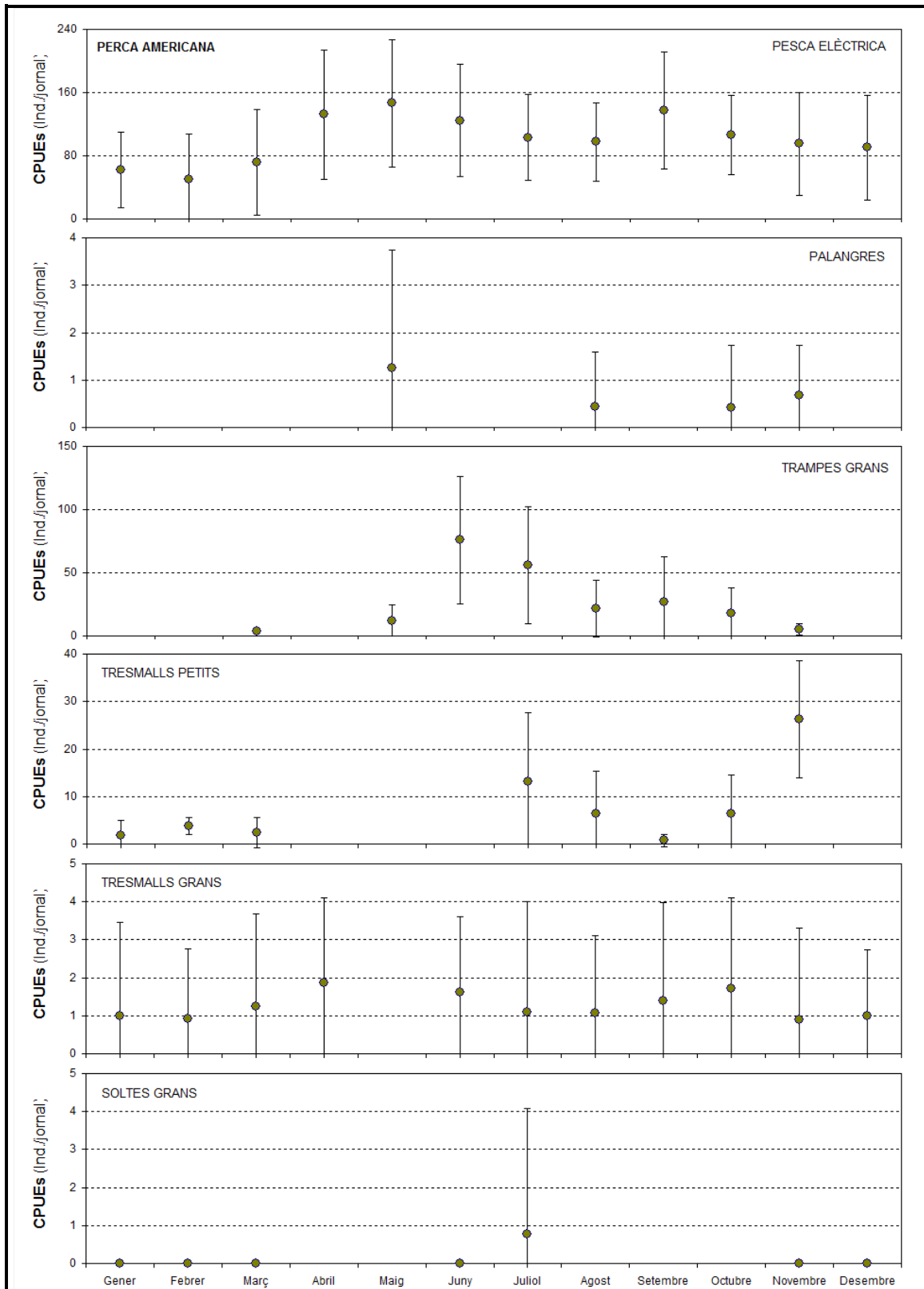


Figura 5.1.6.- Evolució estacional del rendiment de pesca de la perca americana, en el marc de les campanyes de control de peixos exòtics a l'Estany, per tècnica de captura. Font: Consorci de l'Estany.

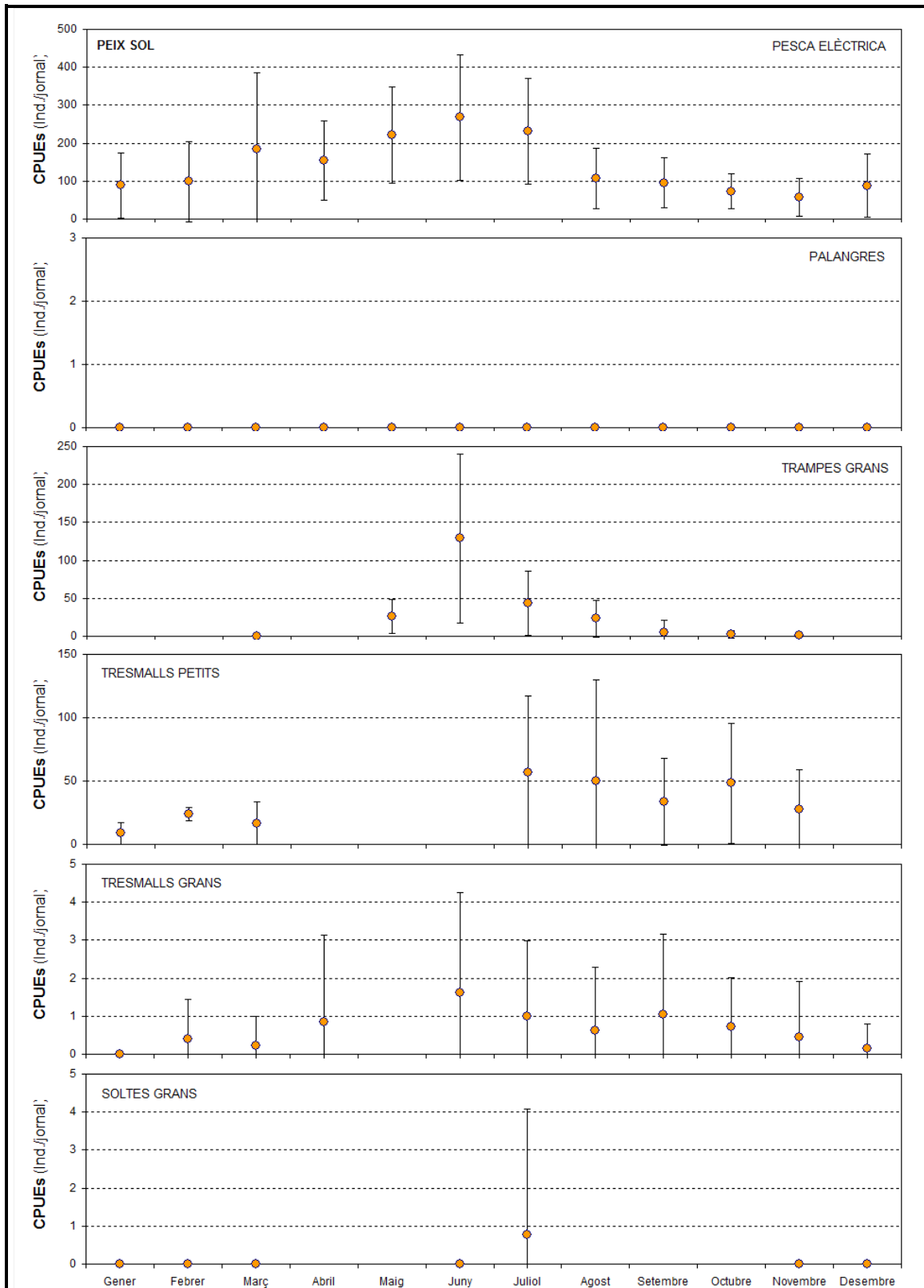


Figura 5.1.7.- Evolució estacional del rendiment de pesca del peix sol, en el marc de les campanyes de control de peixos exòtics a l'Estany, per tècnica de captura. Font: Consorci de l'Estany.

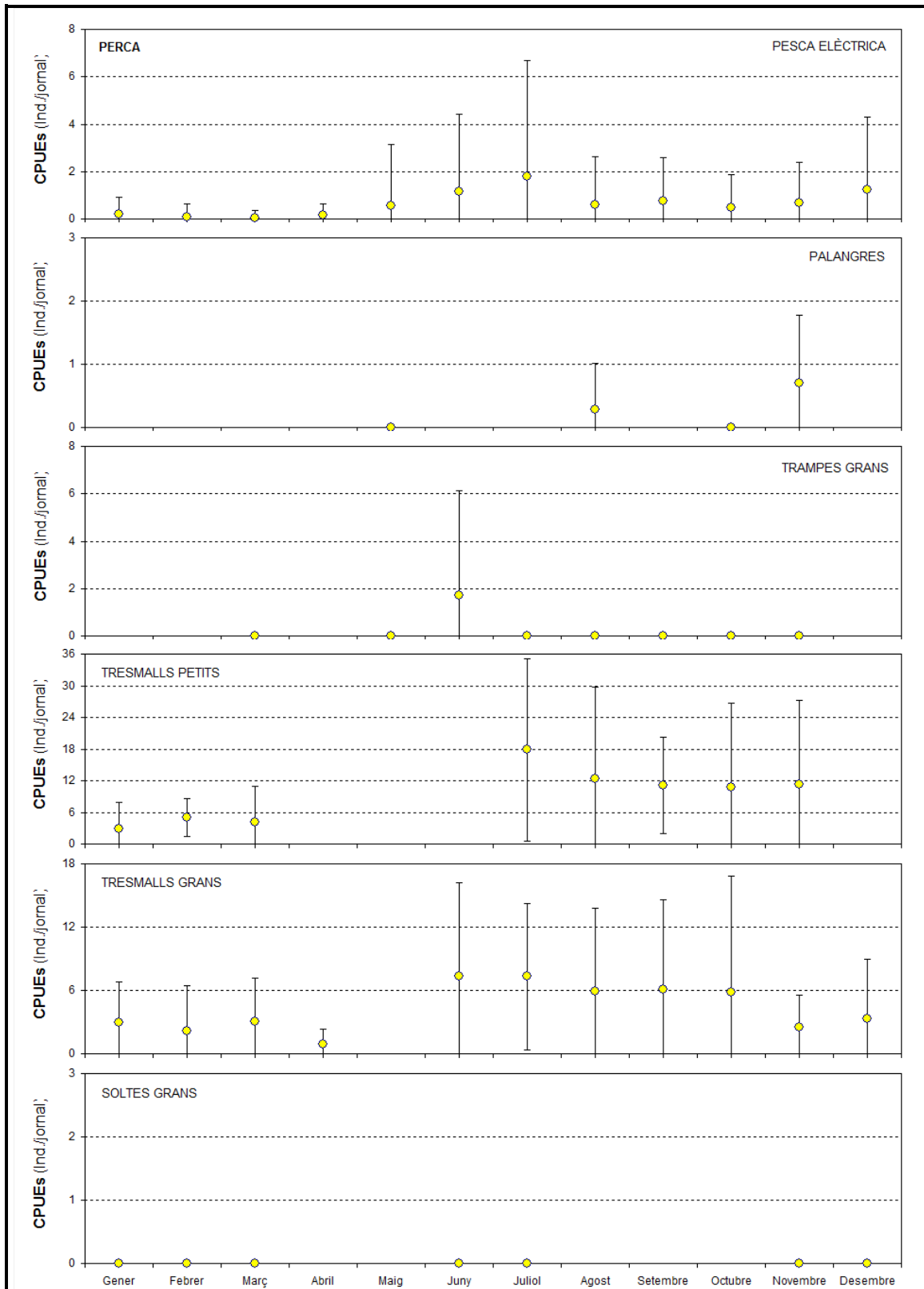


Figura 5.1.8.- Evolució estacional del rendiment de pesca de la perca, en el marc de les campanyes de control de peixos exòtics a l'Estany, per tècnica de captura. Font: Consorci de l'Estany.

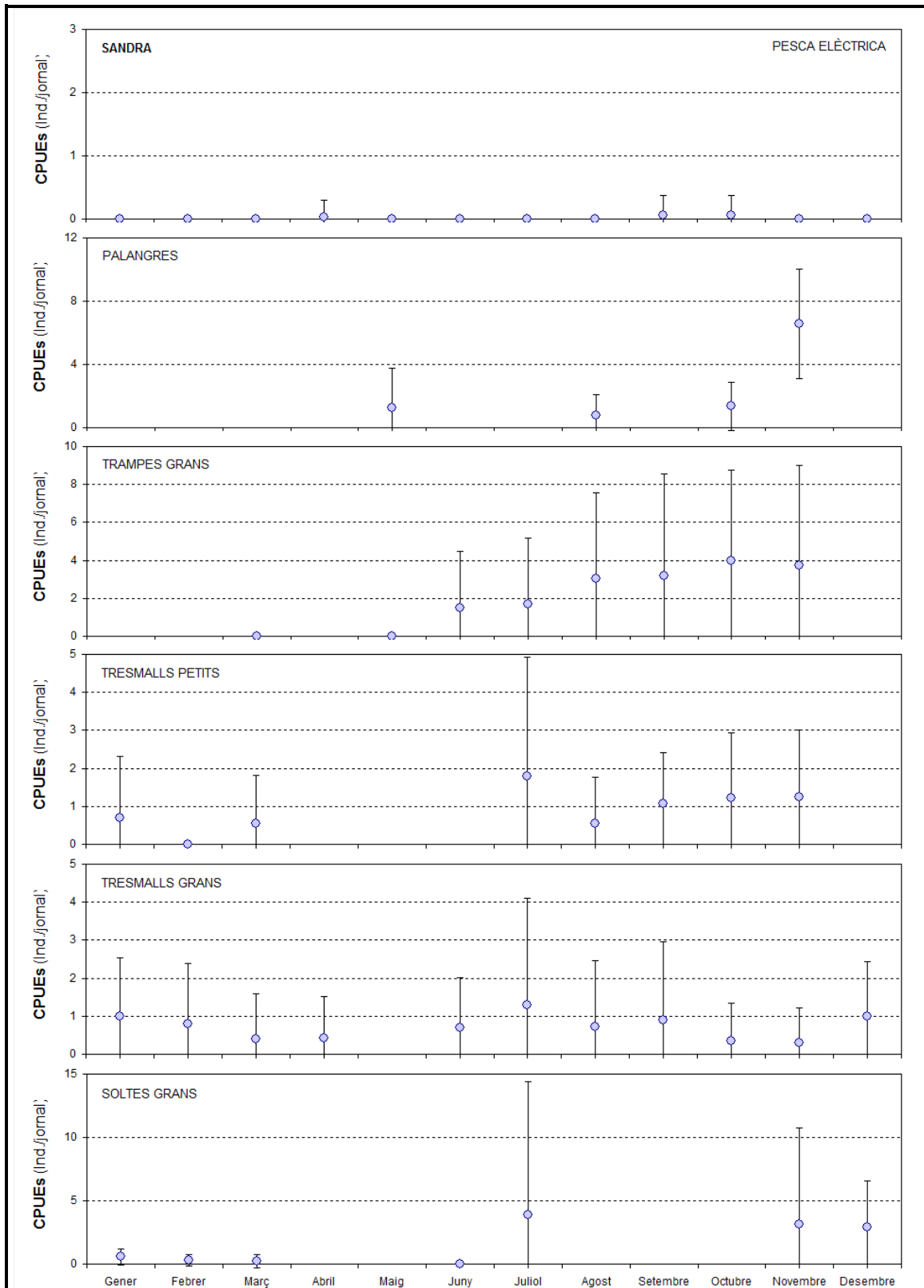


Figura 5.1.9.- Evolució estacional del rendiment de pesca de la sandra, en el marc de les campanyes de control de peixos exòtics a l'Estany, per tècnica de captura. Font: Consorci de l'Estany.

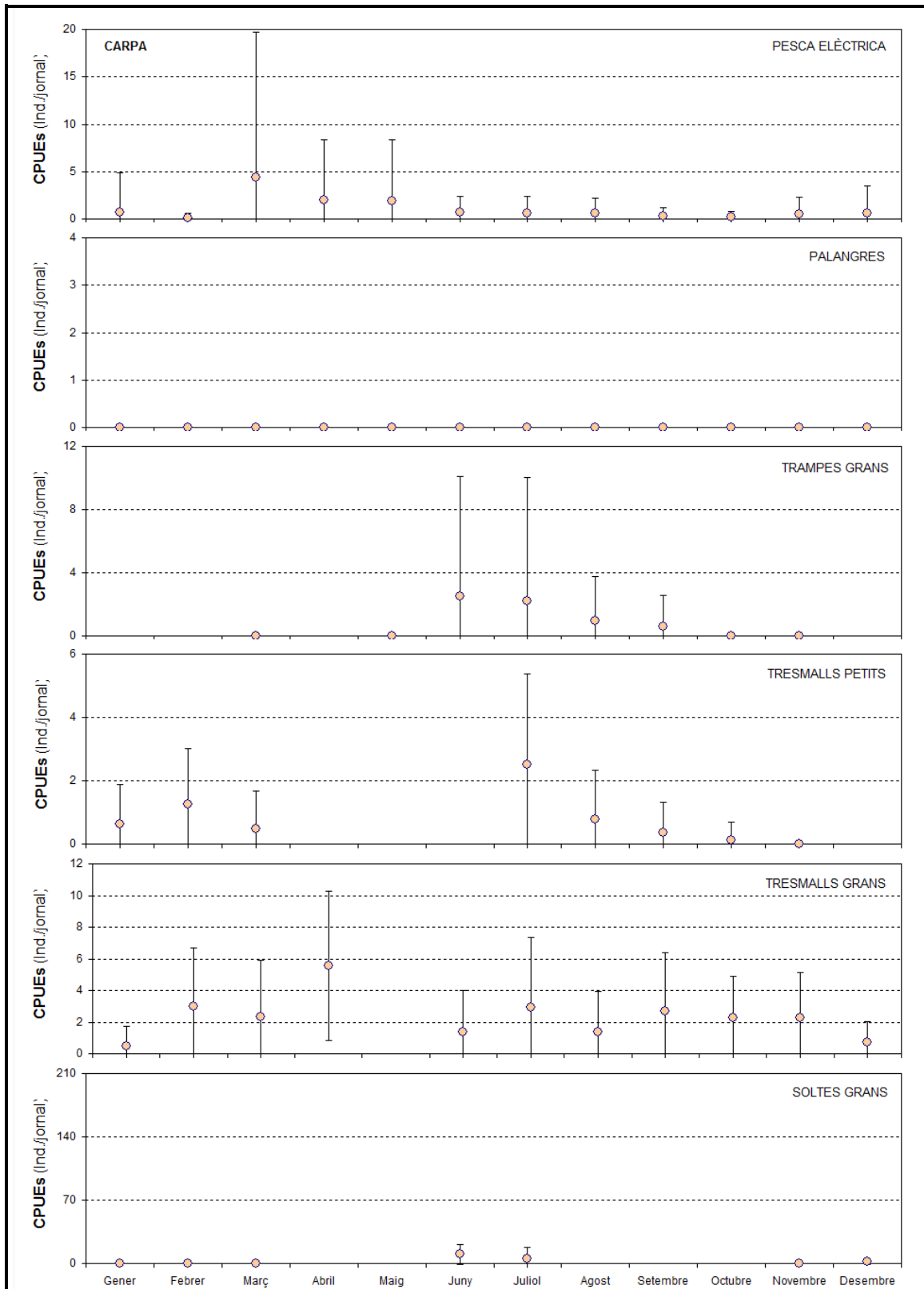


Figura 5.1.10.- Evolució estacional del rendiment de pesca de la carpa, en el marc de les campanyes de control de peixos exòtics a l'Estany, per tècnica de captura. Font: Consorci de l'Estany.

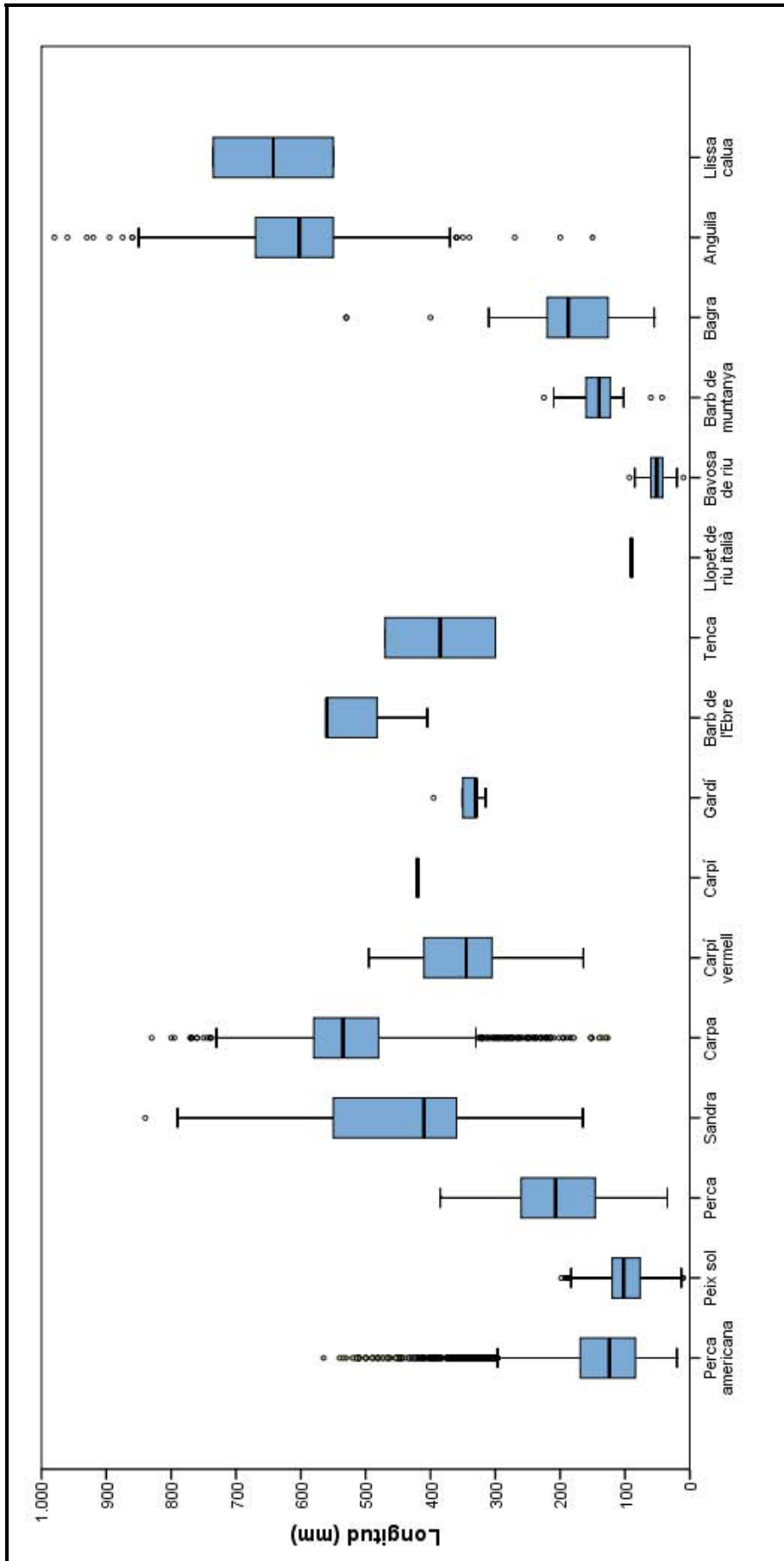


Figura 5.1.1.1.- Longitud mitjana de les captures globals de les campanyes de control de peixos exòtics a l'Estany de Banyoles, per espècie. Font: Consorci de l'Estany.

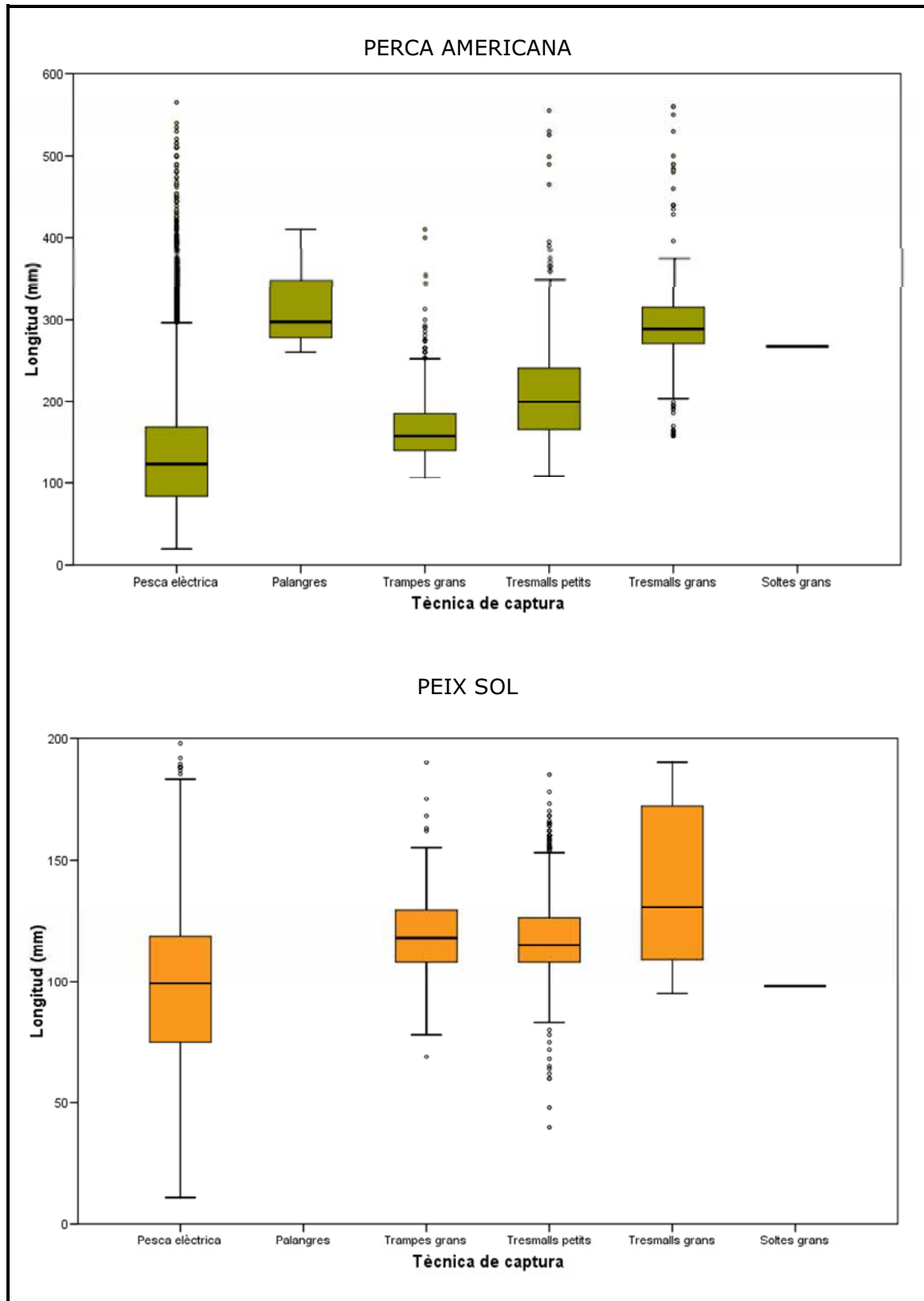


Figura 5.1.12.- Longitud mitjana de les captures globals de perca americana i peix sol de les campanyes de control de peixos exòtics a l'Estany de Banyoles, per tècnica de captura. Font: Consorci de l'Estany.

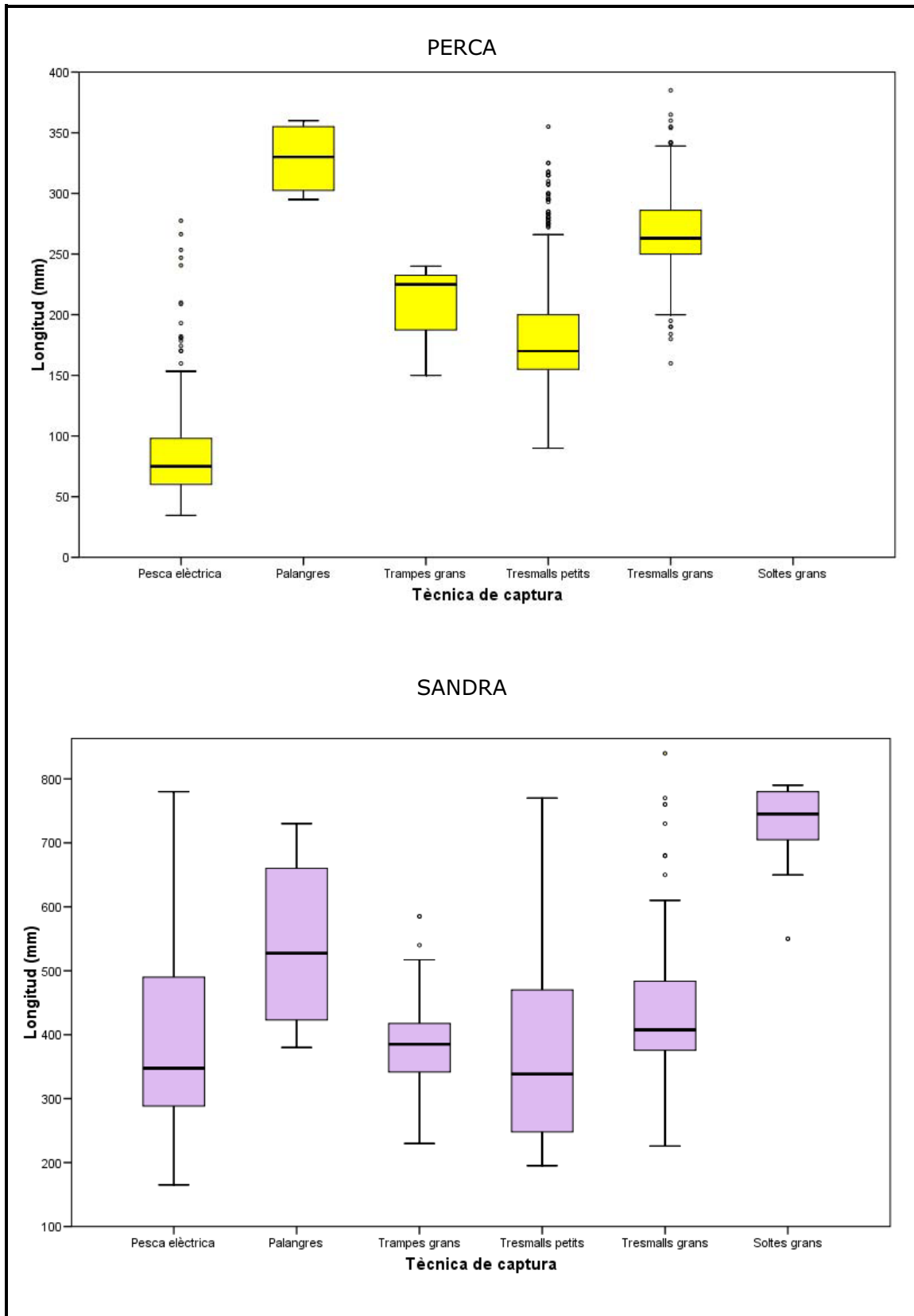


Figura 5.1.13.- Longitud mitjana de les captures globals de perca i sandra de les campanyes de control de peixos exòtics a l'Estany de Banyoles, per tècnica de captura. Font: Consorci de l'Estany.

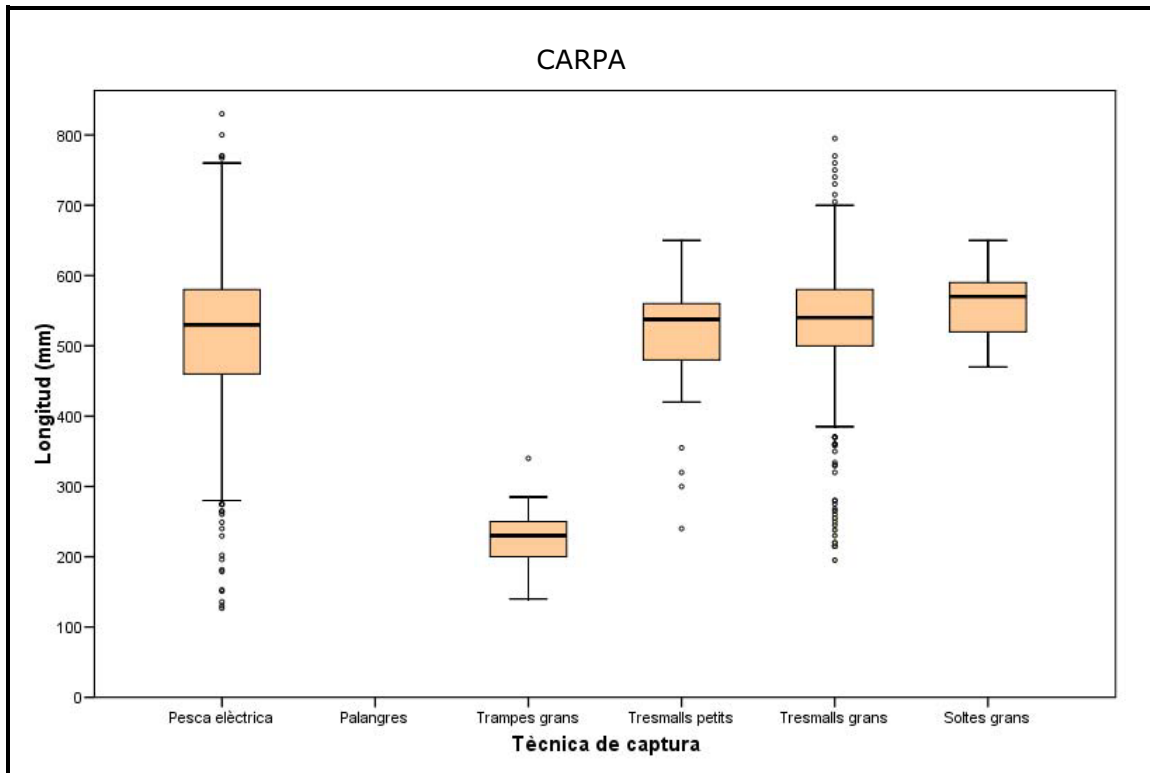


Figura 5.1.14.- Longitud mitjana de les captures globals de carpa de les campanyes de control de peixos exòtics a l'Estany de Banyoles, per tècnica de captura. Font: Consorci de l'Estany.

5.1.3.- EFICIÈNCIA DE LA PESCA ELÈCTRICA AMB EMBARCACIÓ

A l'Estany de Banyoles, almenys fins ara, la pesca elèctrica amb embarcació és clarament la tècnica de captura que genera una major quantitat de captures, i alhora la que presenta un major espectre de captura d'espècies i de mides. Aquest fet és degut probablement a una combinació de factors vinculats a l'estructura de la comunitat de peixos i a l'estructura i trets de l'hàbitat lacustre. D'entrada, la comunitat de peixos està clarament dominada per espècies litorals, sobretot el peix sol i la perca americana, gracies a un nivell d'aigua molt estable que propicia l'existència de ribes vegetades, estructuralment complexes, i en conseqüència amb molt de refugi per als peixos. En canvi, la densitat de peixos a les zones d'aigües obertes de l'Estany és molt baixa.

Per tot plegat, resulta molt pertinent un anàlisi acurat de l'eficiència de la pesca elèctrica amb embarcació a l'Estany de Banyoles, per a descriure els seus patrons de variació temporal i espacial, i determinar els principals factors que hi incideixen, almenys per a les dues principals espècies que es capturen amb aquesta tècnica. Els resultats d'aquesta anàlisi poden ser essencials per una adequada planificació de futures campanyes de control de peixos exòtics a l'Estany de Banyoles.

Caracterització i quantificació de l'esforç

L'esforç associat a l'aplicació de la pesca elèctrica es pot quantificar de diverses formes. Sovint, però no sempre, es recorre a una mesura de temps. També es pot utilitzar una mesura de l'espai cobert, o bé ambdues opcions alhora.

El temps de pesca es pot mesurar de diverses formes. En aquest projecte, s'han mesurat sempre dues variables temporals de la pesca: la duració total de la pesca i el temps de funcionament de l'equip de pesca elèctrica. La primera mesura es pren amb rellotge en mà, i compren l'interval de temps total d'operacions des de l'inici fins al final de la pesca al llarg de cada tram, descomptant només possibles aturades perllongades en el procediment de pesca que molt ocasionalment es poden donar. La segona mesura la registra un comptador incorporat a l'aparell de pesca elèctrica. La relació entre ambdues mesures és clarament lineal, malgrat que s'observa una important dispersió dels casos al voltant de la recta de regressió (Figura 5.1.15), fet que indica que es tracta de dues mesures més independents del que pot semblar d'entrada. Anàlisis temptatius de la densitat relativa (CPUE) calculada amb una i altra mesura de temps, han mostrat que el càlcul més estable d'aquesta variable d'abundància poblacional es basa en el temps promig entre

ambdues mesures o variables temporals. Per tant, s'ha optat d'aquí en endavant en utilitzar aquesta mitjana com a mesura del temps efectiu de pesca.

Per altra banda, sota el supòsit de una correcta estandardització operativa de la pesca, la intensitat de pesca (temps per unitat espacial) convindria que fos constant; d'aquesta manera no caldria considerar el temps de pesca en l'anàlisi de l'eficiència o el càlcul de l'abundància relativa (CPUEs). Ara bé, en la cas de la pesca elèctrica amb embarcació a l'Estany, tot i que s'ha procurat mantenir una intensitat de pesca sempre uniforme, amb un èxit considerable, el fet és que això no es pot assolir mai plenament, degut a múltiples imponderables: factors meteorològics (vent, sobretot), cansament o estat de la brigada, contingències operatives diverses (averies, funcionament del motor fora borda, molèsties de gent ...), i magnitud de les captures progressivament acumulades, entre altres. Això explica que, tot i existir una clara relació entre el temps de pesca i la longitud dels trams de pesca, s'observi una forta variació no explicada per aquesta relació, és a dir una alta dispersió de casos al voltant de la recta de regressió entre ambdues variables (Figura 5.1.16). Per tant, la intensitat de pesca, lluny de ser uniforme, presenta un certa variació que *a priori* convé tenir present. Aquesta situació també s'observa clarament quan s'examina la variació del temps de pesca i la intensitat de pesca per tram al llarg del projecte (Figura 5.1.17).

La intensitat de pesca mitjana per tram, i el seu coeficient de variació, semblen dependre poc o gens del temps de pesca mitjà per tram (Figura 5.1.18). Aquest fet, en principi, permet descartar certs tipus de "vicis" o desajustaments operatius en el procediment de pesca elèctrica. En canvi, s'observa una clara relació negativa entre la intensitat de pesca mitjana per tram, o el seu coeficient de variació, i la longitud del tram de pesca (Figura 5.1.19). És a dir, com més llarg és el tram de pesca menor és la intensitat de pesca mitjana, i també és menor la variació relativa d'aquesta intensitat. Aquest fet pot ser degut a múltiples factors. D'entrada, cal tenir present que en general els trams més llargs s'han establert així precisament perquè presenten una major facilitat operativa de pesca degut sobretot a les característiques del litoral, de manera, que això en facilita una pesca més ràpida, però potser no necessàriament menys eficaç. Tampoc es pot descartar el factor "cansament de l'operador" que explica que als trams més llargs s'acabi destinant menys temps per unitat lineal d'espai.

La variació de la intensitat de pesca també pot tenir l'origen en altres factors (Figura 5.1.20). De fet, s'observen alguns patrons molt clars, tant en el temps com en l'espai. La intensitat de pesca és màxima a finals de primavera i mínima a l'hivern (variació intranual). També s'observa una cert augment gradual al llarg del

projecte (variació interanual), i fins i tot un lleuger patró depenent de l'hora solar. Per altra banda, també s'observen diferències en la intensitat de pesca respecte el perfil batimètric de la riba, la potència del cinyell de vegetació helofítica, i per tant també del sector de l'estany. Totes aquestes variacions semblen tenir diverses explicacions, per bé que no és l'objecte d'aquest informe estendre-s'hi, tot i que algunes ja s'han introduït una mica més amunt. Sigui com sigui, l'existència d'aquests patrons de variació, clars i ben definits, recomanen incorporar per separat a l'anàlisi de l'eficiència de pesca, les variables temps de pesca, longitud del tram i intensitat de pesca, com a possibles fonts de variació independents.

Anàlisi de l'eficiència de pesca: perca americana

En l'anàlisi estadístic de l'eficiència de la pesca elèctrica amb embarcació de la perca americana a l'Estany de Banyoles, els factors que tenen efectes significatius en solitari, és a dir sense interaccionar amb cap altre factor o covariable, són el sector de l'Estany i la potència del cinyell de vegetació helofítica (Taula 5.2). Altres factors o covariables s'han retingut també en el resultat final, i per tant contribueixen de forma significativa a la variació de l'eficiència de pesca, però a través de diverses interaccions entre si; es tracta del perfil batimètric, l'any (efecte anualitat), el mes de l'any (efecte estacionalitat), la temperatura de l'aigua, la conductivitat de l'aigua, l'esforç (temps de pesca), la longitud del tram i el grup de mida. En canvi, han quedat totalment descartats pel seu escàs o nul efecte alguns factors i covariables: direcció del vent, hora solar, i intensitat de pesca. Per tant, aquests resultats indiquen que la interpretació de les fonts de variació de l'eficiència de pesca elèctrica de la perca americana és complexa, i cal dur-la a terme amb certa cura.

La potència del cinyell de vegetació helofítica és la font de variació més petita, per bé que estadísticament significativa. En general, les captures tendeixen a augmentar lleugerament com més gran és aquesta potència, probablement perquè això garanteix un major refugi o accés a recurs tròfic que explica una major densitat real d'exemplars de perca americana (Figura 5.1.21).

També s'observen diferències, una mica més marcades, en les captures per sector de l'Estany, fet que denota també una possible densitat diferencial entre aquests sectors, que no seria totalment explicada per algunes característiques de l'hàbitat litoral ja incorporades en aquest anàlisi, altrament aquest factor (sector de l'Estany), hauria "caigut" del model final. Les captures són més altes a tots els

sectors del lòbul nord de l'Estany (sectors ES6 a ES9). Amb tot, entre aquests quatre sectors, el sector ES9, corresponent a la cubeta III, presenta una densitat relativa menor a la resta del lòbul nord. Aquest fet pot estar relacionat amb la dinàmica limnològica diferenciada, i en bona mesura independent, que presenta aquesta cubeta respecte la resta de l'Estany. Al lòbul sud s'observa una lleuger efecte afegit de l'antropització del litoral, de forma que la densitat relativa és menor als sectors orientals de l'Estany, és a dir al front urbà de Banyoles a l'Estany.

La incidència del tipus de perfil batimètric sobre la densitat relativa depèn alhora del grup de mida. Pels exemplars més petits, la densitat és sempre major en trams amb perfil batimètric poc abrupte, probablement perquè hi troben major o millor refugi davant els peixos grans depredadors, incloent els de la seva pròpia espècie. Per la resta de mides (>10cm), la densitat relativa és sempre força major en trams amb un perfil batimètric abrupte, amb pendents fortes, és a dir en el que la bata disminueix molt a poca distància del litoral.

Tanmateix, la font de variació principal de la eficiència de pesca d'aquesta espècie és clarament l'estacionalitat (factor mes de l'any), malgrat que interaccionant novament amb el grup de mida, de forma que el patró de variació estacional de l'eficiència de pesca o densitat relativa és clarament diferent segons el grup de mida (Figura 5.1.22). Els exemplars més petits (<10cm), es capturen molt més a la tardor, després que reclutin a efectes de la tècnica de captura, però també amb un petit pic incipient a la primavera. Pels exemplars mitjans (10-30cm), s'observa un únic pic màxim d'eficiència de pesca entre els mesos de maig i juny. En canvi, pels exemplars grans (30-40cm), el perfil és clarament invers, amb més captures relatives a l'hivern. En els exemplars molt grans no s'observa cap patró estacional nítid, en bona mesura degut a les escasses captures globals que s'obtenen. La magnitud de totes aquestes oscil·lacions estacionals en la eficiència de captura és molt gran pels peixos petits, essent les captures fins a 22 vegades més grans en termes absoluts en època de màxima eficiència respecte el moment de mínima eficiència. En el cas dels mitjans, la magnitud de les diferències baixa a 2-4 vegades, i en el cas dels grans a 1,5 vegades.

Després de l'estacionalitat, però lluny del seu nivell d'efecte, l'efecte any (anualitat) és el següent amb més incidència, també amb un efecte diferent segons el grup de mida (Figura 5.1.23). S'observa un increment gradual al llarg del projecte de la densitat relativa dels exemplars més petits (<10cm), i per contra una disminució dels més grans (>40cm). En canvi, pels exemplars mitjans (10-40cm), el perfil còncau indica un efecte important durant la primera part de les campanyes de control, suficient per a fer disminuir també la densitat d'aquests grups de mida, per

bé que després les densitats s'haurien recuperat. Aquests resultats són fins a cert punt coherents amb els efectes generals del control demogràfic sobre aquesta espècie, que s'analitzaran amb major detall més endavant. Amb tot, cal interpretar-los amb certa prudència, perquè no tots els anys han estat coberts completament per les campanyes de pesca, fet que pot influir en el còmput de mitjanes ajustades malgrat la introducció en el model del factor mes de l'any.

Finalment, les quatre covariables amb un efecte significatiu sobre l'eficiència de pesca interaccionen també amb el grup de mida, és a dir, el seu efecte és significativament diferent per a cada grup de mida. La temperatura de l'aigua, l'esforç (temps de pesca), i la longitud del tram fan augmentar les captures, mentre que la conductivitat les fa disminuir. D'aquestes quatre covariables la que produeix un major efecte és l'esforç, fet que confirma que el temps de pesca és la unitat de referència més adequada per al càlcul de la densitat relativa d'aquesta espècie a partir de les pesques elèctriques: Captures per Unitat d'Esforç (CPUEs), unitat: ind./hora.

Anàlisi de l'eficiència de pesca: peix sol

En l'anàlisi estadístic de l'eficiència de la pesca elèctrica amb embarcació del peix sol a l'Estany de Banyoles, els factors que tenen efectes significatius en solitari, és a dir sense interaccionar amb cap altre factor o covariable, són el sector de l'Estany i el perfil batimètric (Taula 5.3). Altres factors o covariables també s'han retingut en el resultat final, i per tant contribueixen de forma significativa a la variació de l'eficiència de pesca, però a través de diverses interaccions entre si; es tracta de l'any (efecte anualitat), el mes de l'any (efecte estacionalitat), la conductivitat de l'aigua, l'esforç (temps de pesca), la longitud del tram i el grup de mida. En canvi, han quedat totalment descartats pel seu escàs o nul efecte alguns factors i covariables: direcció del vent, hora solar, temperatura de l'aigua, potència del cinyell de vegetació helofítica i intensitat de pesca.

El perfil batimètric és la font de variació més petita, però estadísticament significativa. Les captures de peix sol són lleugerament més baixes quan el perfil batimètric és abrupte, probablement degut a la menor disponibilitat d'hàbitat i refugi.

Les diferències en les captures de peix sol per sector de l'Estany són petites. Bàsicament s'observa una menor densitat a ambdues ribes del centre de l'Estany (Sectors ES1 i ES5), sense que això sembli tenir cap explicació evident o coneguda.

Com en el cas de la perca americana, i encara de forma més contundent, la font de variació principal de la eficiència de pesca del peix sol és l'estacionalitat (factor mes de l'any), interaccionant també amb el grup de mida (Figura 5.1.26). Els exemplars més petits (<7,5cm) es capturen molt més a l'hivern, quan han reclutat completament i de forma efectiva a la tècnica de captura. En canvi, pels exemplars mitjans i grans (>7,5cm), s'observa un únic pic màxim d'eficiència de pesca entre els mesos de maig i juliol. La magnitud d'aquestes oscil·lacions estacionals en la eficiència de captura és molt gran, entre 2,2 i 7 vegades en termes de captures absolutes.

Després de l'estacionalitat, però lluny del seu nivell d'efecte, l'efecte any (anualitat) també és important però també diferent segons el grup de mida (Figura 5.1.25). S'observa un increment gradual al llarg del projecte de la densitat relativa de tots els grups de mida, en general més acusat pels exemplars més petits. Aquests resultats en concret es comenten més endavant en l'apartat d'anàlisi dels resultats de les campanyes de control de peixos exòtics.

Per altra banda, s'observen altres interaccions significatives on hi estan involucrades les covariables, de les quals la que té més efecte és l'esforç (temps de pesca), que depèn del grup de mida, però que en general el seu augment produeix un augment de les captures.

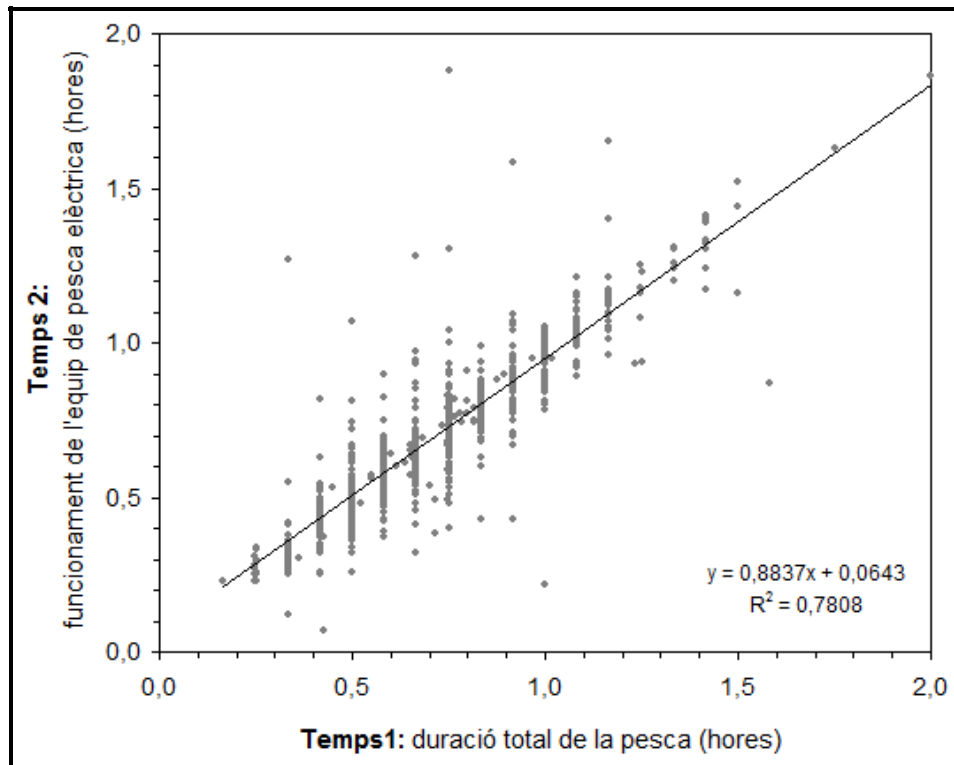


Figura 5.1.15.- Relació entre la duració total de cada pesca (Temps 1), i el temps de funcionament de l'equip de pesca elèctrica o temps efectiu de pesca (Temps 2). Font: Consorci de l'Estany.

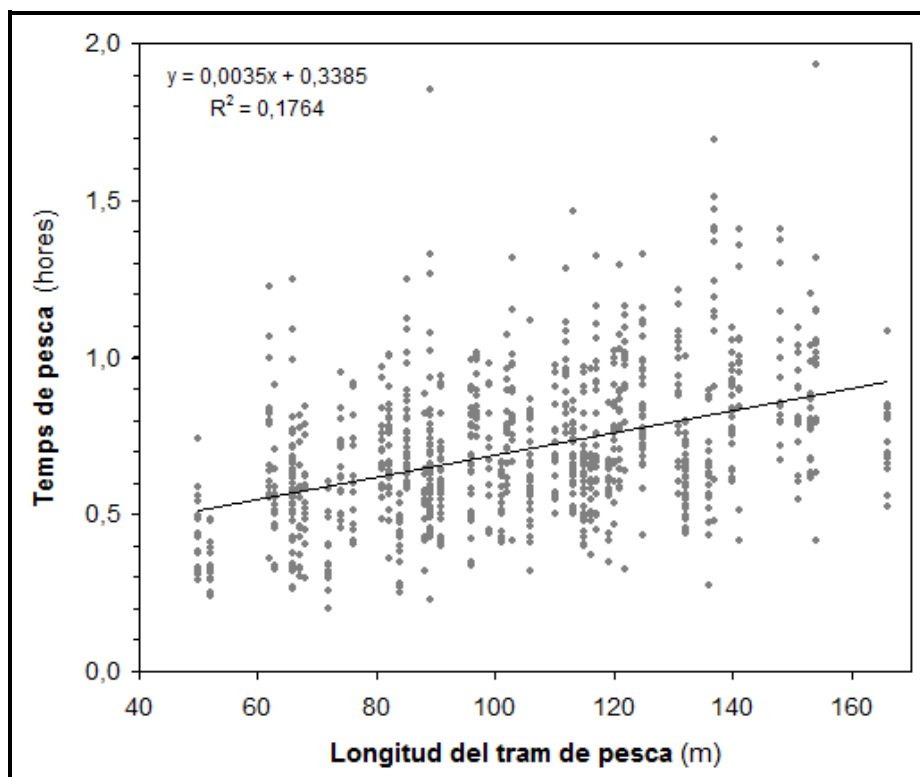


Figura 5.1.16.- Relació entre la longitud del tram de pesca i el temps de pesca. Font: Consorci de l'Estany.

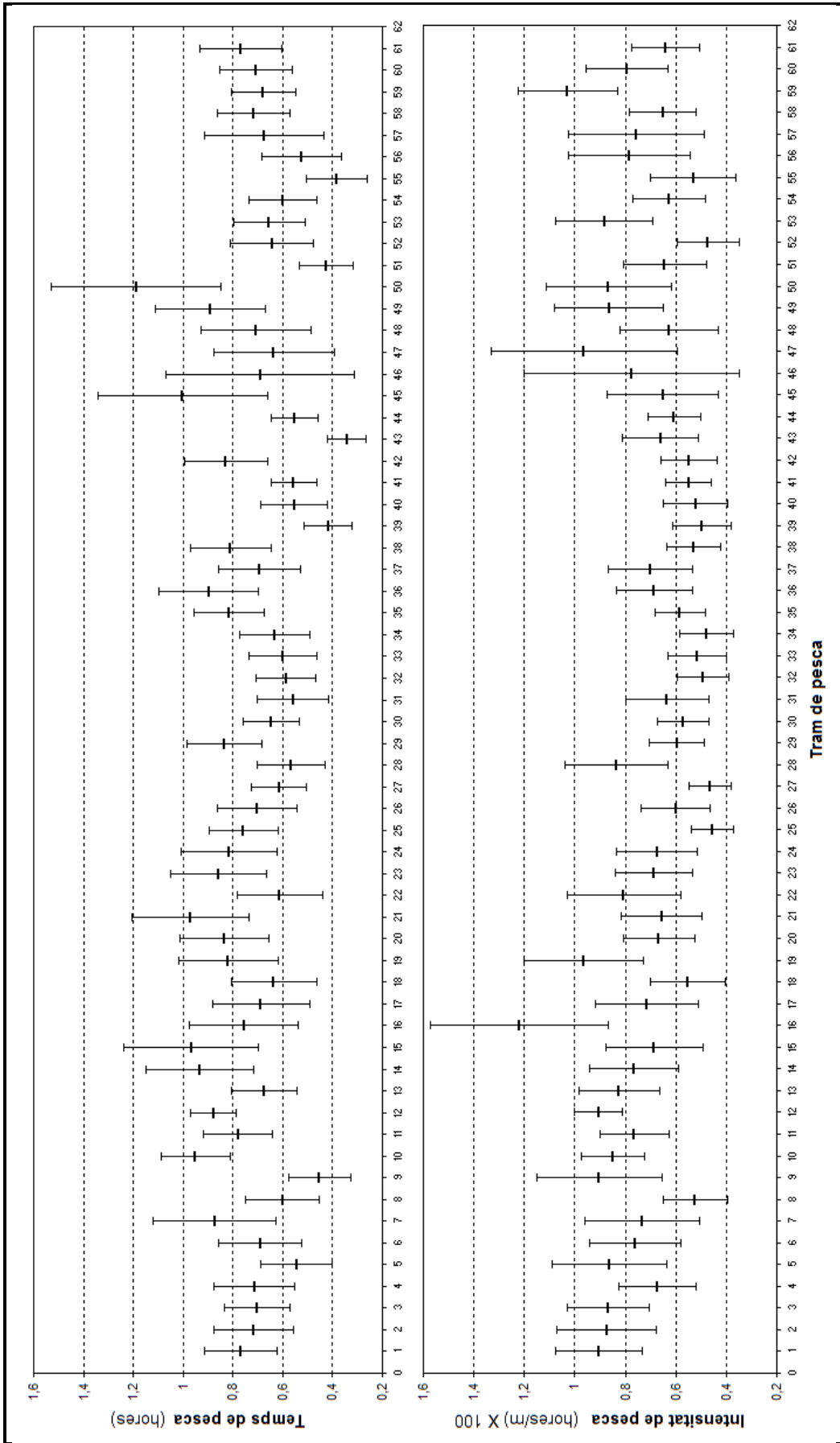


Figura 5.1.17.- Mitjanes del temps de pesca i la intensitat de pesca, per tram de pesca. Les barres representen els errors estàndards. Font: Consorci de l'Estany.

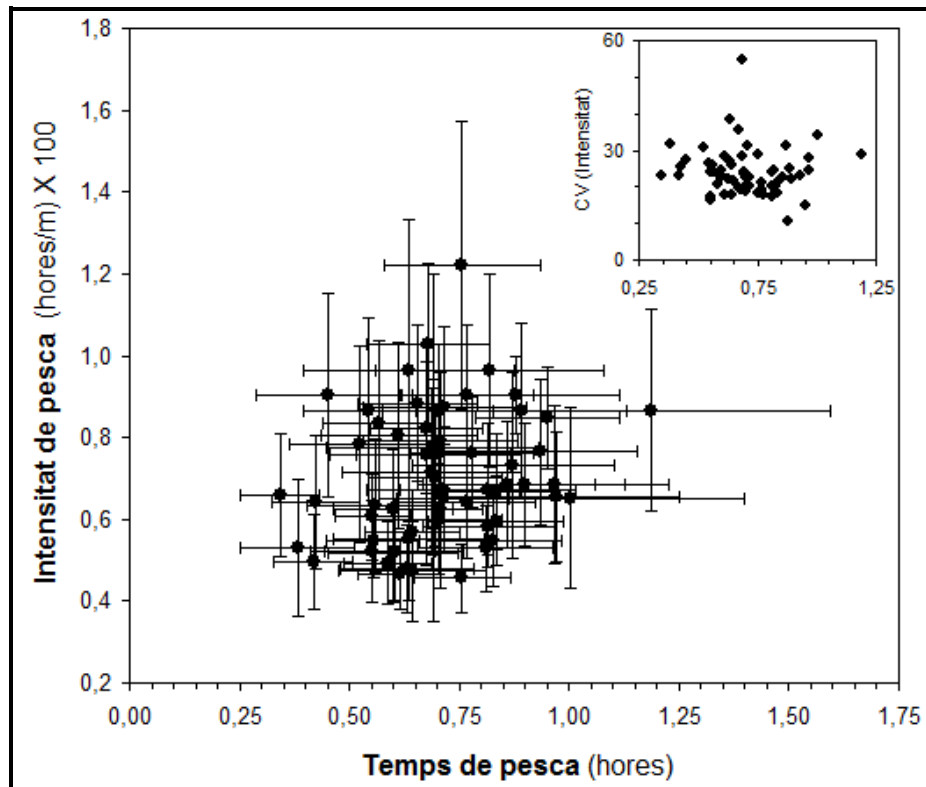


Figura 5.1.18.- Relació entre les mitjanes per tram de pesca del temps de pesca i la intensitat de pesca. Les barres representen els respectius errors estàndards d'ambdues variables. Font: Consorci de l'Estany.

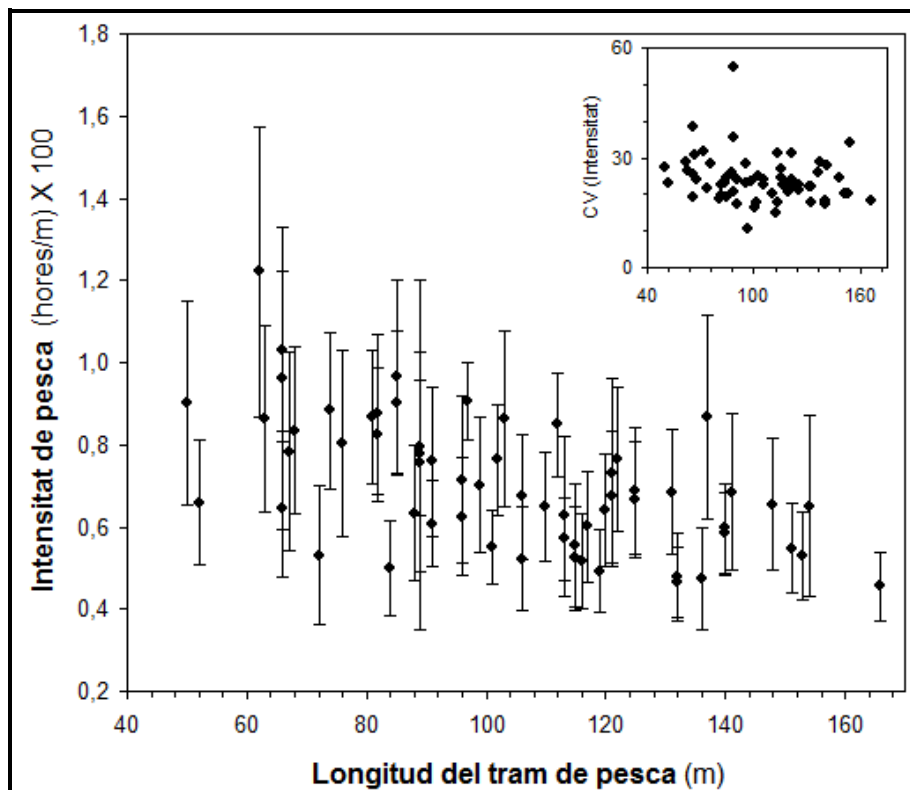


Figura 5.1.19.- Relació entre la longitud del tram de pesca i la mitjana de la intensitat de pesca. Les barres representen els errors estàndards. Font: Consorci de l'Estany.

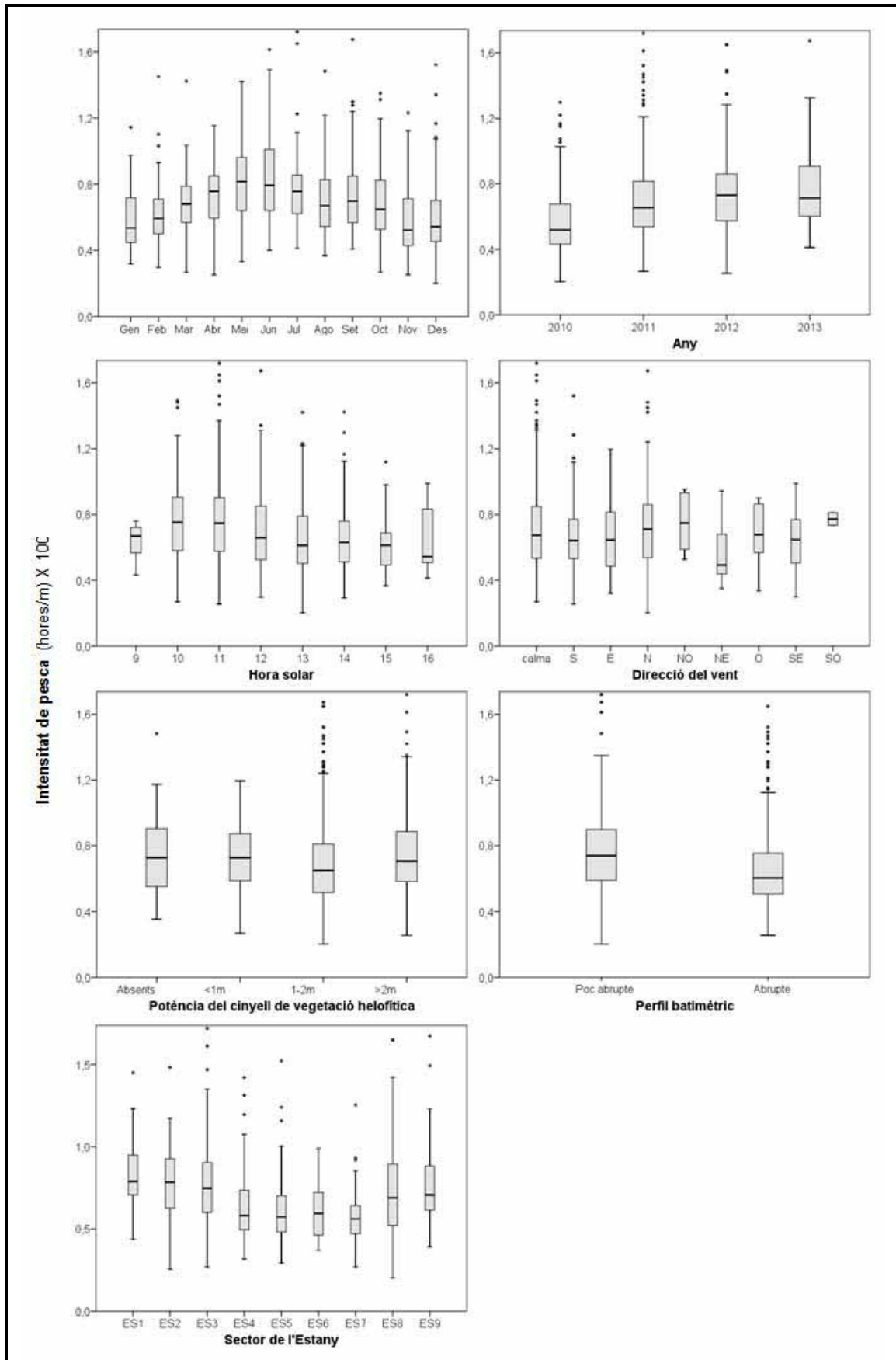


Figura 5.1.20.- Patrons de variació de la intensitat de pesca en funció de diversos factors: mes de l'any, any, hora solar, direcció del vent, potència del cinyell d'helòfits, perfil batimètric i sector de l'Estany. Font: Consorci de l'Estany.

PERCA AMERICANA				
MLG	Variable ^a: Captures			
		Chi-quadrat de Wald	g.l.	Sig.
	CONTRAST OMNIBUS:	10 753,9	130	0,0000
	CONTRAST DELS EFECTES:			
	INTERSECCIÓ	1,5	1	0,2247
Covariables:	-	-	-	-
Interaccions covariables:	-	-	-	-
Factors:	Sector de l'Estany	110,3	8	<0,0001
	Potència del cinyell de vegetació helofítica	20,5	3	0,0001
Interaccions factors:	Perfil batimètric X Grup de mida	122,1	6	<0,0001
	Any (efecte anualitat) X Grup de mida	456,4	18	<0,0001
	Mes de l'any (efecte estacionalitat) X Grup de mida	2365,7	66	<0,0001
Interaccions covariables factors:	Temperatura de l'aigua ^a X Grup de mida	154,7	6	<0,0001
	Conductivitat de l'aigua ^a X Grup de mida	115,1	6	<0,0001
	Esforç (temps de pesca) ^a X Grup de mida	409,8	6	<0,0001
	Longitud del tram ^a X Grup de mida	102,4	6	<0,0001
	Covariables i factors descartats: Intensitat de pesca ^a Direcció del vent Hora solar	AIC consistent (CAIC): 279,2		

Tabla 5.2.- Resum dels resultats de l'anàlisi MLG feta sobre les captures de perca americana per tram de pesca, al llarg de totes les campanyes de pesca elèctrica (2010-2013). S'han seleccionat aquells factors, covariables o les seves interaccions dobles 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.

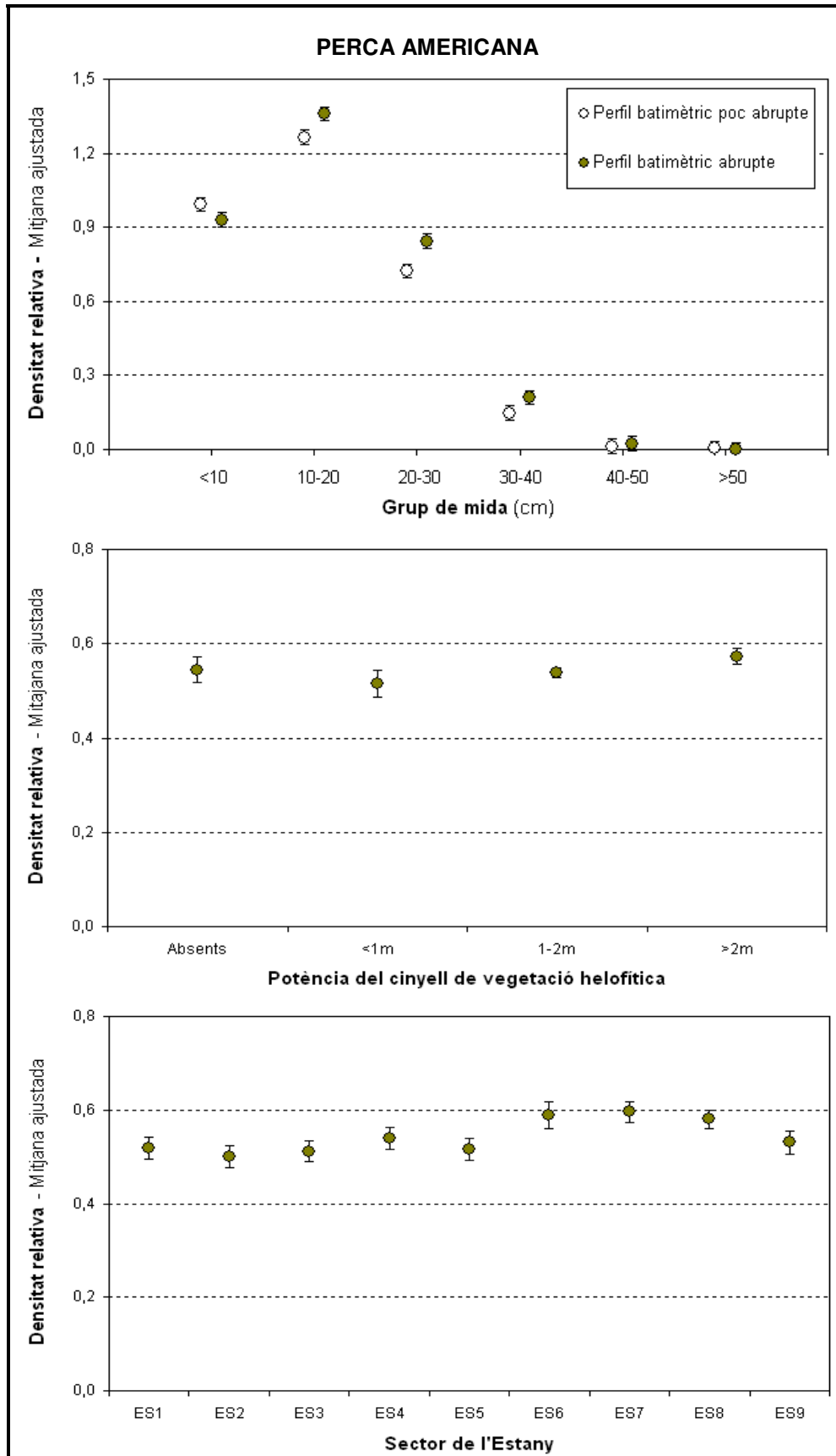


Figura 5.1.21.- Resum gràfic dels resultats de l'anàlisi MLG feta sobre les captures de perca americana: mitjanes ajustades pels factors Grup de mida X Perfil batimètric, Potència del cinyell de vegetació helofítica, i Sector de l'Estany. Les barres representen els errors estàndards. Font: Consorci de l'Estany.

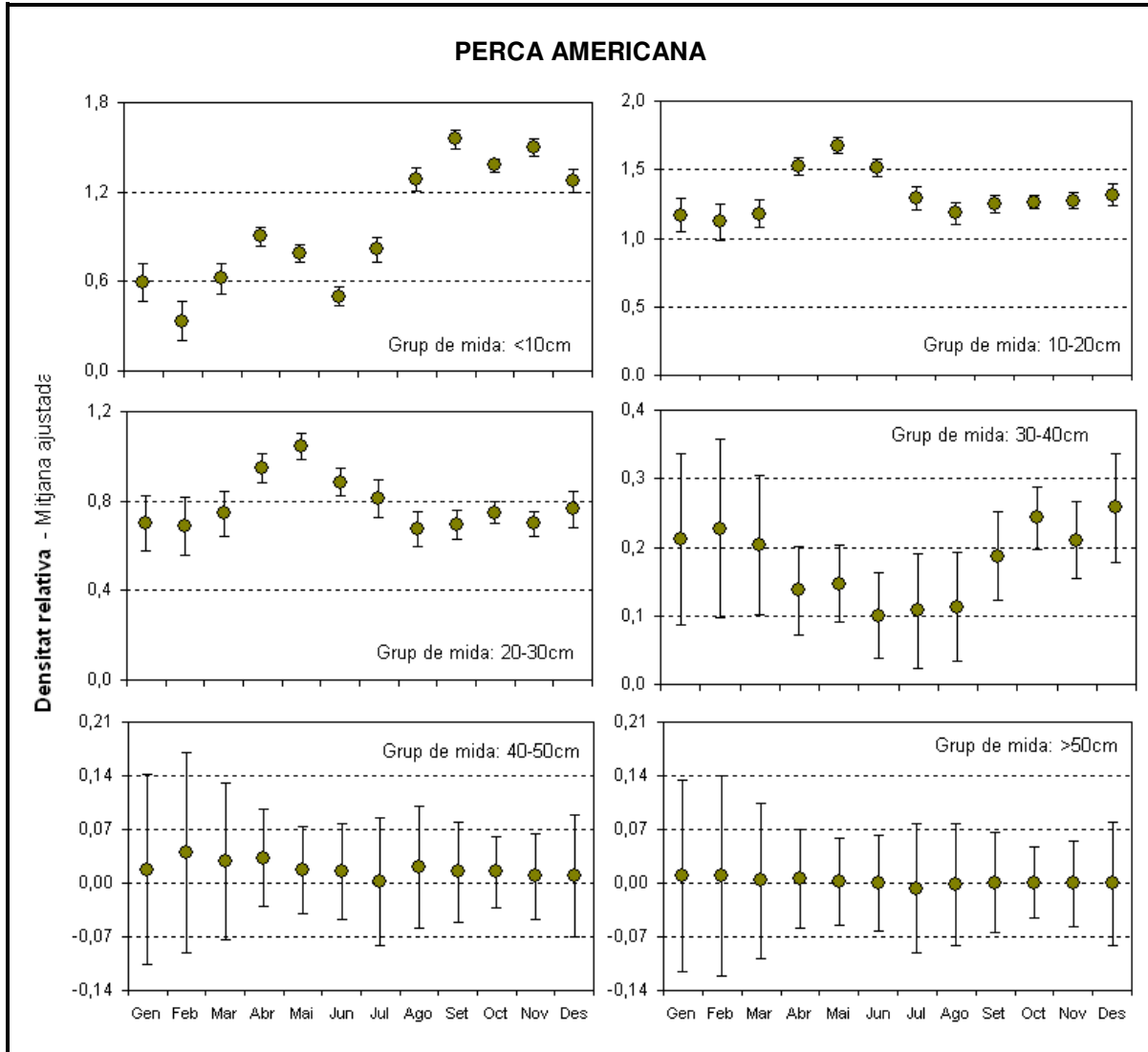


Figura 5.1.22.- Resum gràfic dels resultats de l'anàlisi MLG feta sobre les captures de perca americana: mitjanes ajustades pel factor Grup de mida X Mes de l'any. Les barres representen els errors estàndards. Font: Consorci de l'Estany.

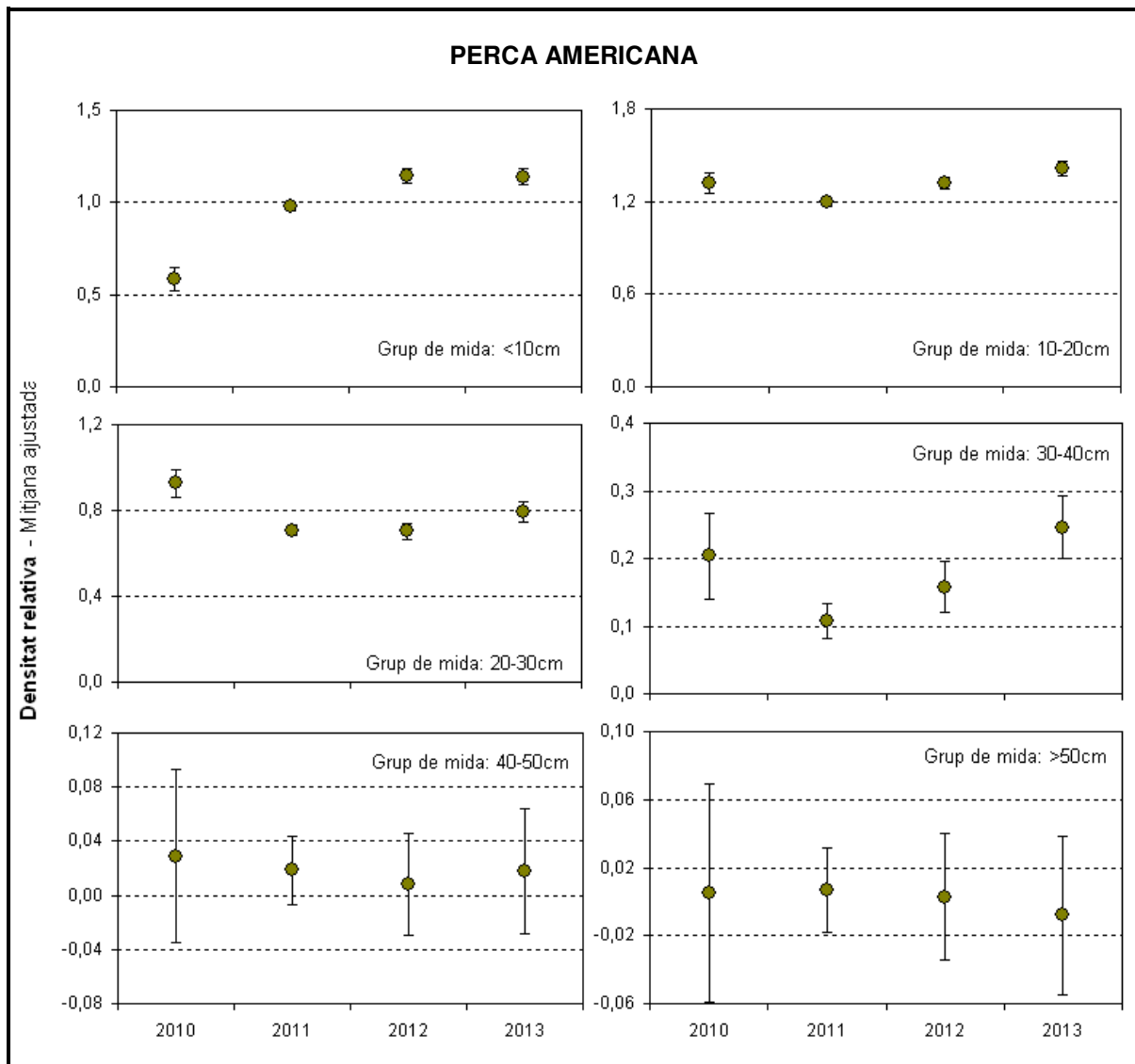


Figura 5.1.23.- Resum gràfic dels resultats de l'anàlisi MLG feta sobre les captures de perca americana: mitjanes ajustades pel factor Grup de mida X Any (efecte anualitat). Les barres representen els errors estàndards. Font: Consorci de l'Estany.

PEIX SOL				
MLG	Variable ^a: Captures			
		Chi-quadrat de Wald	g.l.	Sig.
CONTRAST OMNIBUS:		6653,3	109	<0,0001
CONTRAST DELS EFECTES:				
	INTERSECCIÓ	2,5	1	0,1120
Covariables:	-	-	-	-
Interaccions covariables:	Esforç (temps de pesca) ^a X Longitud del tram ^a	19,8	1	<0,0001
Factors:	Sector de l'Estany	40,5	8	<0,0001
	Perfil batimètric	17,2	1	<0,0001
Interaccions factors:	Any (efecte anualitat) X Grup de mida	124,9	18	<0,0001
	Mes de l'any (efecte estacionalitat) X Grup de mida	2191,7	66	<0,0001
Interaccions covariables factors:	Esforç (temps de pesca) ^a X Grup de mida	139,6	6	<0,0001
	Any (efecte anualitat) X Conductivitat de l'aigua ^a	24,4	4	0,0001
Covariables i factors descartats: Temperatura de l'aigua ^a Intensitat de pesca ^a Potència del cinyell de vegetació helofítica Direcció del vent Hora solar		AIC consistent (CAIC): 3268,0		

Tabla 5.3.- Resum dels resultats de l'anàlisi MLG feta sobre les captures de peix sol per tram de pesca, al llarg de totes les campanyes de pesca elèctrica (2010-2013). S'han seleccionat aquells factors, covariables o les seves interaccions dobles 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.

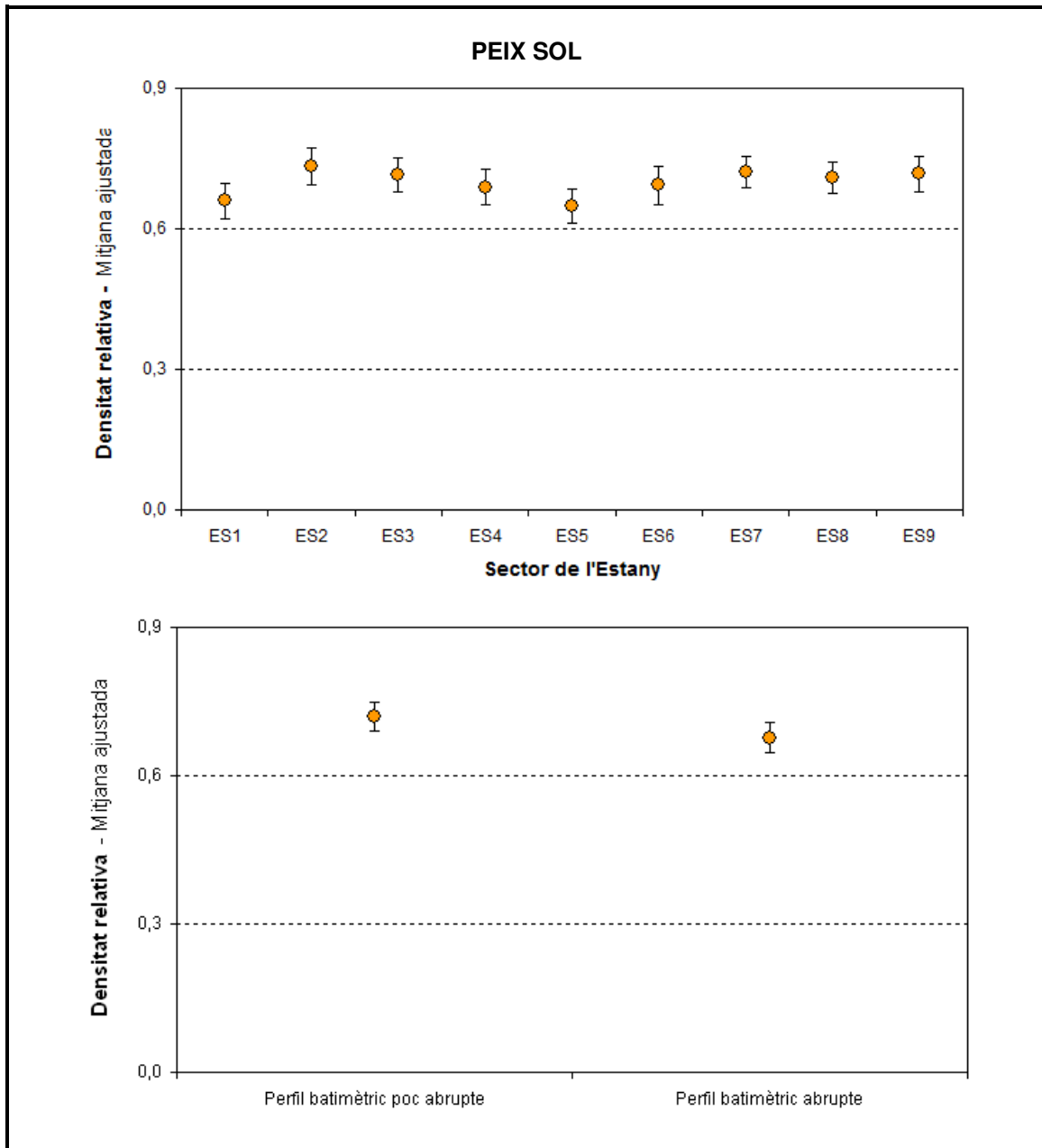


Figura 5.1.24.- Resum gràfic dels resultats de l'anàlisi MLG feta sobre les captures de peix sol: mitjanes ajustades pels factors Sector de l'Estany i Perfil batimètric. Les barres representen els errors estàndard. Font: Consorci de l'Estany.

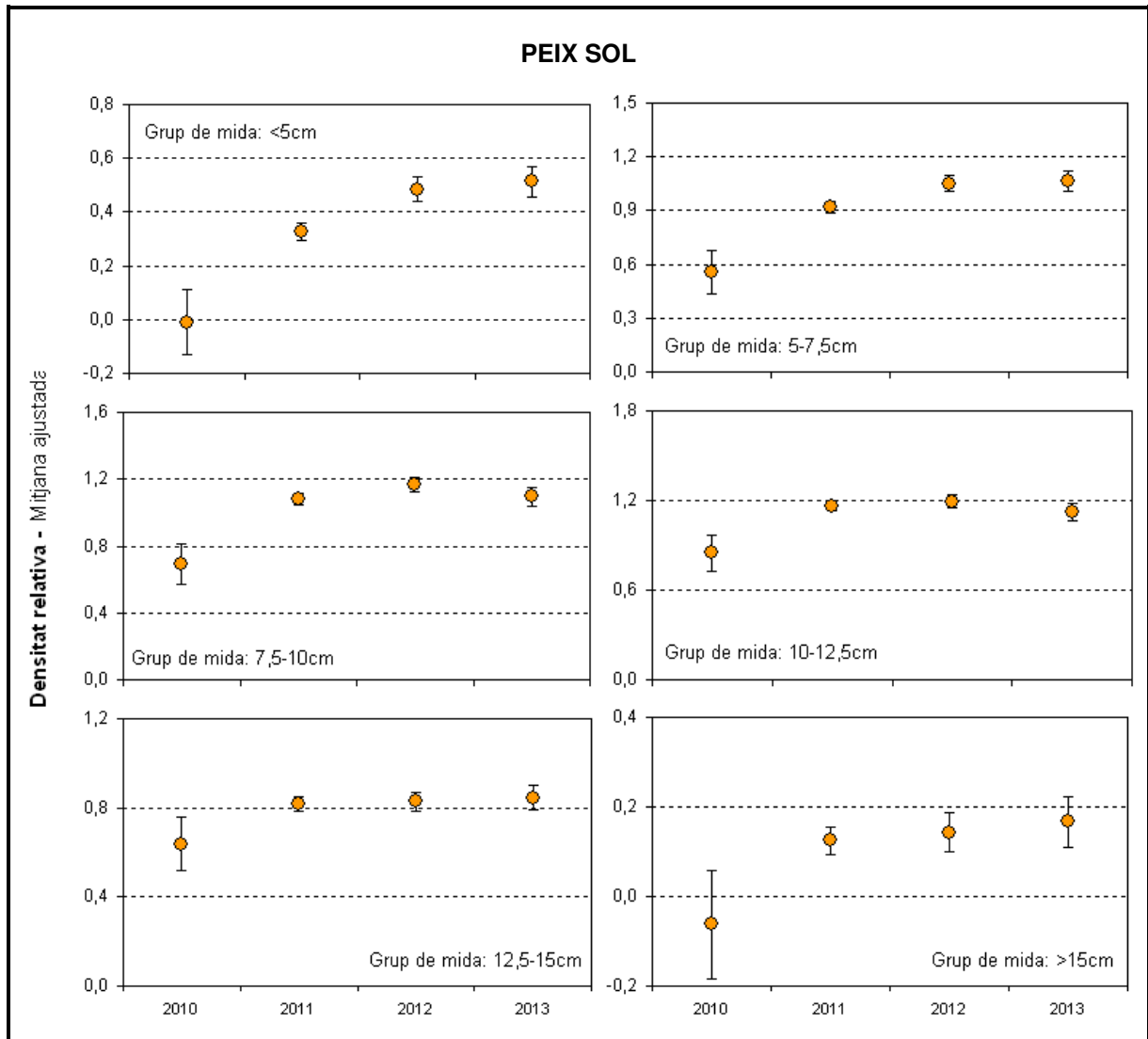


Figura 5.1.25.- Resum gràfic dels resultats de l'anàlisi MLG feta sobre les captures de peix sol: mitjanes ajustades pel factor Grup de mida X Any (efecte anualitat). Les barres representen els errors estàndards. Font: Consorci de l'Estany.

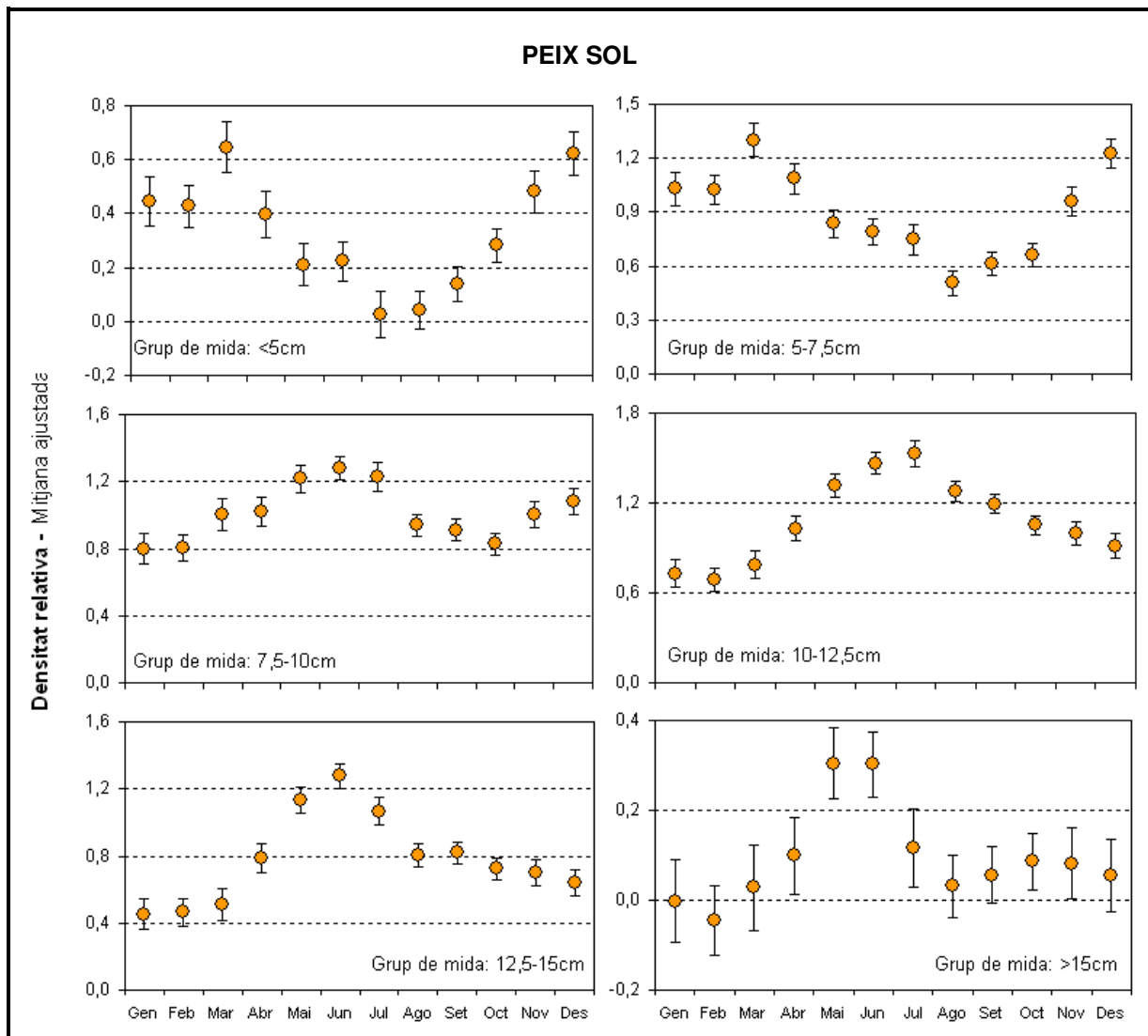


Figura 5.1.26.- Resum gràfic dels resultats de l'anàlisi MLG feta sobre les captures de peix sol: mitjanes ajustades pel factor Grup de mida X Mes de l'any. Les barres representen els errors estàndards. Font: Consorci de l'Estany.

5.1.4.- EFICIÈNCIA DE LES XARXES

En l'anàlisi de l'eficiència de la pesca elèctrica amb diferents tipus de xarxes a l'Estany de Banyoles, s'observen diferències notables en les captures totals entre sectors de l'Estany de Banyoles (Figures 5.1.27 a 5.1.29). En general als sectors situats a llevant de l'Estany, les captures amb xarxes són més baixes. En el cas dels tresmalls petits (llum de malla interna: 2cm), els sectors ES4 i ES7 es configuren com les zones amb majors captures amb aquesta tècnica en concret, sobretot gràcies a una gran abundància de peix sol. En canvi, amb els tresmalls grans (llum de malla interna: 3,8cm), les captures més altes es donen als sectors ES1, ES5, ES 6 i ES7, essent la perca la principal espècie que explica les diferències entre sectors.

Pel que fa al patró de l'eficiència respecte la batimetria, encara és més clar (Figures 5.1.30 a 5.1.32). D'entrada, les captures amb totes les xarxes sempre són més copioses a una profunditat intermèdia, situada entre els 5 i els 10 metres. En el cas dels tresmalls petits, les captures mínimes es donen a l'estrat batimètric més profund (10-15m), degut a l'escassa presència de peixos de petita talla a aquesta fondària, sobretot de peix sol. Pels tresmalls grans, en canvi, les captures generals són més baixes a l'estrat batimètric superior (0-5m), degut sobretot a una molt menor captura de perca en aquestes fondàries. Pel que fa a les soltes grans, el mínim de captures totals també es sol produir a la màxima profunditat (10-15m), degut principalment a què pràcticament tan sols s'hi capturen grans carpes.

Espècie per espècie, aquests patrons d'eficiència de pesca amb xarxes presenten algunes particularitats en funció de la fondària, l'època i la tècnica de captura (Figures 5.1.33 a 5.1.35). Amb els tresmalls grans es capturen més perques a l'estiu i la tardor, tot i que en el cas dels tresmalls petits s'igualen a les captures de primavera. La perca americana, que tot indica que en general es captura amb força ineficiència amb les xarxes utilitzades, presenta un patró estacional semblant al de la perca, però per contra sempre és més abundant a poca fondària, i per tant, a prop del litoral. El peix sol, es captura sobretot amb els tresmalls petits, i tot i que també ocupa massivament el litoral a poca fondària, és força abundant a l'estrat batimètric intermedi, però amb certes variacions estacionals en aquest patró que poden ser degudes a canvis estacionals en l'ús de l'hàbitat. La sandra i la carpa presenten patrons estacionals de captura amb xarxes semblants, amb el mínim de captures a l'hivern i el màxim a l'estiu, tot i que respecte la fondària la sandra és sempre més abundant a fondàries intermèdies (5-10m), mentre que la carpa es sol

capturar més a escassa profunditat, però paradoxalment sense deixar de ser una de les espècies més abundants a l'estrat batimètric més profund.

Pel que fa als espectres de mides de les captures amb xarxes, no s'observa cap patró de variació clar entre sectors de l'estany de la longitud mitjana de cap de les espècies més abundants (Figura 5.1.36). En canvi, respecte a la fondària, per algunes espècies com la sandra i la carpa s'observa un augment gradual de la longitud mitjana, gradient molt més subtil per a les altres espècies i en tot cas lògicament només visible amb les captures amb tremalls petits (Figura 5.1.37).

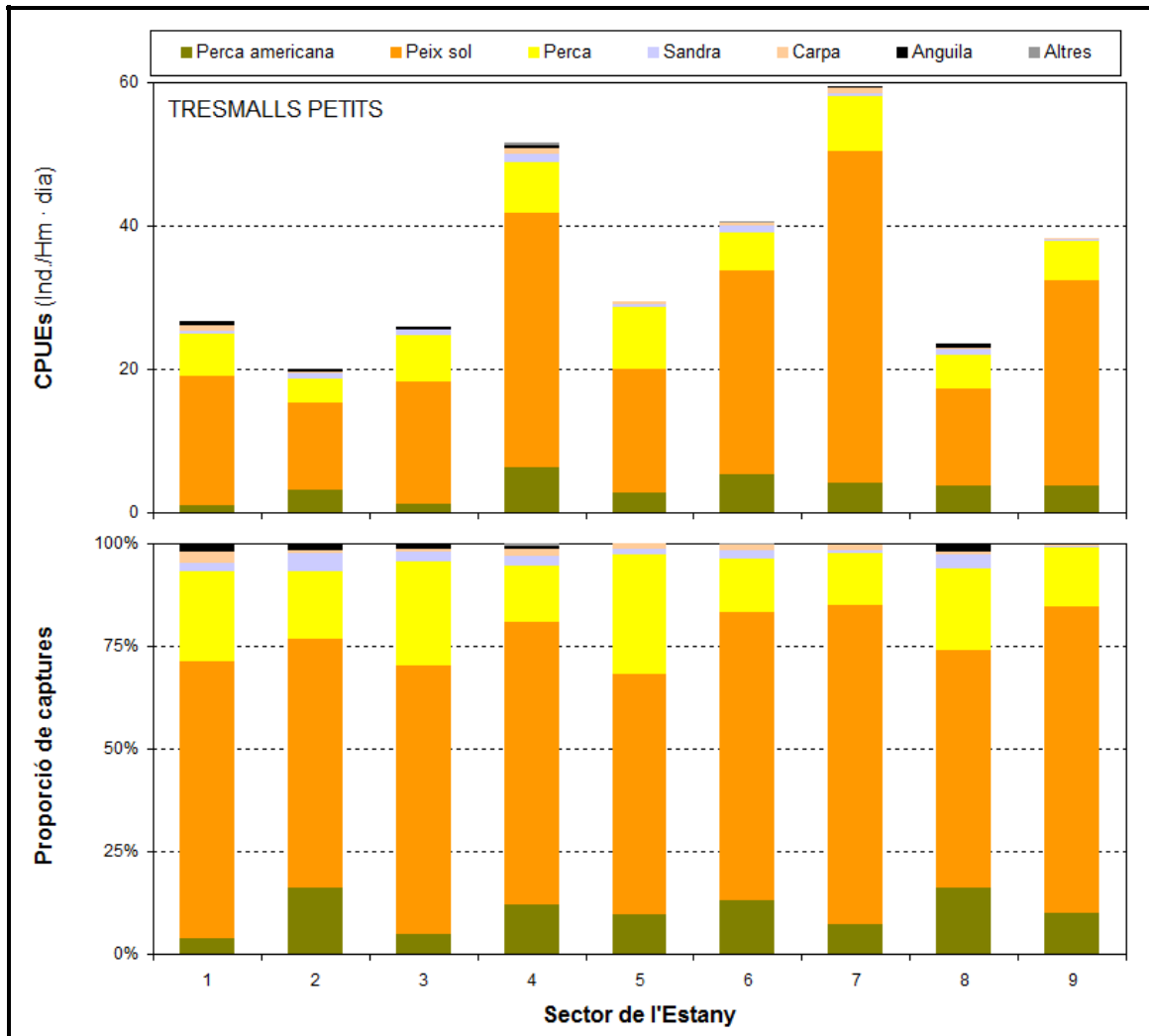


Figura 5.1.27.- Densitat relativa obtinguda a partir de les captures amb tresmalls de llum de malla interna petita (20x20mm), per sector de l'Estany. Font: Consorci de l'Estany.

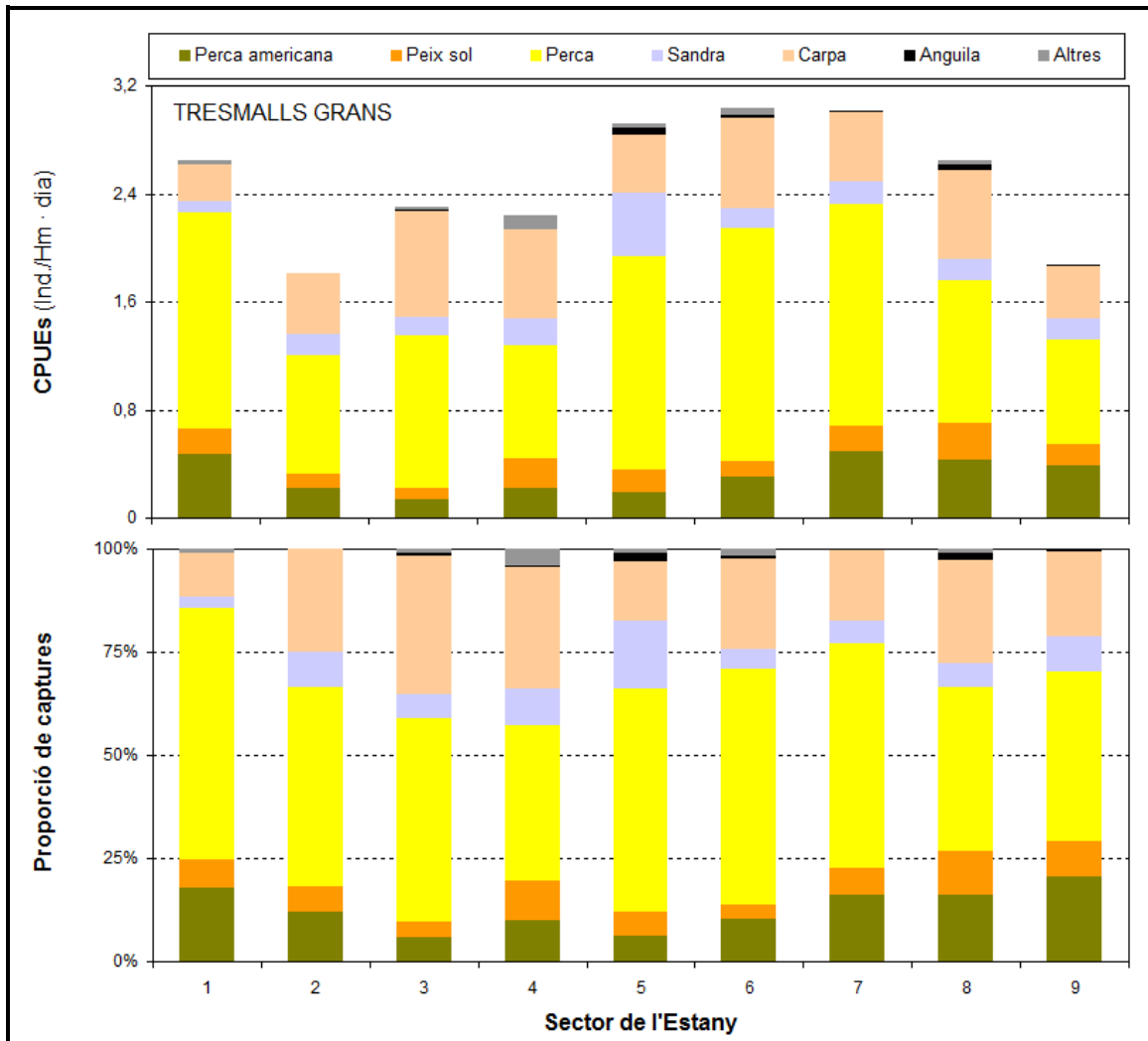


Figura 5.1.28.- Densitat relativa obtinguda a partir de les captures amb tresmalls de llum de malla interna gran (38x38mm), per sector de l'Estany. Font: Consorci de l'Estany.

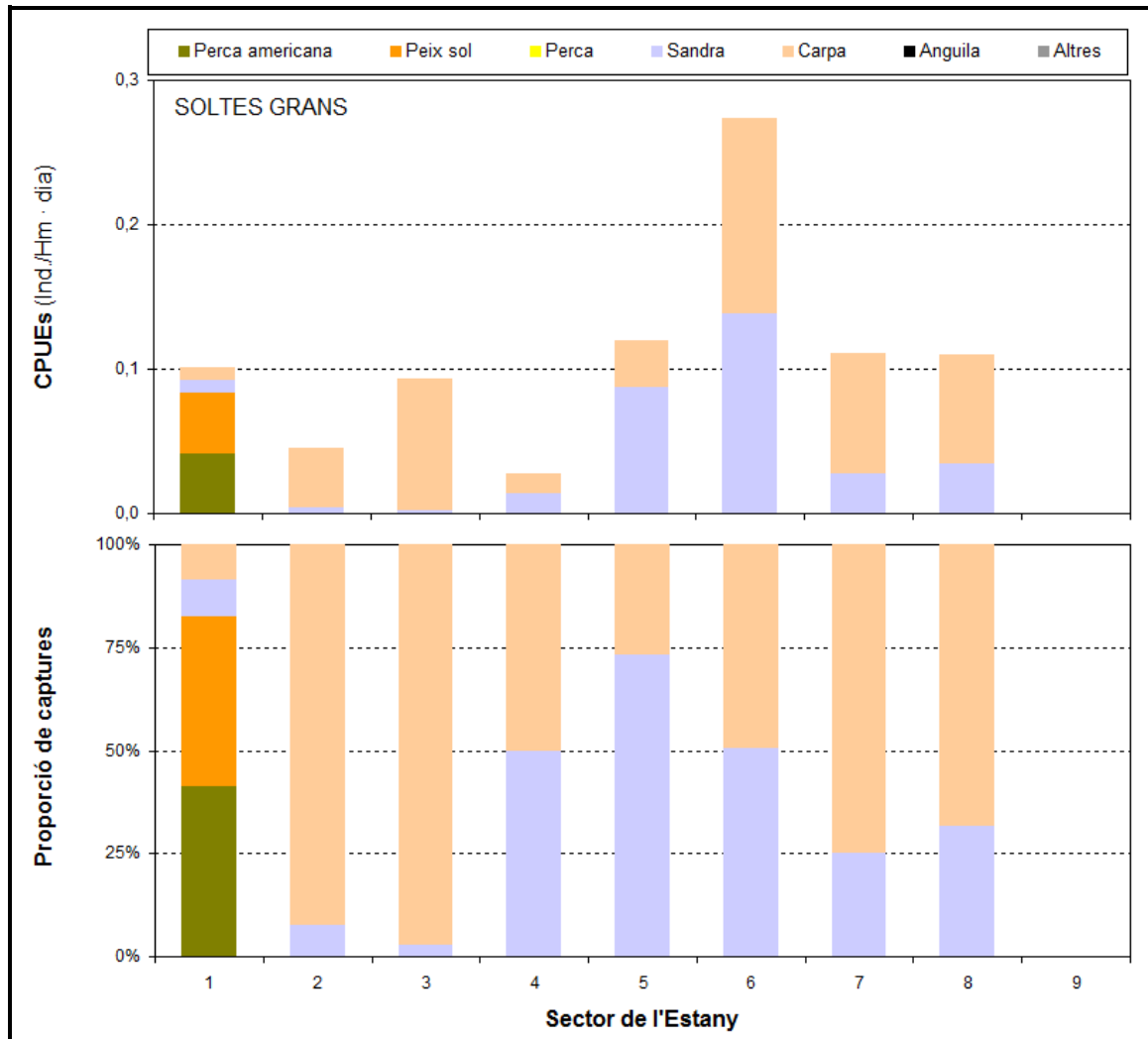


Figura 5.1.29.- Densitat relativa obtinguda a partir de les captures amb soltes de gran llum de malla (>60mm), per sector de l'Estany. Font: Consorci de l'Estany.

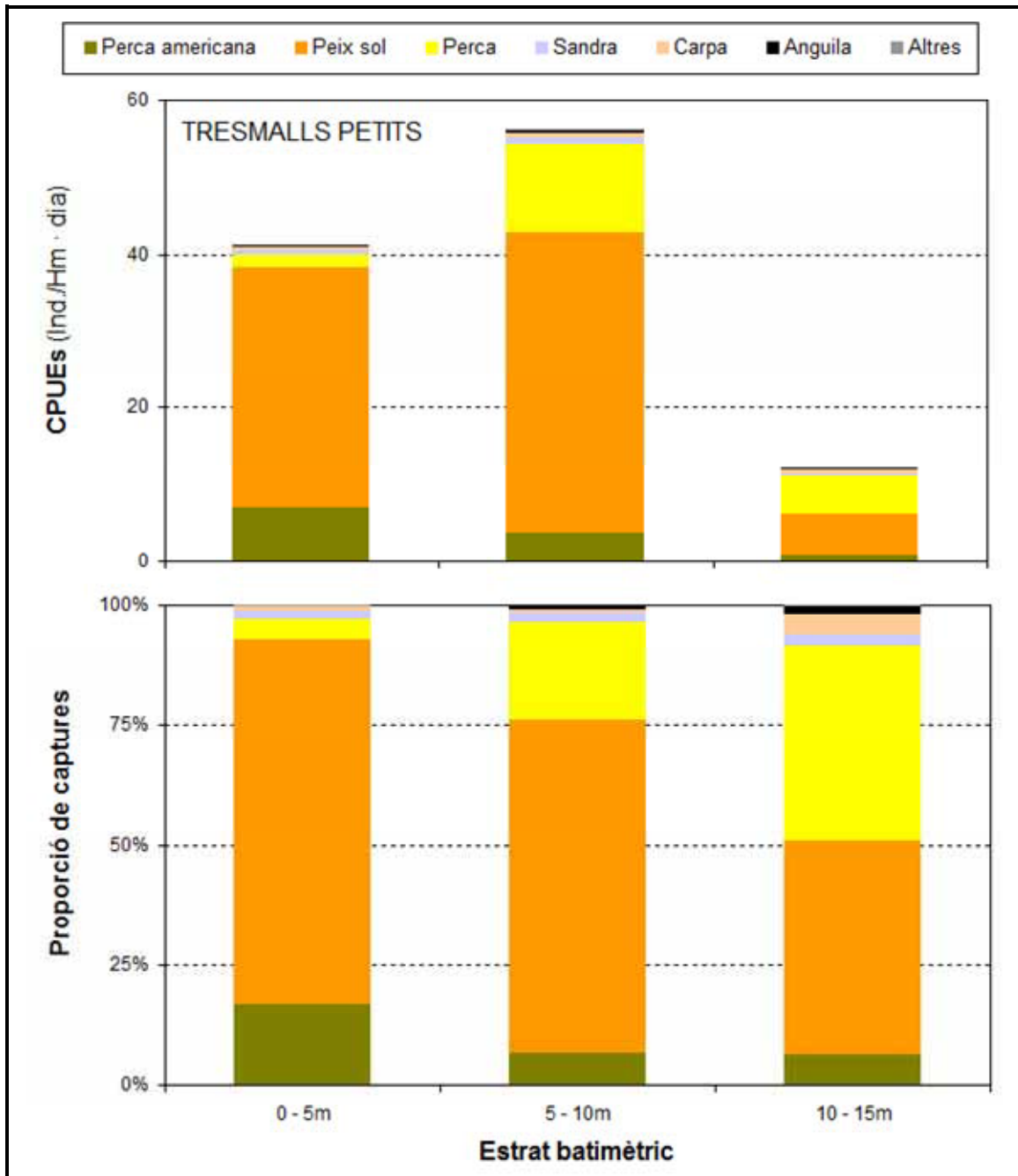


Figura 5.1.30.- Densitat relativa obtinguda a partir de les captures amb tresmalls de llum de malla interna petita (20x20mm), per estrat batimètric. Font: Consorci de l'Estany.

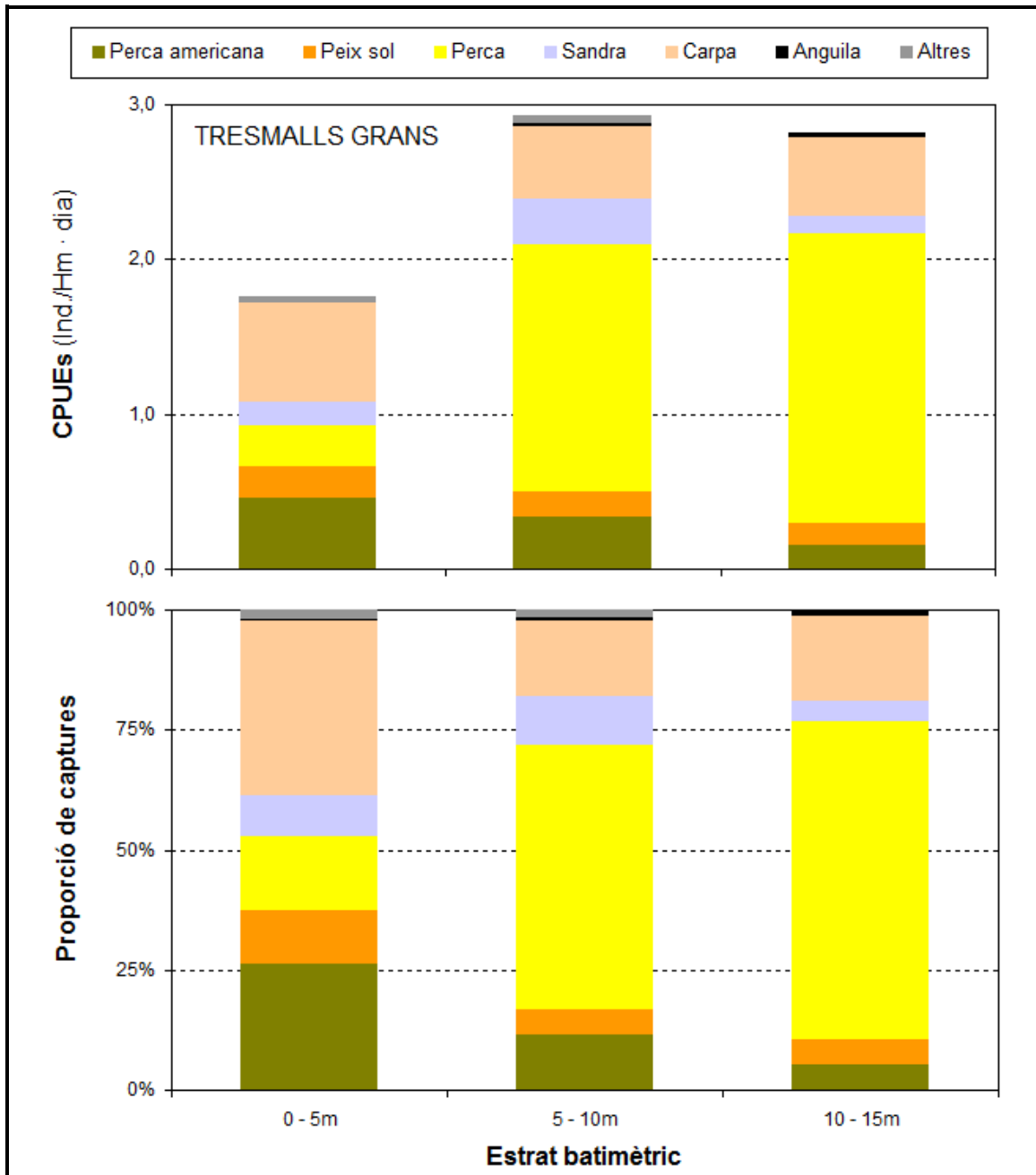


Figura 5.1.31.- Densitat relativa obtinguda a partir de les captures amb tresmalls de llum de malla interna gran (38x38mm), per estrat batimètric. Font: Consorci de l'Estany.

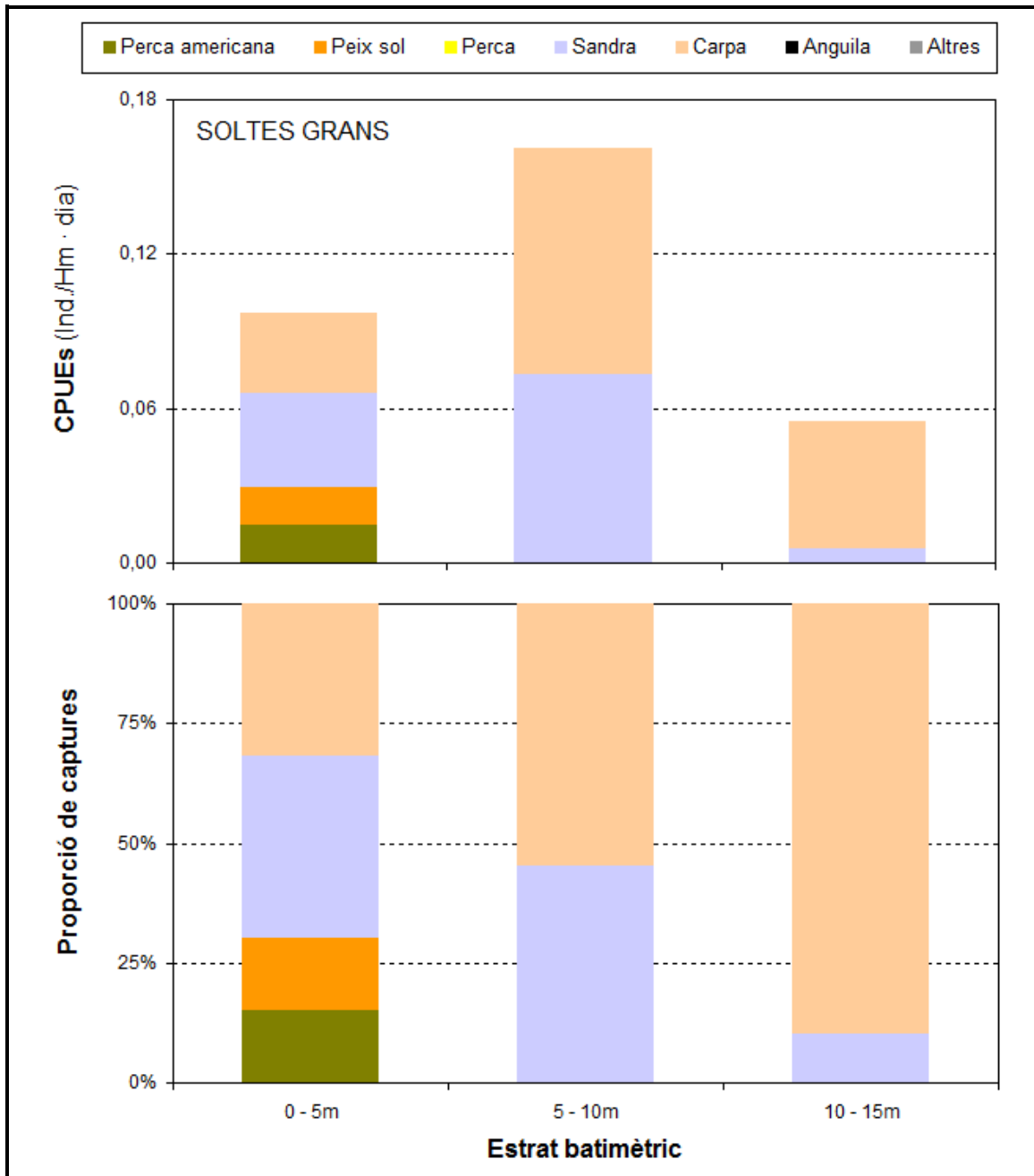


Figura 5.1.32.- Densitat relativa obtinguda a partir de les captures amb soltes de gran llum de malla (>60mm), per estrat batimètric. Font: Consorci de l'Estany.

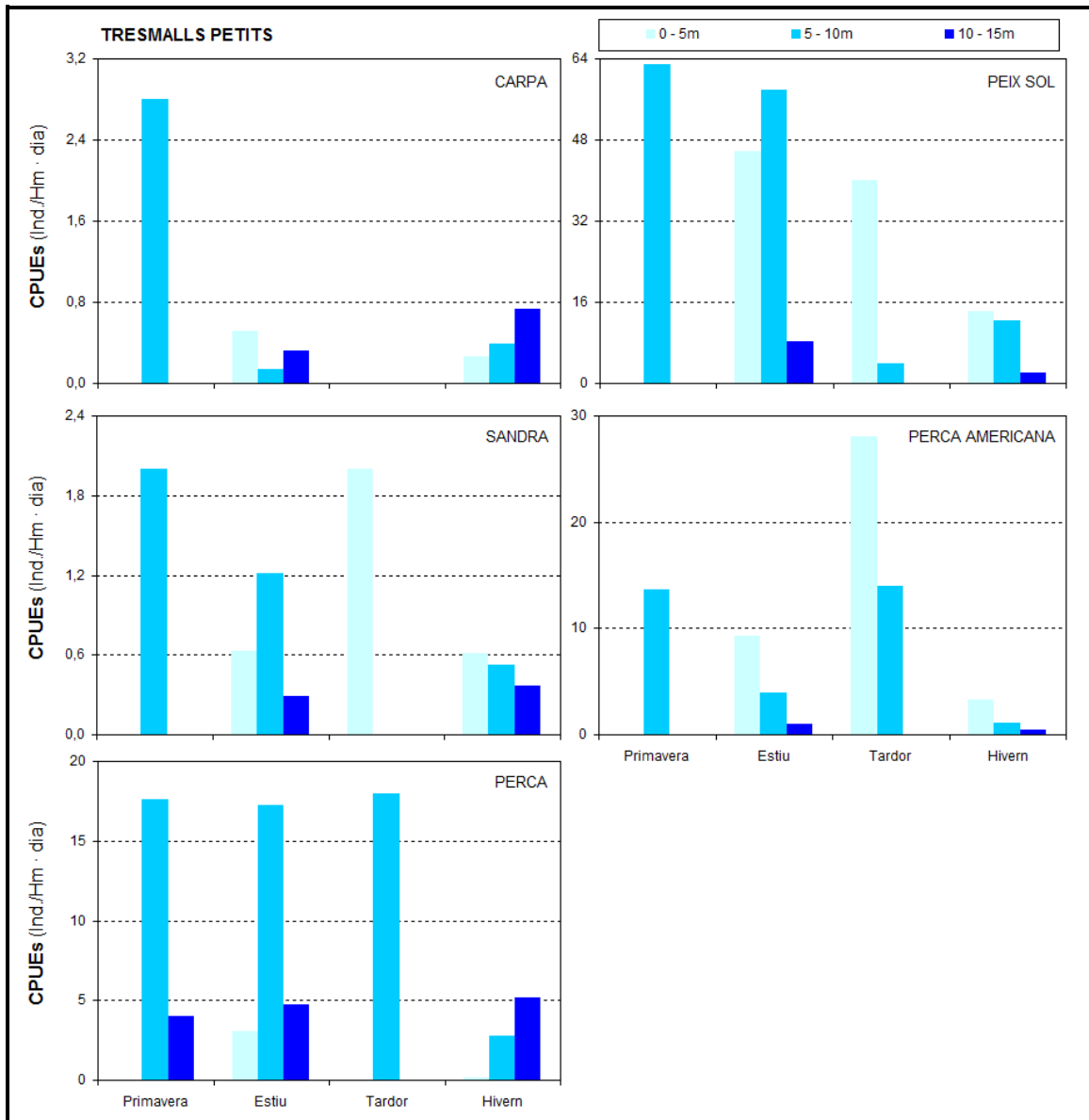


Figura 5.1.33.- Densitat relativa obtinguda a partir de les captures amb tresmalls de llum de malla interna petita (20x20mm), per espècie, estació i estrat batimètric. Font: Consorci de l'Estany.

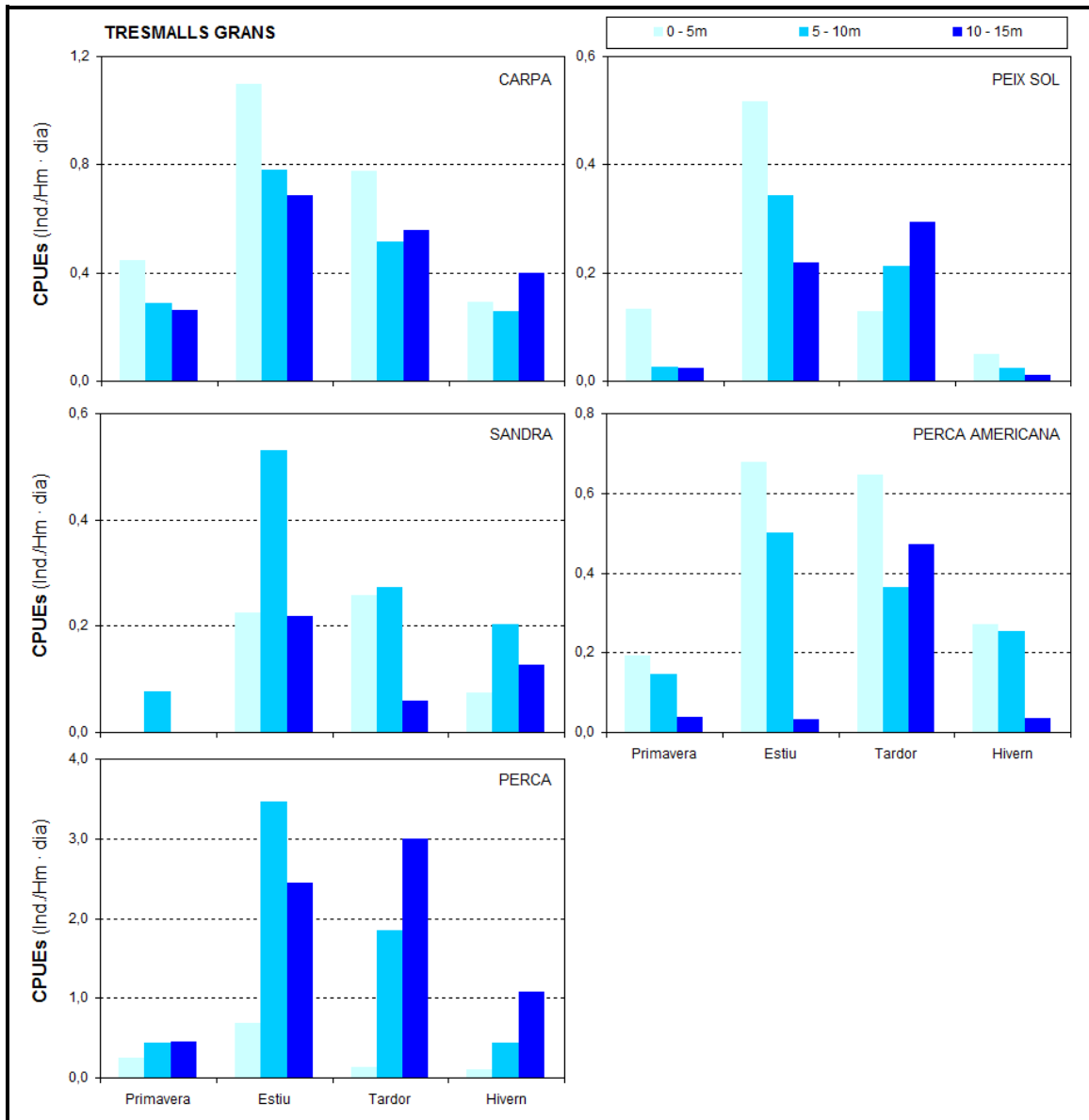


Figura 5.1.34.- Densitat relativa obtinguda a partir de les captures amb tresmalls de llum de malla interna gran (38x38mm), per espècie, estació i estrat batimètric. Font: Consorci de l'Estany.

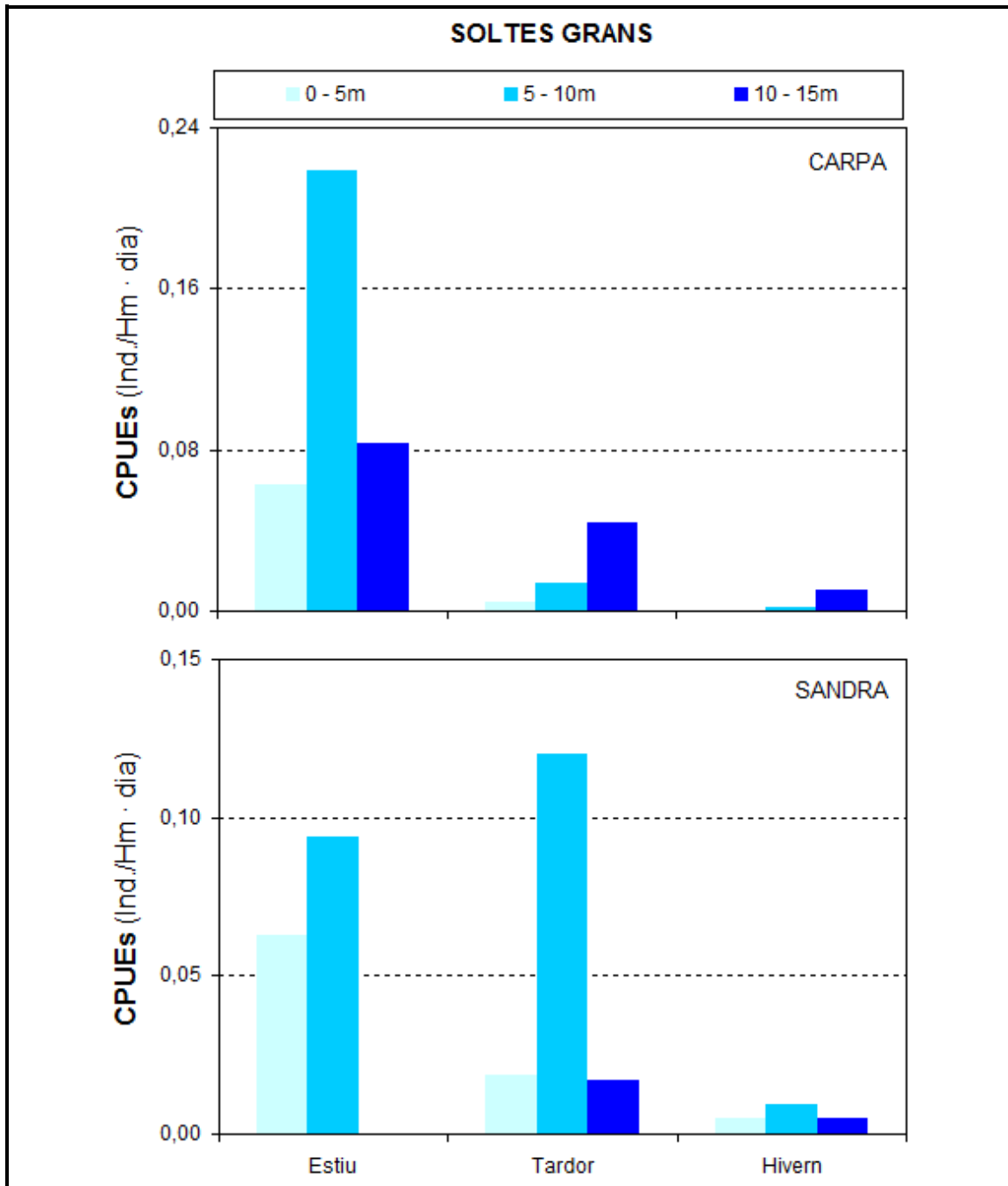


Figura 5.1.35.- Densitat relativa obtinguda a partir de les captures amb soltes de gran llum de malla (> 60mm), per espècie, estació i estrat batimètric. Font: Consorci de l'Estany.

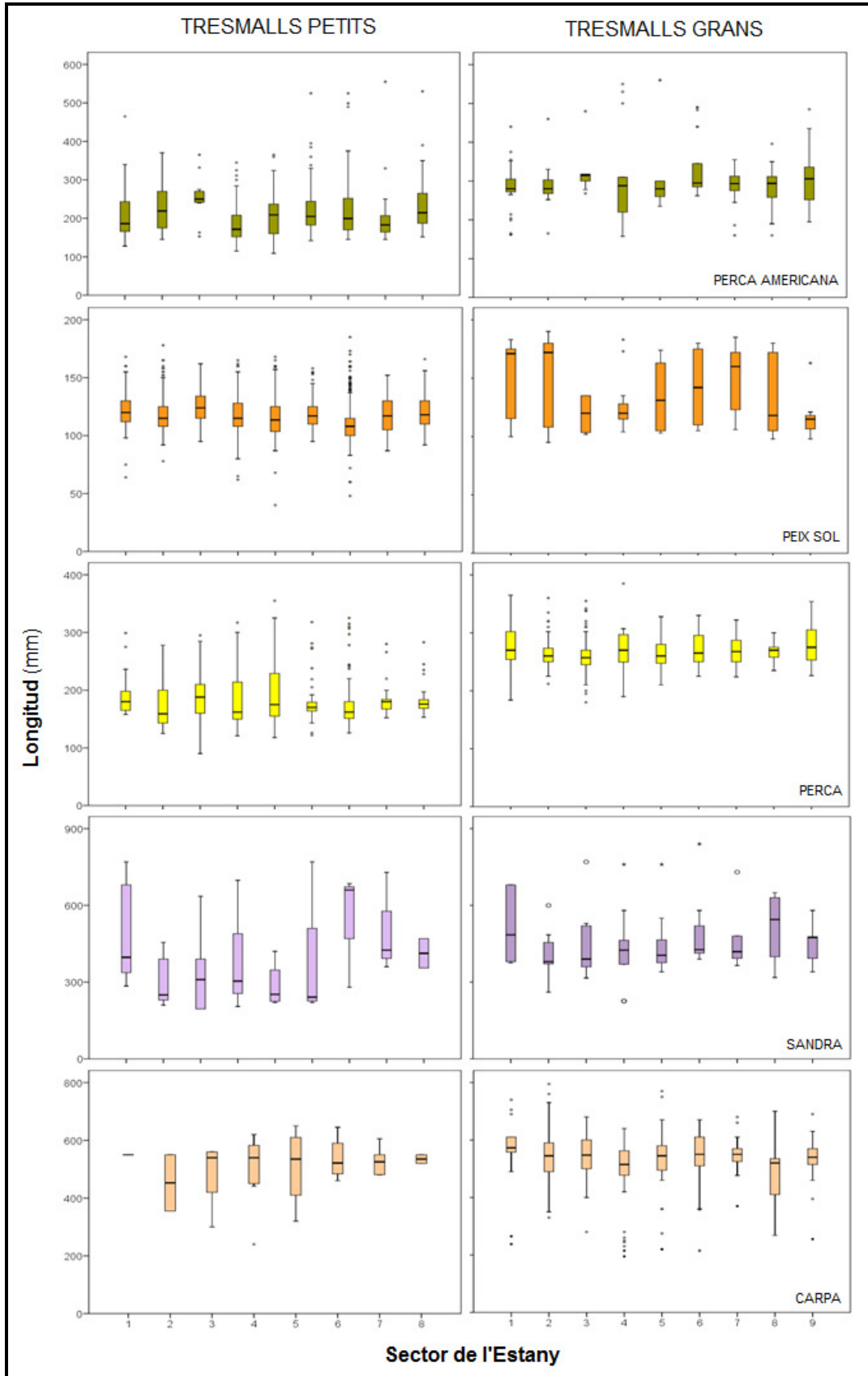


Figura 5.1.36.- Longitud mitjana de les captures amb tresmalls, per tipus de tresmall, espècie, i sector de l'Estany. Font: Consorci de l'Estany.

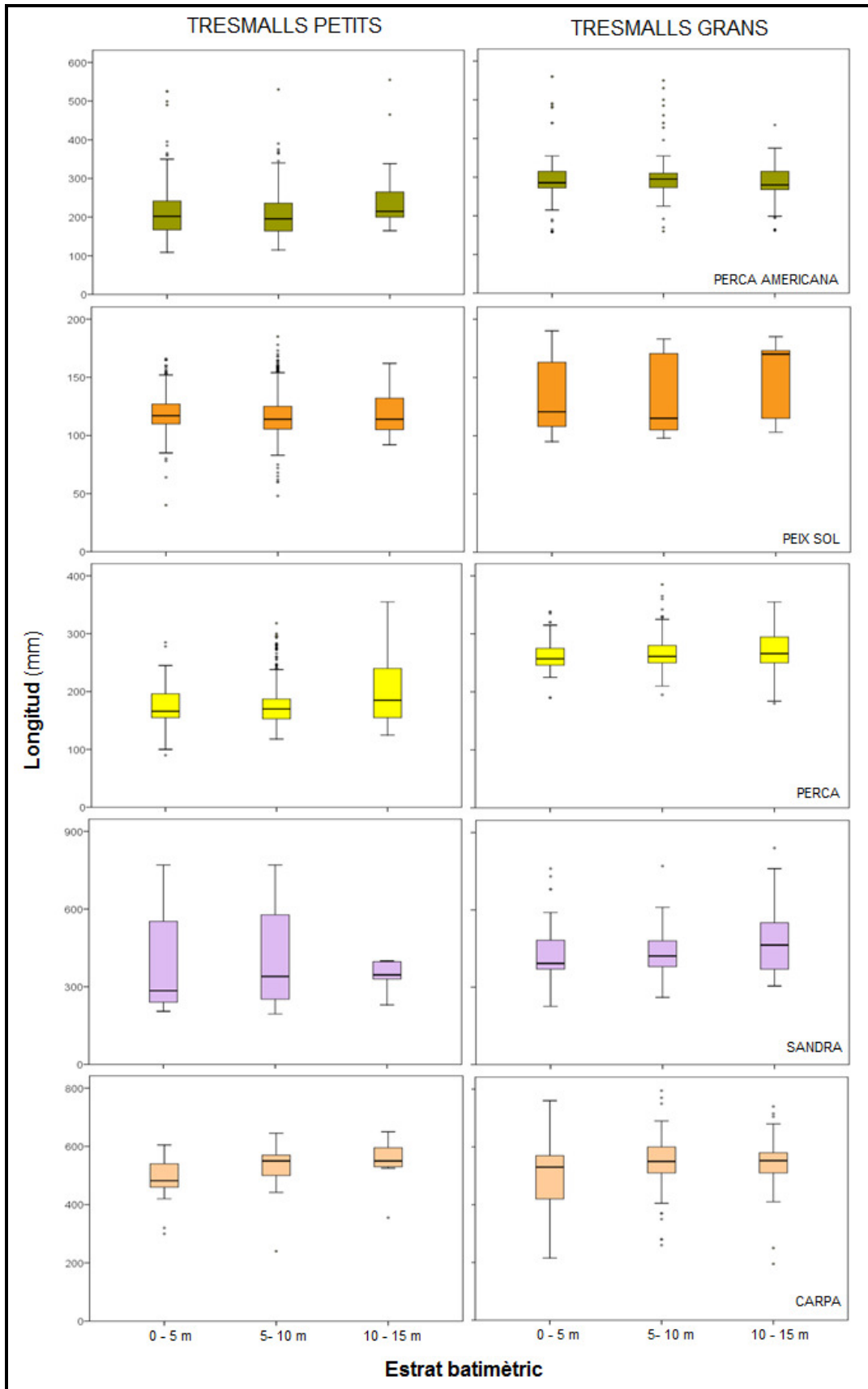


Figura 5.1.37.- Longitud mitjana de les captures amb tresmalls, per tipus de tresmall, espècie, i estrat batimètric. Font: Consorci de l'Estany.