

5.2.- EFECTES DEL CONTROL INTENSIU DE PEIXOS EXÒTICS

5.2.1.- ESFORÇ TOTAL

D'acord amb les previsions del protocol de control de peixos exòtics, redactat a l'inici del projecte, l'esforç total de pesca ha estat més gran durant les dues primeres temporades de pesca (Taula 5.4). A banda d'aquest fet, la repartició de l'esforç per tècnica de pesca també s'ha fet segons les previsions (Figura 5.2.1). Així, a partir de la tercera temporada, es va prescindir de l'ús de tresmalls per evitar capturar peixos autòctons, però incorporant l'ús de les grans soltes. A més, d'acord també amb allò previst, l'esforç s'ha anat reorientant anualment en funció dels resultats progressivament obtinguts amb cada tècnica. Així, per exemple, la pesca elèctrica ha anat guanyant pes relatiu respecte les altres tècniques, almenys fins a la tercera temporada.

El perfil de l'esforç acumulat de la principal tècnica de captura, la pesca elèctrica amb embarcació, recull en part les tendències de distribució de l'esforç exposades fins aquí. L'esforç acumulat ha augmentat de forma lineal i progressiva, amb poques i subtils oscil·lacions temporals, fins a finals de 2012 (Figura 5.2.2). A partir d'aquest moment, lògicament l'esforç acumulat ha seguit anant augmentant progressivament gràcies a la continuació de les campanyes de pesca, però a un ritme inferior, degut al menor esforç total aplicat.

	ESFORÇ TOTAL (Unitats: Jornals)				
	TEMPORADA DE PESCA *				
Tècnica de pesca	10-11	11-12	12-13	13-14 **	TOTAL
Pesca elèctrica	145,0	176,0	107,5	41,0	469,5
Palangres	-	-	0,8	13,4	14,2
Trampes grans	-	3,2	-	15,4	18,6
Tresmall petits	21,6	42,0	-	-	63,6
Tresmall grans	87,6	36,0	-	-	123,6
Soltes grans	-	-	22,3	-	22,3
TOTAL	254,2	257,2	130,6	69,8	711,8

Taula 5.4.- Esforç total de pesca de les campanyes de control, per temporada i tècnica de captura. * De juny a maig. ** Parcialment coberta. Font: elaboració pròpia a partir de dades originals.

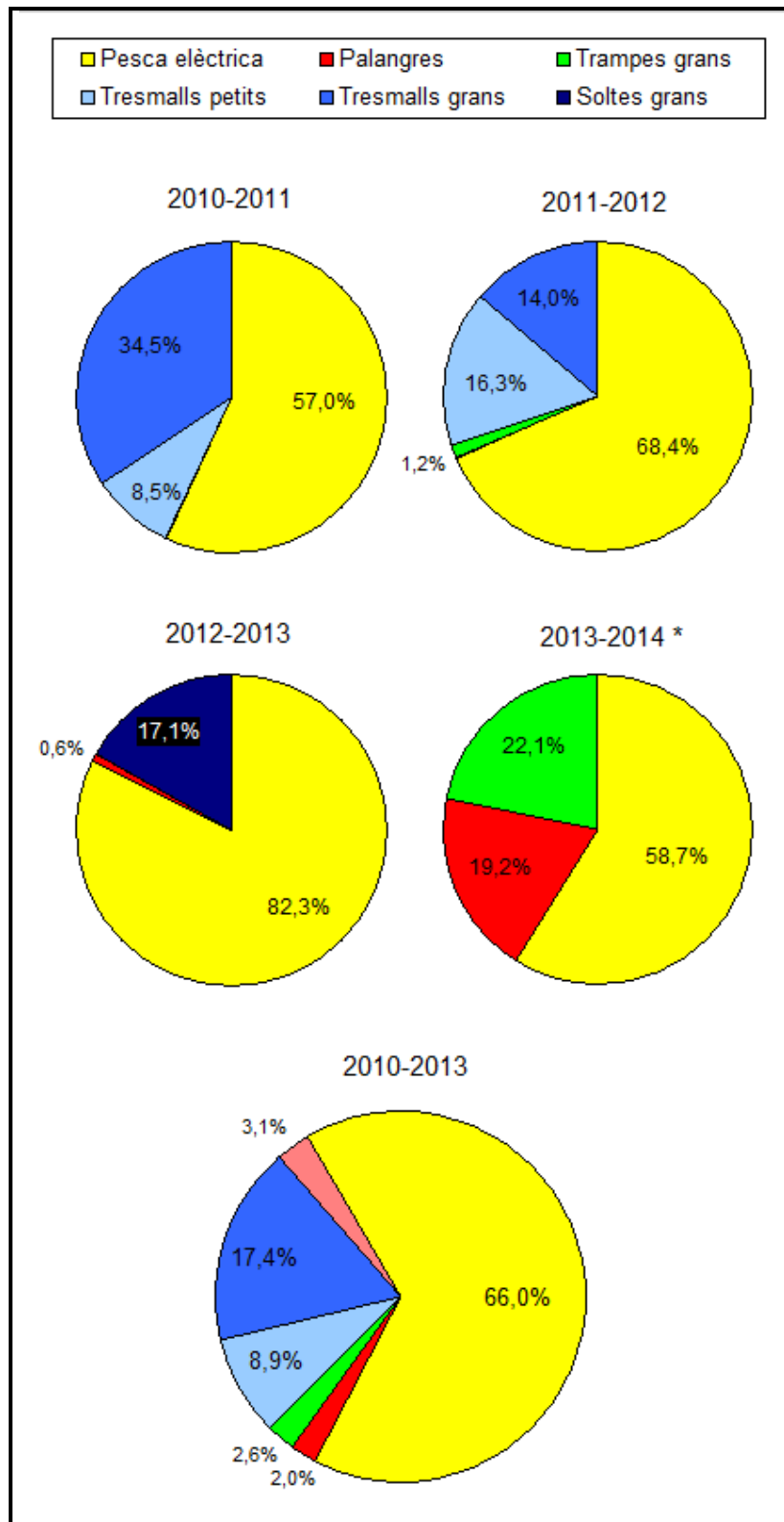


Figura 5.2.1.- Repartició de l'esforç de pesca de les campanyes de control, per temporada i tècnica de captura. * Temporada només parcialment coberta. Font: elaboració pròpia a partir de dades originals.

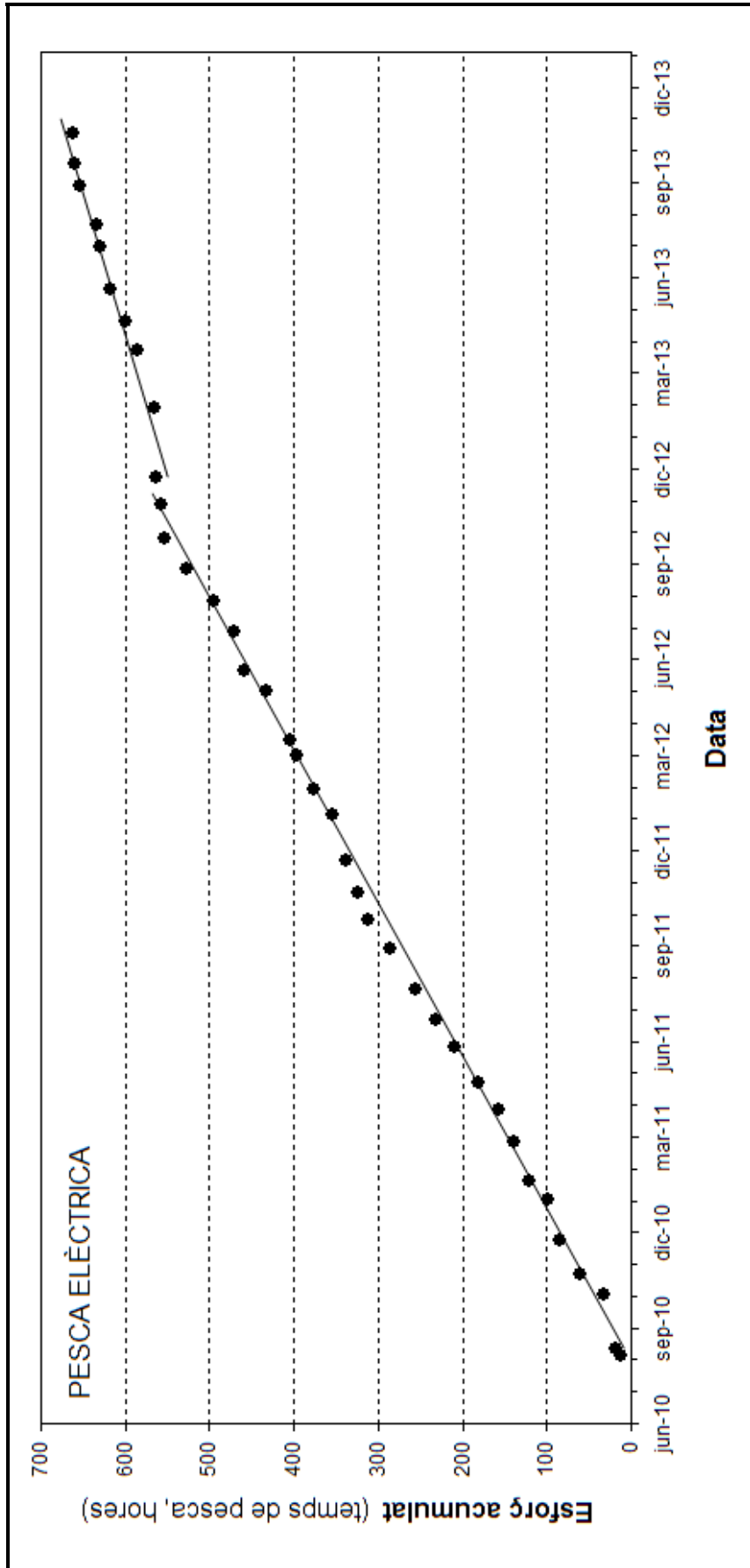








Figura 5.2.2.- Esforç acumulat de pesca elèctrica, mesurat com a temps de pesca, al llarg de les campanyes de control de peixos exòtics a l'Estany de Banyoles. Les línies representen la tendència central al llarg de dos períodes diferenciat. Font: Consorci de l'Estany.

5.2.2.- CAPTURES TOTALS

En total, al llarg del projecte s'han retirat de l'Estany més de 117.000 exemplars d'espècies exòtiques de peixos, corresponents a una biomassa total d'aproximadament 9,5 TM (Taules 5.5 i 5.6). La pesca elèctrica és llargament la tècnica que ha permès generar un major nombre de captures acumulades, tant en termes de nombre d'individus com de biomassa. Això s'explica tant per la major eficiència respecte la major part d'espècies, com també pel major esforç total aplicat. La segona tècnica pel que fa a la quantitat de captures el representen els dos tipus de tresmalls, grans i petits, conjuntament. Les altres tècniques han generat escasses captures totals, atès que la seva utilització ha estat experimental i per tant amb poc esforç total, o bé perquè es tracta de tècniques molt selectives i globalment ineficients.







Pel que fa a la repartició entre espècies de les captures totals, el peix sol és l'espècie més capturada, seguida per aquest ordre de la perca americana, la perca i la carpa, tot i que en termes de biomassa aquest ordre canvia notablement degut al diferent pes mitjà per exemplar d'aquestes espècies, i que aquest ordre també canvia depenent de les tècniques de captura degut a la diferent selectivitat per espècie, ja comentada més amunt (Figures 5.2.3 i 5.2.4).

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

	Espècie	Tècnica de captura					TOTAL				
		Pesca elèctrica	Tresmall	Soltes grans	Trampes grans	Palangre					
EXÒTIQUES	Perca americana <i>Micropterus salmoides</i>	49.261	475	1	382	8	50.127				
	Peix sol <i>Lepomis gibbosus</i>	61.622	2.050	1	380	0	64.053				
	Perca <i>Perca fluviatilis</i>	308	1.043	0	2	4	1.357				
	Sandra <i>Sanderlucioperca</i>	8	140	18	47	31	244				
	Carpa <i>Cyprinus carpio</i>	392	358	18	21	0	789				
	Carpí daurat <i>Carassius auratus</i>	6	4	0	0	0	10				
	Carpí <i>Carassius carassius</i>	1	1	0	0	0	2				
	Gardí <i>Scardinius erythrophthalmus</i>	1	9	0	0	0	10				
	Barb de l'Ebre <i>Luciobarbus graellsii</i>	4	3	0	0	0	7				
	Tenca <i>Tinca tinca</i>	0	2	0	0	0	2				
	Llopet de riu italià <i>Cobitis bilineata</i>	1	0	0	0	0	1				
AUTÒCTONES	Anguila <i>Anguilla anguilla</i>	356	37	0	1	4	398				
	Bagra <i>Squalius laietanus</i>	42	1	0	29	0	72				
	Barb de muntanya <i>Barbus meridionalis</i>	25	0	0	0	0	25				
	Bavosa de riu <i>Salaria fluviatilis</i>	273	0	0	0	0	273				
	Llissa calua <i>Liza ramada</i>	0	2	0	0	0	2				
	TOTAL	112.300	4.125	38	862	47	117.372				
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 5.5.- Captures totals (Individus) de les campanyes de control de peixos exòtics a l'Estany de Banyoles (2010-2013), per espècie i tècnica de pesca. Font: Consorci de l'Estany.

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

	Espècie	Tècnica de captura					TOTAL				
		Pesca elèctrica	Tresmall	Soltes grans	Trampes grans	Palangre					
EXÒTIQUES	Perca americana <i>Micropterus salmoides</i>	4.084,9	153,0	0,5	70,6	4,2	4.313,1				
	Peix sol <i>Lepomis gibbosus</i>	1.880,0	72,6	0,04	19,0	0,0	1.971,6				
	Perca <i>Perca fluviatilis</i>	6,1	242,3	0,0	0,5	1,9	250,8				
	Sandra <i>Sanderlucioperca</i>	5,3	136,9	26,4	42,3	111,6	322,4				
	Carpa <i>Cyprinus carpio</i>	1.195,7	972,8	73,4	5,3	0,0	2.247,2				
	Carpí daurat <i>Carassius auratus</i>	8,5	30,3	0,0	0,0	0,0	38,8				
	Carpí <i>Carassius carassius</i>	1,8	1,1	0,0	0,0	0,0	2,9				
	Gardí <i>Scardinius erythrophthalmus</i>	0,2	7,7	0,0	0,0	0,0	7,9				
	Barb de l'Ebre <i>Luciobarbus graellsii</i>	0,0	5,2	0,0	0,0	0,0	5,2				
	Tenca <i>Tinca tinca</i>	0,0	3,1	0,0	0,0	0,0	3,1				
	Llopet de riu italià <i>Cobitis bilineata</i>	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01				
AUTÒCTONES	Anguila <i>Anguilla anguilla</i>	325,9	33,9	0,0	0,6	2,6	362,9				
	Bagra <i>Squalius laietanus</i>	0,8	0,0	0,0	15,9	0,0	16,8				
	Barb de muntanya <i>Barbus meridionalis</i>	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1				
	Bavosa de riu <i>Salapia fluviatilis</i>	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5				
	Llissa calua <i>Liza ramada</i>	0,0	2,9	0,0	0,0	0,0	2,9				
	TOTAL	7.514,7	1.662	100,3	154,3	120,3	9.551,3				
Llegenda - Rang d'abundància de la biomassa total capturada (Kg):											
	>10 ³		10 ² - 10 ³		10 ¹ - 10 ²		10 ⁰ - 10 ¹		<10 ⁰		0

Taula 5.6.- Captura en biomassa total (Kg) de les campanyes de control de peixos exòtics a l'Estany de Banyoles (2010-2013), per espècie i tècnica de pesca. Font: Consorci de l'Estany.

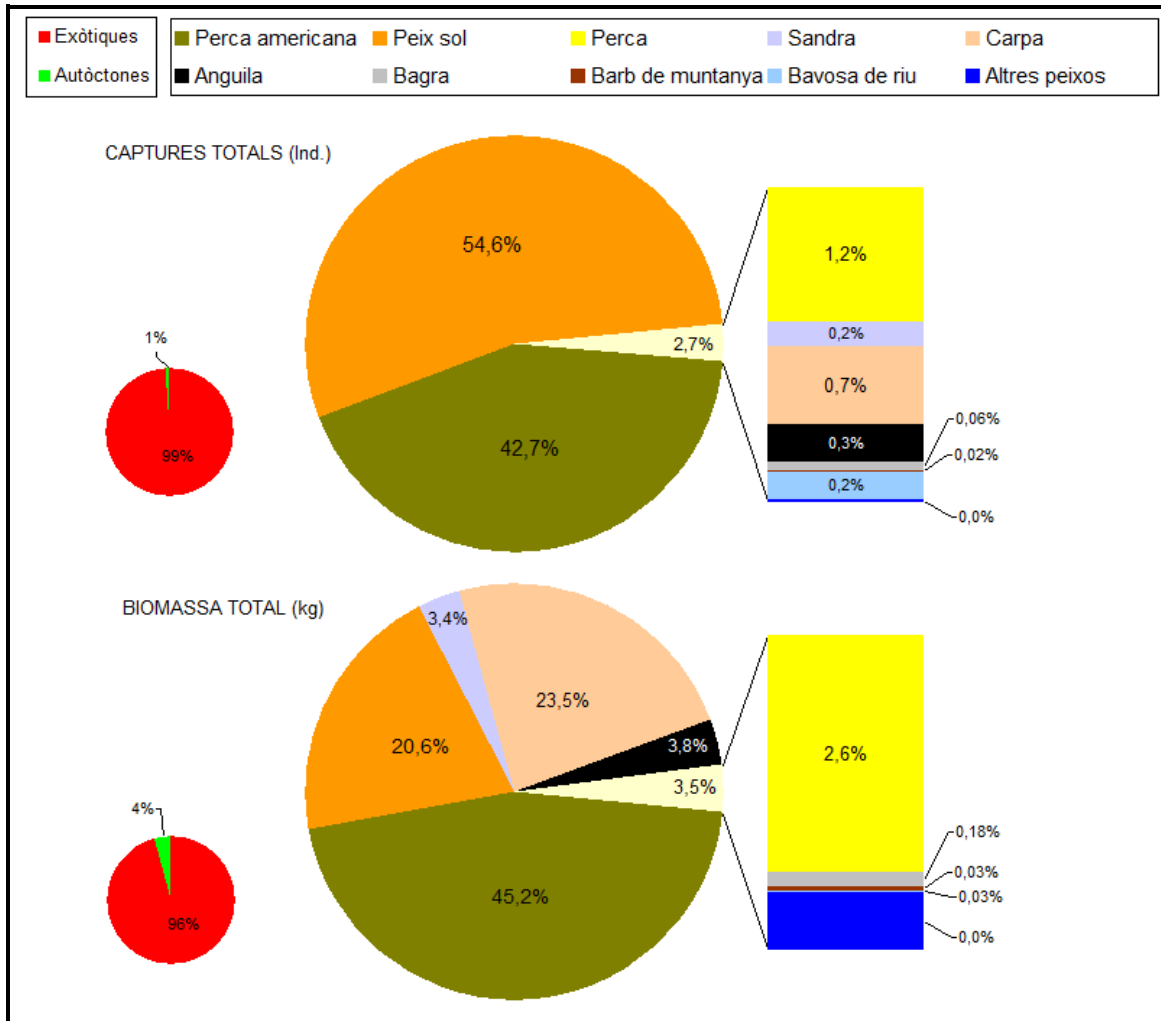


Figura 5.2.3.- Proporció per espècie de les captures totals de les campanyes de control de peixos exòtics a l'Estany de Banyoles fetes entre 2010 i 2013. Font: Consorci de l'Estany.

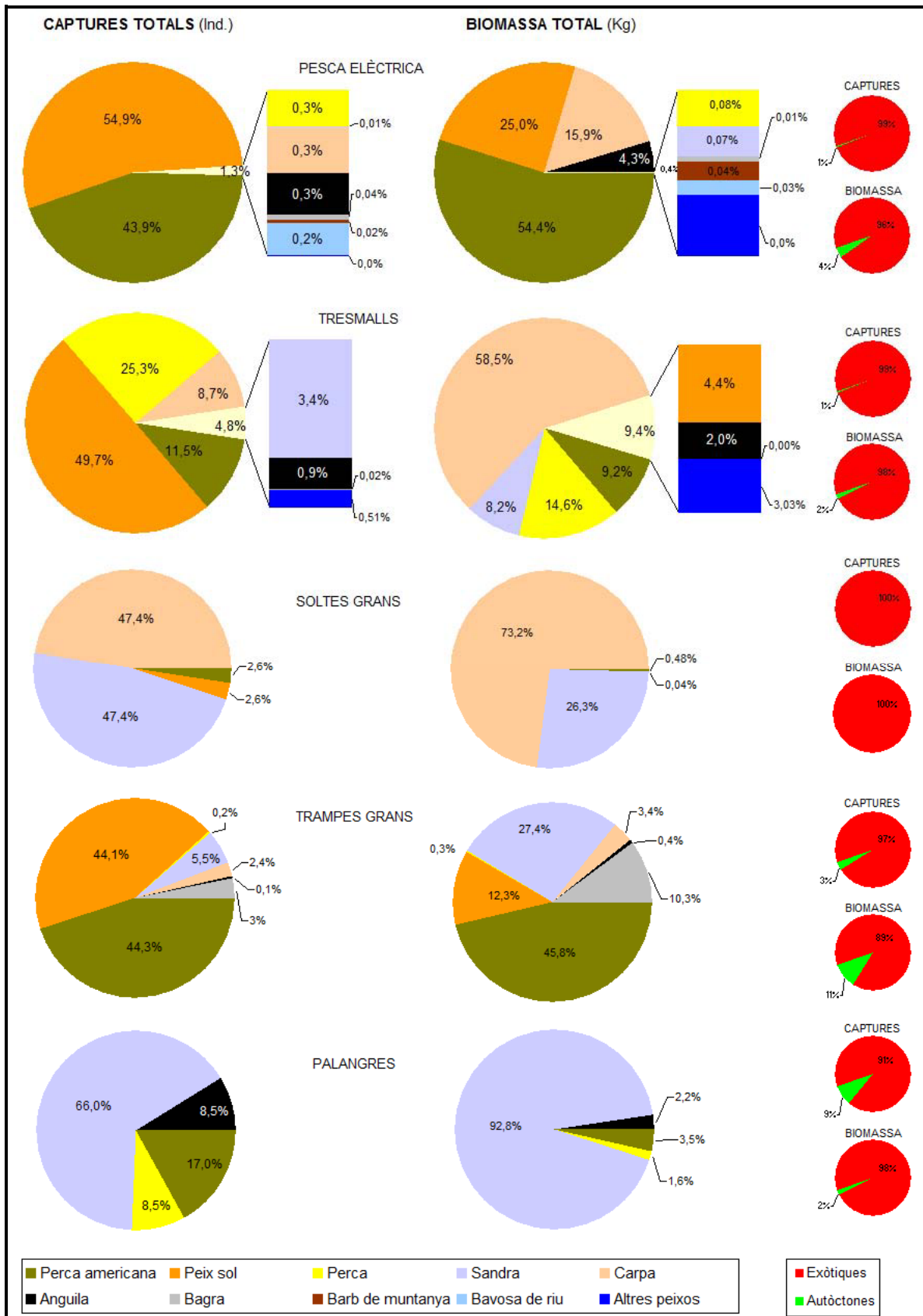


Figura 5.2.4.- Proporció per espècie de les captures totals de les campanyes de control de peixos exòtics a l'Estany de Banyoles fetes entre 2010 i 2013, per tècnica de captura. Font: Consorci de l'Estany.

5.2.3.- PERCA AMERICANA

Durant la planificació i execució de les campanyes de control de peixos exòtics a l'Estany de Banyoles, s'ha fixat l'atenció sobretot en la perca americana, tant pel fet que és una de les dues espècies exòtiques més abundants a l'Estany, com pel seu efecte regulador "top-down" sobre la cadena tròfica vinculat al seu caràcter de gran depredador. En conseqüència, en l'anàlisi dels efectes del control de peixos exòtics, s'ha posat el focus en l'evolució de la seva estructura poblacional, per sobre a altres espècies, mitjançant l'aplicació de diverses anàlisis complementaris.

Aproximació inicial a les estructures de mides

Les estructures de mides globals per temporada de la perca americana a l'Estany ja aporten les primeres pistes del que s'ha aconseguit (Figura 5.2.5), malgrat que cal tenir en compte que aquestes estructures no són plenament comparables entre si degut a què provenen de diferents distribucions estacionals de l'esforç. Bàsicament, el que s'observa és una clara disminució relativa dels exemplars de mida mitjana i gran a partir de la segona temporada respecte la situació inicial. Amb tot, durant la darrera temporada sembla que s'observa una certa recuperació de l'estructura inicial, sobretot ple que fa a la presència relativa d'exemplars de mida mitjana (10-20cm).

Anàlisi de sèries temporals d'estructures de mides (captures mensuals)

Una anàlisi en detall de les estructures de mides de les captures globals, separant per mesos (Figura 5.2.6), permet descriure en detall i per separat l'evolució temporal precisa de les cohorts corresponents als grups d'edat més baixos (0+ a 4+), tant pel que fa al seu creixement com a la seva densitat relativa.

S'observa com la població de perca americana sembla haver respost al control demogràfic augmentant la taxa de creixement dels més joves. Així, al llarg del projecte, la longitud mitjana de les cohorts més joves ha augmentat, situació força visible a les "verticals" de les edats 1,0 i 1,5 anys (Figura 5.2.7). De la mateixa manera, la dispersió de casos al voltant d'aquestes mitjanes, és a dir les amplituds de les seves respectives components modals, també sembla haver augmentat al llarg del projecte, almenys per a les edats més baixes (<2 anys) (Figura 5.2.8). Cal prendre aquests resultats observats amb certa precaució, atès que la sèrie

temporal disponible és curta, i que poden amagar algun tipus de variació deguda a altres factors no controlats, per exemple de tipus ambiental. També sembla observar-se una cert augment progressiu de la densitat relativa dels exemplars joves (<2 anys) (Figura 5.2.9), amb un possible rejuveniment general de la població (Figura 5.2.10), en part també degut al fet que sembla entreveure's ja una disminució progressiva dels més grans (Figura 5.2.11).

Tot plegat, en tot cas, és coherent amb la hipòtesi que una eventual reducció dels exemplars més grans d'aquesta i altres espècies depredadores, fruit del control demogràfic, hagi propiciat un major creixement i supervivència dels reclutes, joves i subadults de perca americana.

Anàlisi de sèries temporals d'estructures de mides (captures hivernals)

Gràcies al fet que el creixement de la perca americana, i de la major part de peixos de l'Estany, s'atura completament durant un període no inferior a 3 mesos durant cada hivern, l'anàlisi de mostres hivernals resulta més robust, ja que es poden agrupar les captures de diversos mesos obtenint mostres més grans i representatives de la dinàmica poblacional global de la població, minimitzant així el risc de biaix degut a un mer factor estocàstic en l'anàlisi del canvi de les estructures de mides.

Les captures hivernals de perca americana presenten perfils molt diferenciats entre les 4 temporades compreses dins el Projecte Estany (Figura 5.2.12). D'entrada, novament destaca el fet que la densitat relativa dels peixos de mida mitjana (10-20cm, aprox.) va disminuir molt durant la segona i tercera temporada, però sembla haver-se recuperat a finals de projecte (Figures 5.2.12 i 5.2.13). Per contra, els més petits haurien tingut una evolució inversa, amb un augment gradual molt clar fins arribar a una màxim durant el tercer hivern, per després tornar a disminuir lleugerament el darrer hivern, sense arribar als mínims de l'inici del projecte. La densitat relativa dels més grans que s'han pogut discriminar en aquesta anàlisi (4+), en canvi, s'ha reduït molt a partir del segon hivern i mantingut molt baixa durant tot el projecte (Figura 5.1.14); aquest resultat és molt consistent amb allò esperat durant la planificació de les campanyes de control.

Anàlisi simplificat de tendències temporals de l'estructura de mides

Una forma més simple de descriure quina ha estat l'evolució al llarg del projecte de l'estructura poblacional de la perca americana a l'Estany de Banyoles, és una simple anàlisi de la tendència central de la densitat relativa, separant per grans grups de mida (Figura 5.2.15). Els resultats, consistents i encara més clars que allò exposat fins ara, mostren com els peixos més petits (<10cm) han augmentat considerablement al llarg del projecte, amb un augment d'un 20%, aproximadament, del valor absolut de densitat relativa. Pels peixos mitjans (10-20cm), tot i que s'observa un perfil còncav, la tendència temporal al llarg del projecte és aproximadament plana, és a dir sense variacions significatives en la densitat relativa. Pels exemplars més grans, en canvi, s'observa una disminució gradual de tots els grups de talla, en general més acusada com més grans són: 70-80% de reducció dels grans (20-40cm), i reducció superior al 100% dels molt grans (>40cm).

Perfils de supervivència

Mitjançant els paràmetres de les corbes de creixement, estimats en el marc d'estudis previs per a aquesta població de Banyoles, i per tant molt fiables, és possible transformar les classes de mida en classes d'edat, i a partir d'aquí obtenir perfils de supervivència a partir de mostres úniques. Això s'ha fet sobre les mostres hivernals integrades pel conjunt de captures de novembre a març de cada temporada de pesca. Sobre aquest perfils s'han ajustat models diversos de supervivència mitjançant regressió lineal o no lineal, depenent del tipus de model (Taula 5.7).

D'entrada, allò més destacable és el fet que per a tots els ajustaments i tots els models, s'observa un augment gradual al llarg del projecte de la taxa de mortalitat (Z). Així, en l'aplicació a les mostres senceres (amb tot l'espectre d'edats, 0-12 anys) del model clàssic en dinàmica de poblacions de peixos, amb mortalitat constant (Figura 5.2.16), ja s'observa un increment en el pendent de la recta ajustada, és a dir de la inclinació del perfil de supervivència, i per tant de la mortalitat, fet que també va aparellat amb una progressivament major densitat relativa de joves i una menor densitat relativa d'adults de mida mitjana i sobretot gran.

Tanmateix, en un estudi anterior sobre la perca americana a l'Estany ja s'havia comprovat que el supòsit de mortalitat constant al llarg de la vida no és complex

en aquesta població. De fet, s'observa sempre un perfil còncav de les corbes de supervivència, és a dir una disminució ontogènica de la mortalitat i en conseqüència un augment de la supervivència. Degut a això, sempre resulta estadísticament millor l'ajustament d'un model que incorpori aquesta variació de la taxa de mortalitat (Figura 5.2.17). En aquest cas, s'ha aplicat un model simple de mortalitat variable (decreixent) amb una "desacceleració" fixa (λ_z). El resultat de l'ajustament per separat d'aquest model a cada mostra hivernal de les quatre temporades consecutives de pesca, també indica un augment progressiu de la taxa de mortalitat, que en aquest cas s'ha d'interpretar com la taxa inicial de mortalitat, però encara més, també un augment del paràmetre λ_z que descriu el patró de variació d'aquesta taxa. Concretament, però, aquest augment es dona només durant la primera part del projecte; és a dir, sembla clar que fruit del control demogràfic el que s'ha aconseguit és donar una "acceleració" extra fixa a la mortalitat, probablement directament relacionada amb l'esforç de pesca, però que en tot cas a efectes pràctics el que comporta és un augment gradual de la mortalitat global de la població, any a any.

L'aplicació del model de supervivència constant a tan sols una fracció de les mostres, concretament a les dades d'abundància relativa de 0 a 4 anys d'edat (Figura 5.2.18), és una altra aproximació possible a l'evolució de la demografia de l'espècie, que tenint en compte que és en aquesta franja d'edat on es donen el gruix de les captures (>97%), resulta pertinent de dur a terme. Novament, els resultats indiquen un augment progressiu de la mortalitat, malgrat el també augment progressiu de l'abundància relativa de joves.

En definitiva, caldrà veure com evolucionen aquestes tendències en el futur, en relació a la continuïtat que es doni a les campanyes de control de peixos exòtics. En tot cas, allò més interessant és que no s'ha observat una estabilització de la mortalitat, com potser es podia suposar *a priori*, sinó el seu creixement continuat al llarg dels 4 anys de projecte, malgrat que l'esforç total de pesca ha disminuït a partir del segon any. Per altra banda, tot indica que l'anàlisi d'aquestes sèries sembla una molt bona eina per a la monitorització dels efectes del control demogràfic d'aquesta espècie a Banyoles.

Longitud mitjana

En consonància amb els resultats exposats fins ara, també eren d'esperar canvis en les variables descriptors de la longitud. Efectivament, malgrat les oscil·lacions en

bona mesura dependents de la dinàmica estacional del creixement dels joves de l'any, s'observa una clara tendència central de disminució de la longitud mitjana al llarg del projecte, que ha disminuït fins a un 15% (Figura 5.2.19).

Encara més evidents han estat els canvis en altres descriptors de la longitud. La longitud màxima mostra també una clara tendència de disminució, passant de valors centrals inicials propers als 50cm a valors centrals finals de 37cm (reducció del 26%). L'amplitud de longituds observades, és a dir el rang total de longituds (diferència entre longitud màxima i mínima), també ha disminuït molt, almenys un 29%. En canvi, el coeficient de variació de la longitud pràcticament no ha variat, ja que aquest descriptor està fortament influït pel fet que el gruix dels exemplars sempre es situen a la banda baixa de l'espectre de longitud (5-25cm; edats: 0+, 1+ i 2+).

Condició

Un altre aspecte en el que calia esperar que es produïssin canvis fruit de la intervenció directa sobre la població era el de la condició individual, entesa com la relació entre el pes i la longitud, o dit d'altra manera, el pes mitjà un cop eliminat l'efecte de la longitud o mida de cada peix.

La condició s'ha analitzat mitjançant una anàlisi MLG del pes en el què s'ha introduït sempre la longitud com a covariable (Taula 5.8). Més enllà de l'efecte d'aquesta covariable, en aquesta anàlisi es tracta d'identificar i quantificar l'efecte d'altres factors. En el cas de la perca americana, la variació de la condició és deguda principalment a dues fonts: 1^a, l'efecte combinat de la longitud i el grup de mida, i 2^a, l'efecte combinat del mes de l'any, l'any i el grup de mida. En el primer cas, cal interpretar-ho com una variació ontogènica de la condició, que de fet ja s'havia descrit per aquesta població en un estudi anterior; és a dir, la relació longitud-pes varia amb l'edat, i per tant amb la longitud, o el que és el mateix, la relació global entre les variables longitud i pes individuals (transformades logarítmicament) es descriu millor amb un model curvilini que no pas amb un model rectilini. En tot cas, aquesta font de variació, tot i ser la principal, és inherent a la biologia de l'espècie i a les característiques d'aquesta població, i per tant no cal aprofundir-hi aquí.

La segona font de variació de la condició té relació sobretot amb l'efecte de l'estacionalitat, i en menor mesura de l'annualitat, però sempre depenent del grup de mida, ja que responen diferentment. En els peixos petits (0-10cm) la condició és màxima a finals de primavera i mínima a finals d'estiu (Figura 5.2.20-A). Aquest

patró va canviant amb la longitud, avançant-se progressivament en el calendari aquests màxims i mínims. En el cas dels peixos més grans (30-60cm) s'observa fins i tot un patró bimodal de la variació estacional de la condició, amb màxims a finals d'hivern i a finals d'estiu. Aquests patrons estacionals semblen estar relacionats sobretot amb el cicle fenològic de la reproducció d'aquesta espècie, que presenta també canvis al llarg de l'eix edat.

Pel que fa a la variació interanual de la condició (Figures 5.2.20-B i 5.2.20-C), que de fet és la que té més interès en el context d'aquest projecte, ja que pot respondre al control demogràfic sostingut, s'observen pocs canvis: una lleugera disminució de la condició dels peixos petits, i un cert augment de la condició dels exemplars grans, mentre que no sembla haver-hi tendència de canvi en la condició dels mitjans i dels molt grans. Malgrat que aquestes tendències són suaus i poc marcades, en tot cas són consistents amb allò observat respecte la variació de la densitat relativa. Així, pels exemplars més petits (0-10cm) la densitat relativa ha anat augmentant i en conseqüència la condició individual ha disminuït. En el cas dels exemplars molt grans, s'hauria produït la situació exactament inversa.

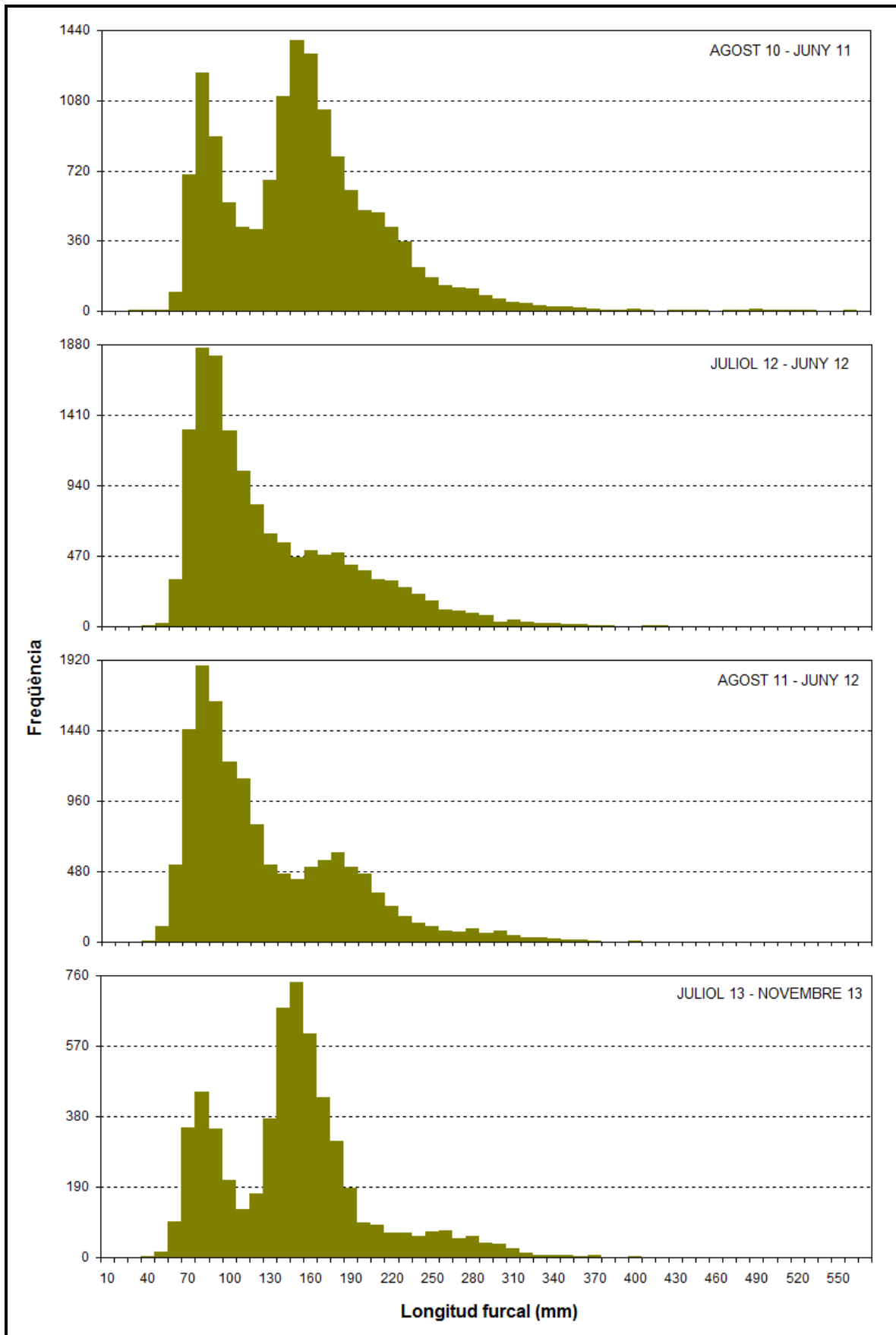


Figura 5.2.5.- Estructures de mides de les captures generals de perca americana durant les campanyes de control de peixos a l'Estany de Banyoles, per anualitat. Font: Consorci de l'Estany.

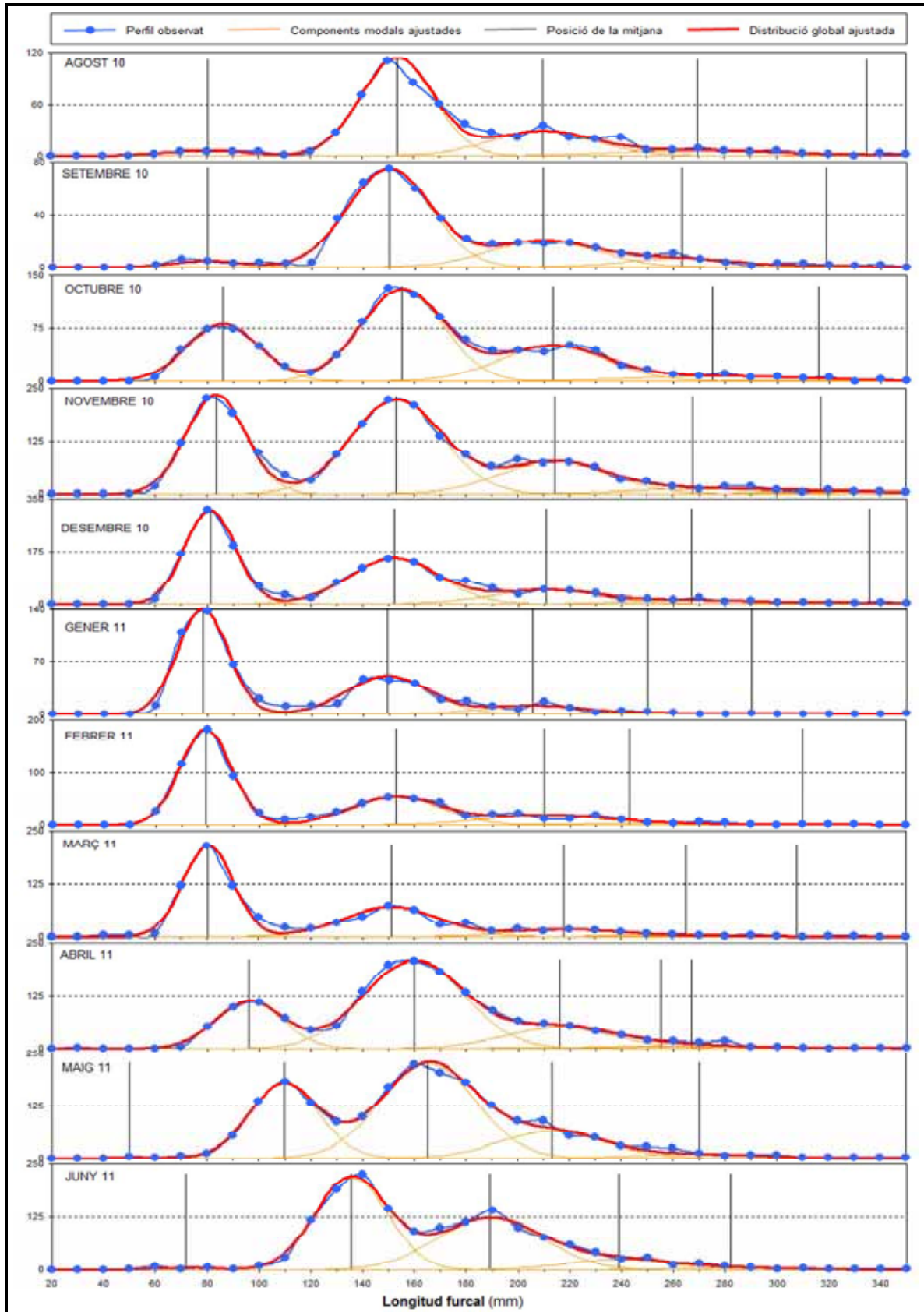


Figura 5.2.6-A.- Anàlisi de l'estructura de mides de les captures globals amb pesca elèctrica de perca americana, amb ajustament independent per mostra mensual, i ometent les captures -escasses- d'exemplars grans (>35cm). Font: Consorci de l'Estany.

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

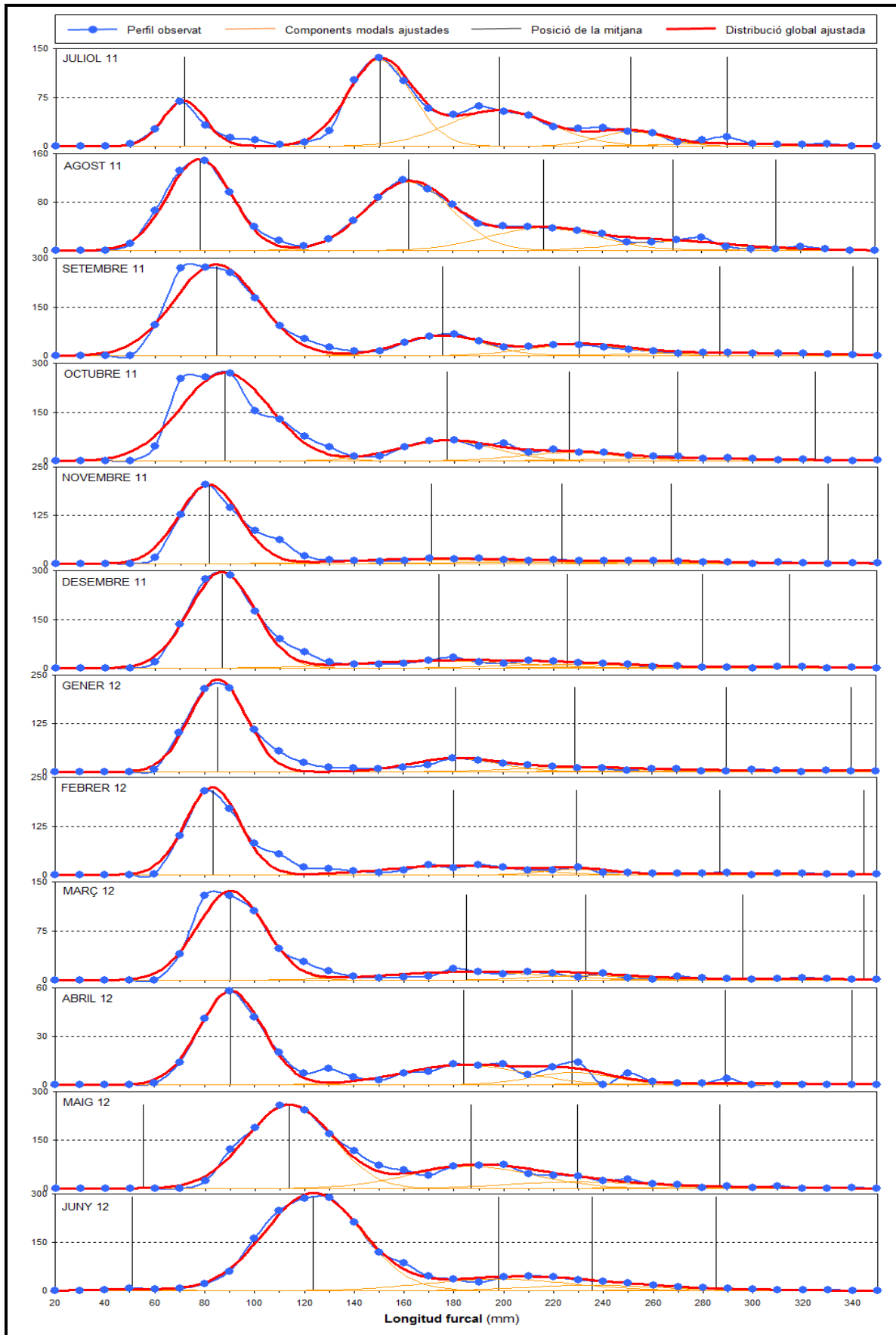


Figura 5.2.6-B.- Anàlisi de l'estructura de mides de les captures globals amb pesca elèctrica de perca americana, amb ajustament independent per mostra mensual, i ometent les captures -escasses- d'exemplars grans (>35cm). Font: Consorci de l'Estany.

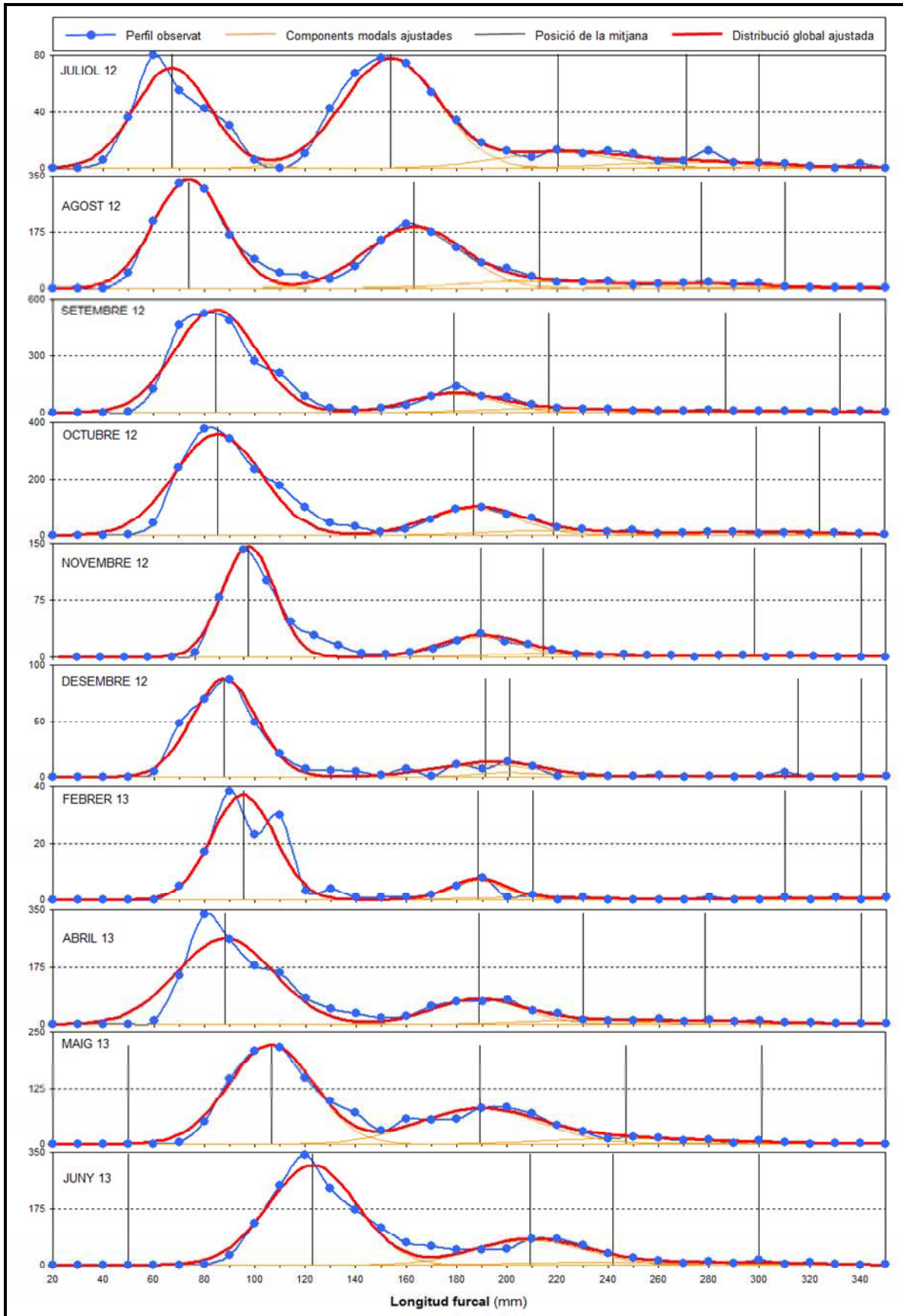


Figura 5.2.6-C.- Anàlisi de l'estructura de mides de les captures globals amb pesca elèctrica de perca americana, amb ajustament independent per mostra mensual, i ometent les captures -escasses- d'exemplars grans (>35cm). Font: Consorci de l'Estany.

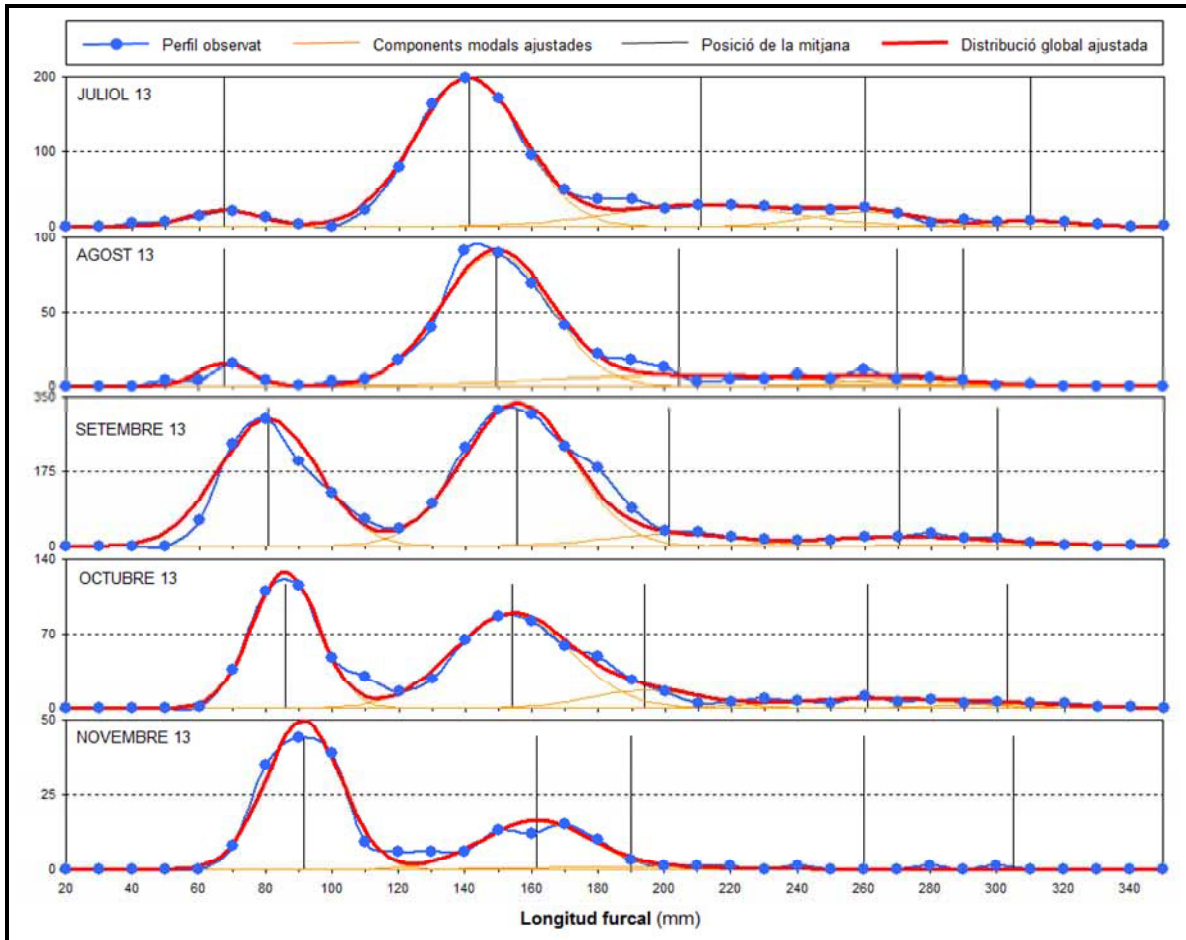


Figura 5.2.6-D.- Anàlisi de l'estructura de mides de les captures globals amb pesca elèctrica de perca americana, amb ajustament independent per mostra mensual, i ometent les captures -escasses- d'exemplars grans (>35cm). Font: Consorci de l'Estany.

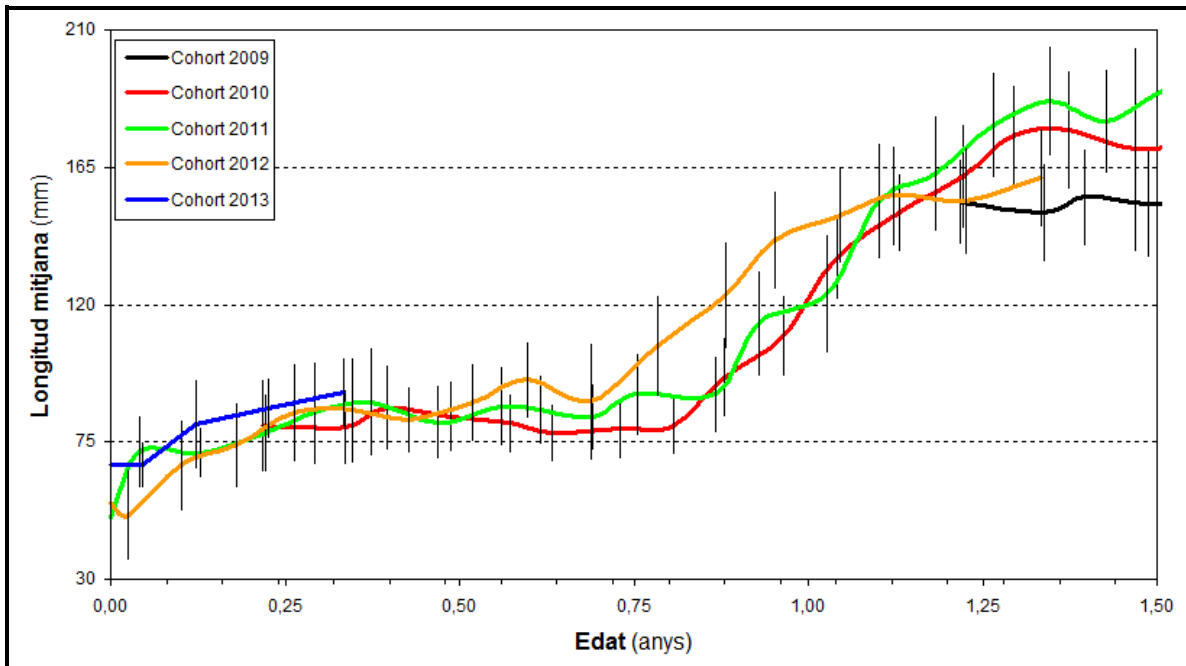


Figura 5.2.7.- Evolució de les mitjanes de longitud per cohort, obtingudes mitjançant l'anàlisi de l'estructura de mides de les captures globals amb pesca elèctrica de perca americana, amb ajustament independent per mostra mensual. Les barres representen l'error estàndard. Font: Consorci de l'Estany.

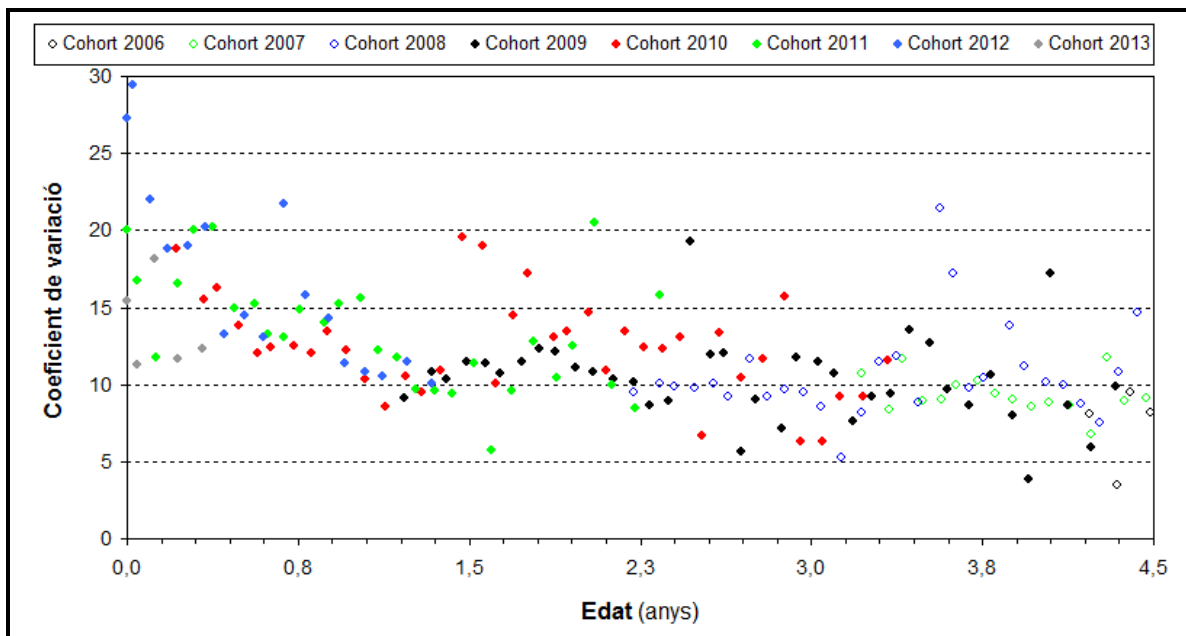


Figura 5.2.8.- Evolució del coeficient de variació de la de longitud per cohort, derivada de l'anàlisi de l'estructura de mides de les captures globals amb pesca elèctrica de perca americana, amb ajustament independent per mostra mensual. Font: Consorci de l'Estany.

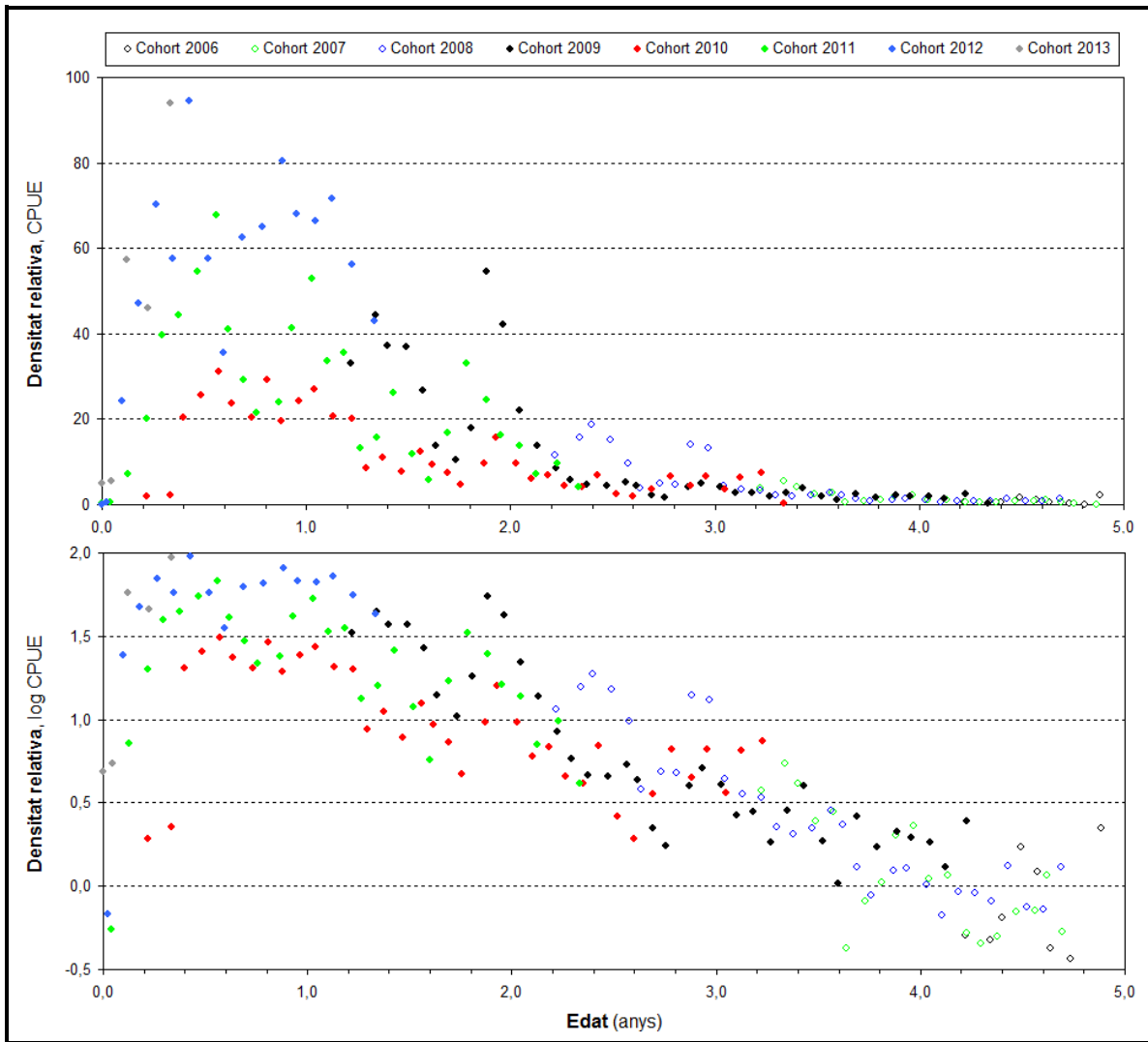


Figura 5.2.9.- Evolució de la densitat relativa per cohort, derivada de l'anàlisi de l'estructura de mides de les captures globals amb pesca elèctrica de perca americana, amb ajustament independent per mostra mensual. Font: Consorci de l'Estany.

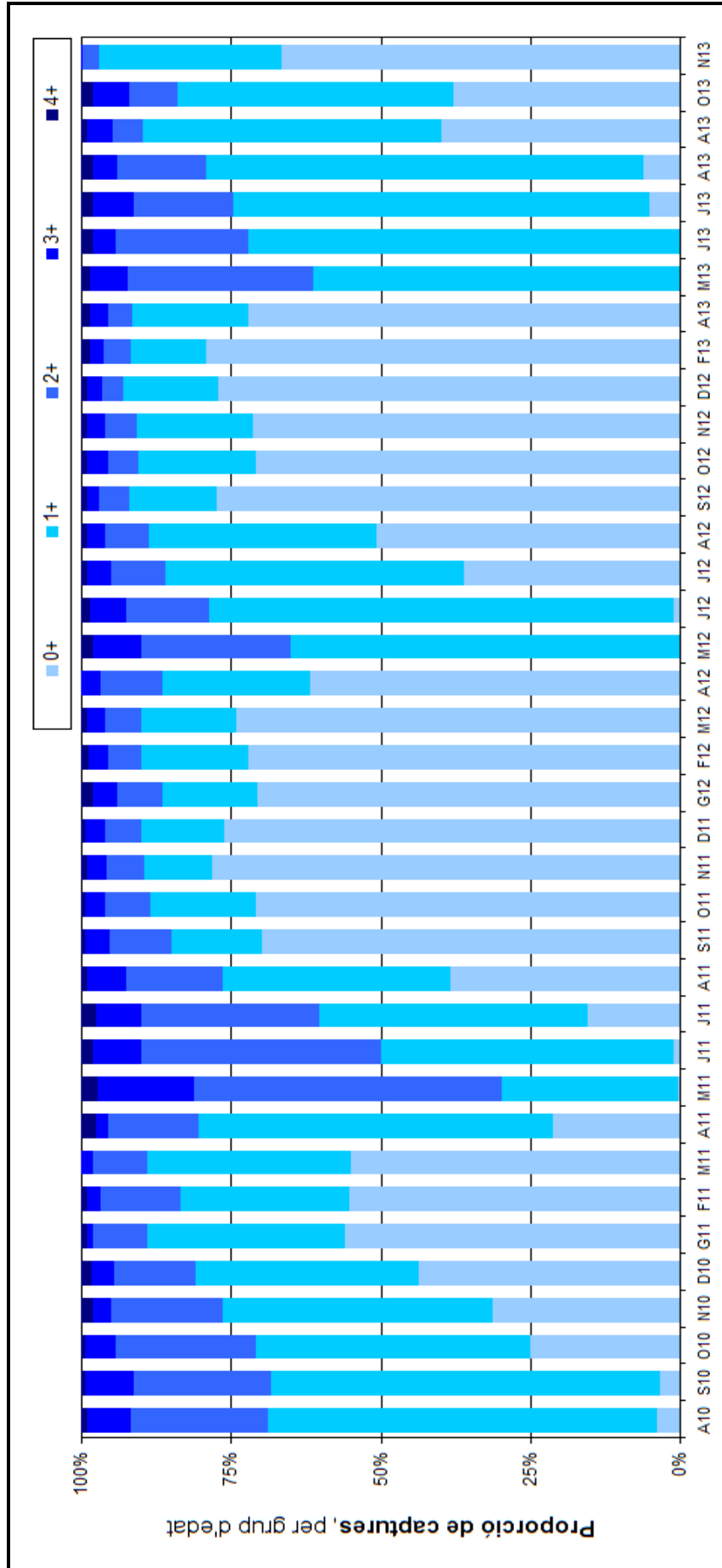


Figura 5.2.10.- Evolució de les proporcions de captures entre grups d'edat, derivades de l'anàlisi de l'estructura de mides de les captures globals amb pesca elèctrica de perca americana, amb ajustament independent per mostra mensual. Font: Consorci de l'Estany.

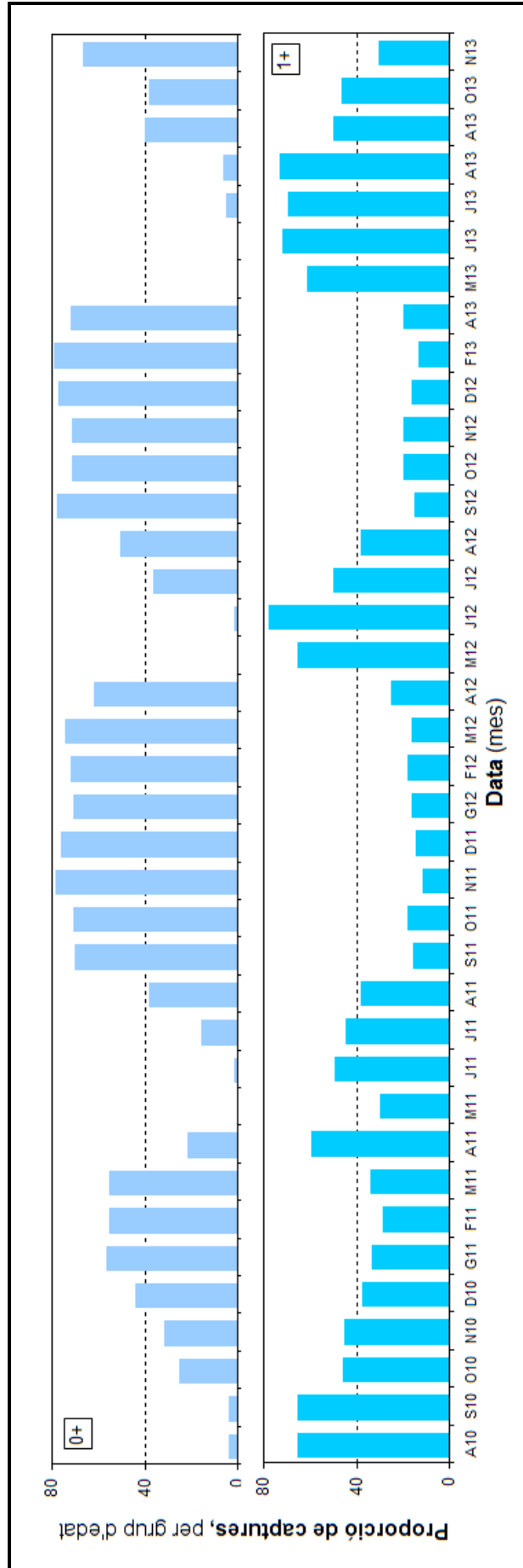


Figura 5.2.1.1-A.- Evolució de les proporcions de captures per grup d'edat, derivades de l'anàlisi de l'estructura de mides de les captures globals amb pesca elèctrica de pesca americana, amb ajustament independent per mostra mensual. Font: Consorci de l'Estany.

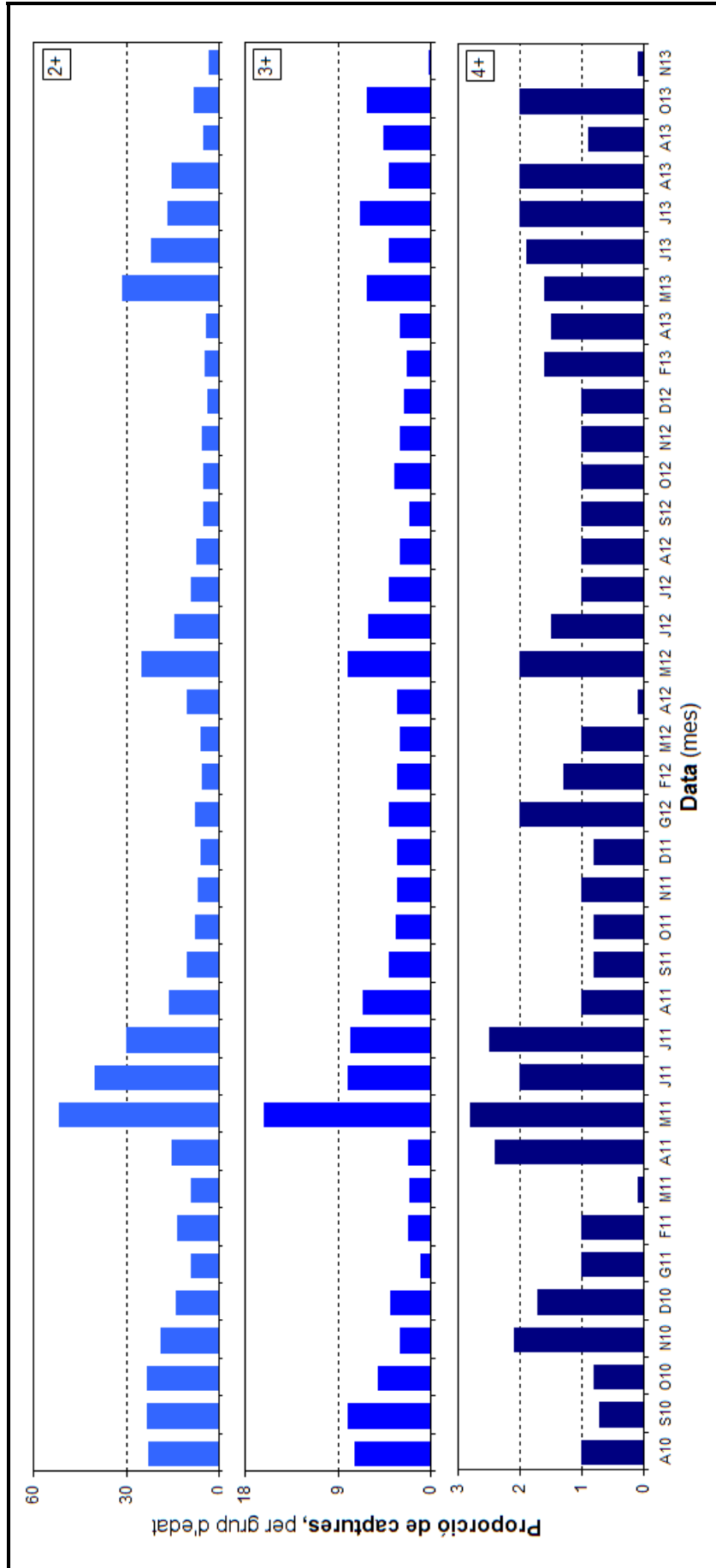


Figura 5.2.1.1-B.- Evolució de les proporcions de captures per grup d'edat, derivades de l'anàlisi de l'estructura de mides de les captures globals amb pesca elèctrica de perca americana, amb ajustament independent per mostra mensual. Font: Consorci de l'Estany.

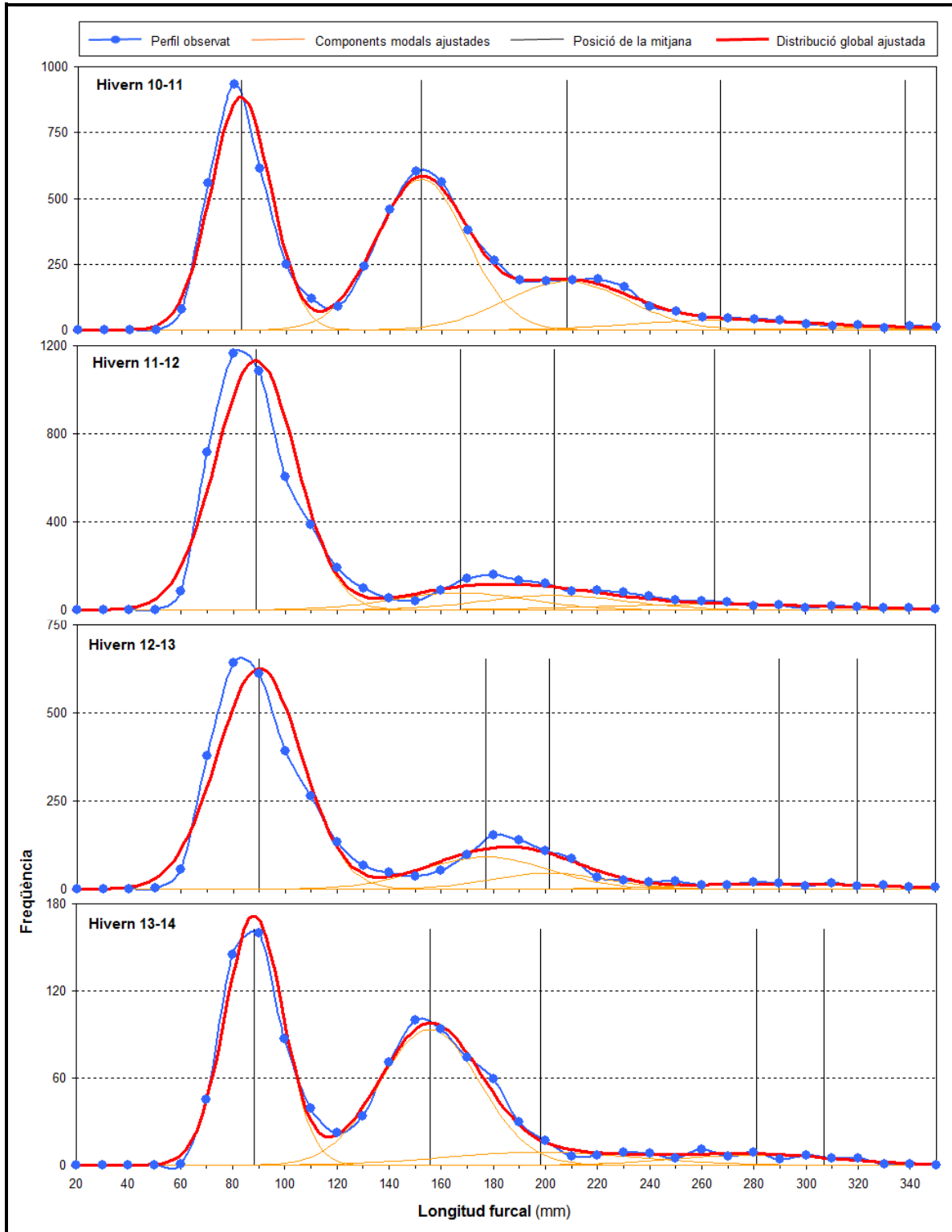


Figura 5.2.12.- Anàlisi de l'estructura de mides de les captures globals amb pesca elèctrica de perca americana, amb ajustament independent per mostres hivernals, ometent les captures -escasses- d'exemplars grans (>35cm). Font: Consorci de l'Estany.

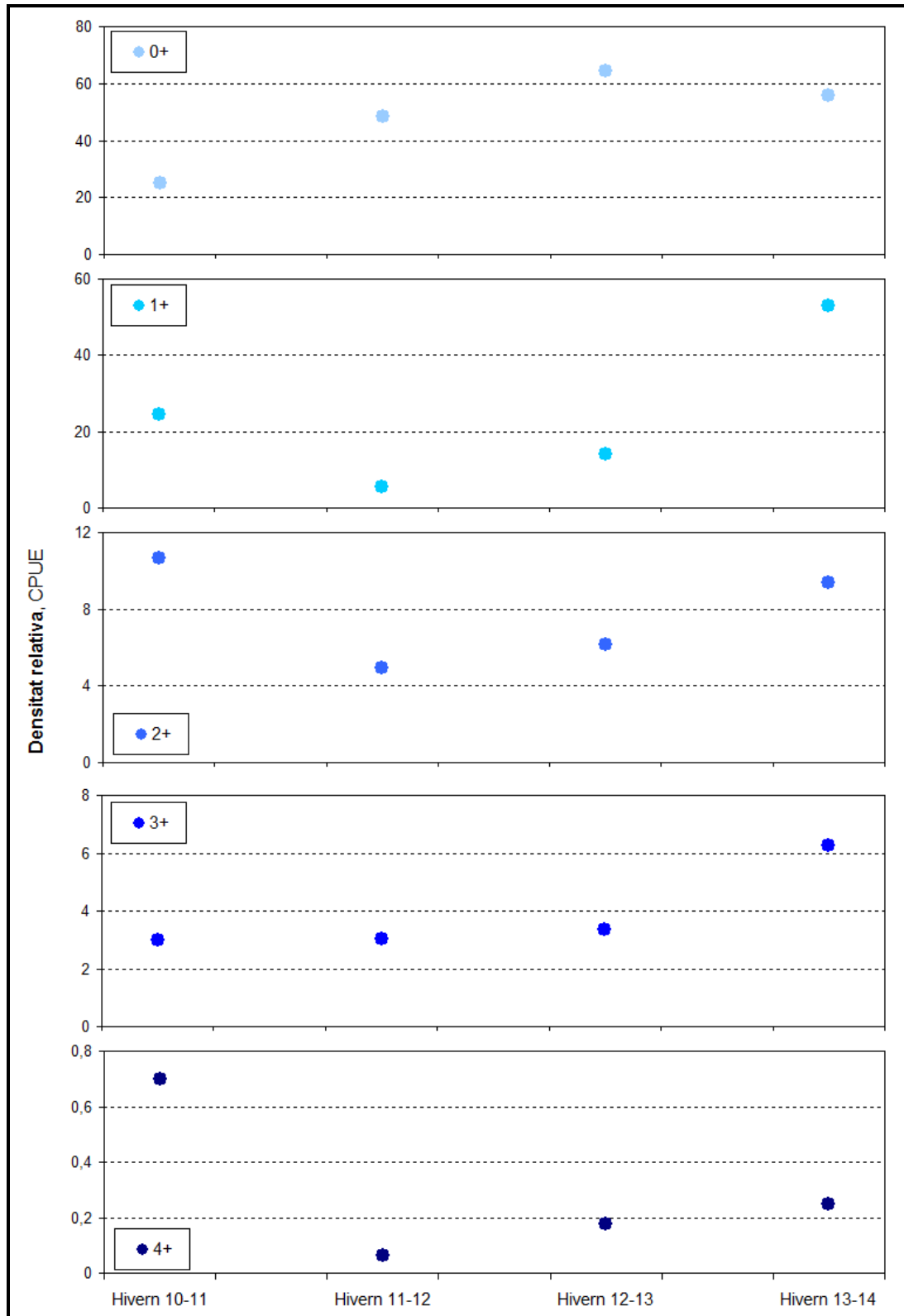


Figura 5.2.13.- Evolució de la densitat relativa per cohort, derivada de l'anàlisi de l'estructura de mides de les captures globals amb pesca elèctrica de perca americana, amb ajustament independent per mostres hivernals. Font: Consorci de l'Estany.

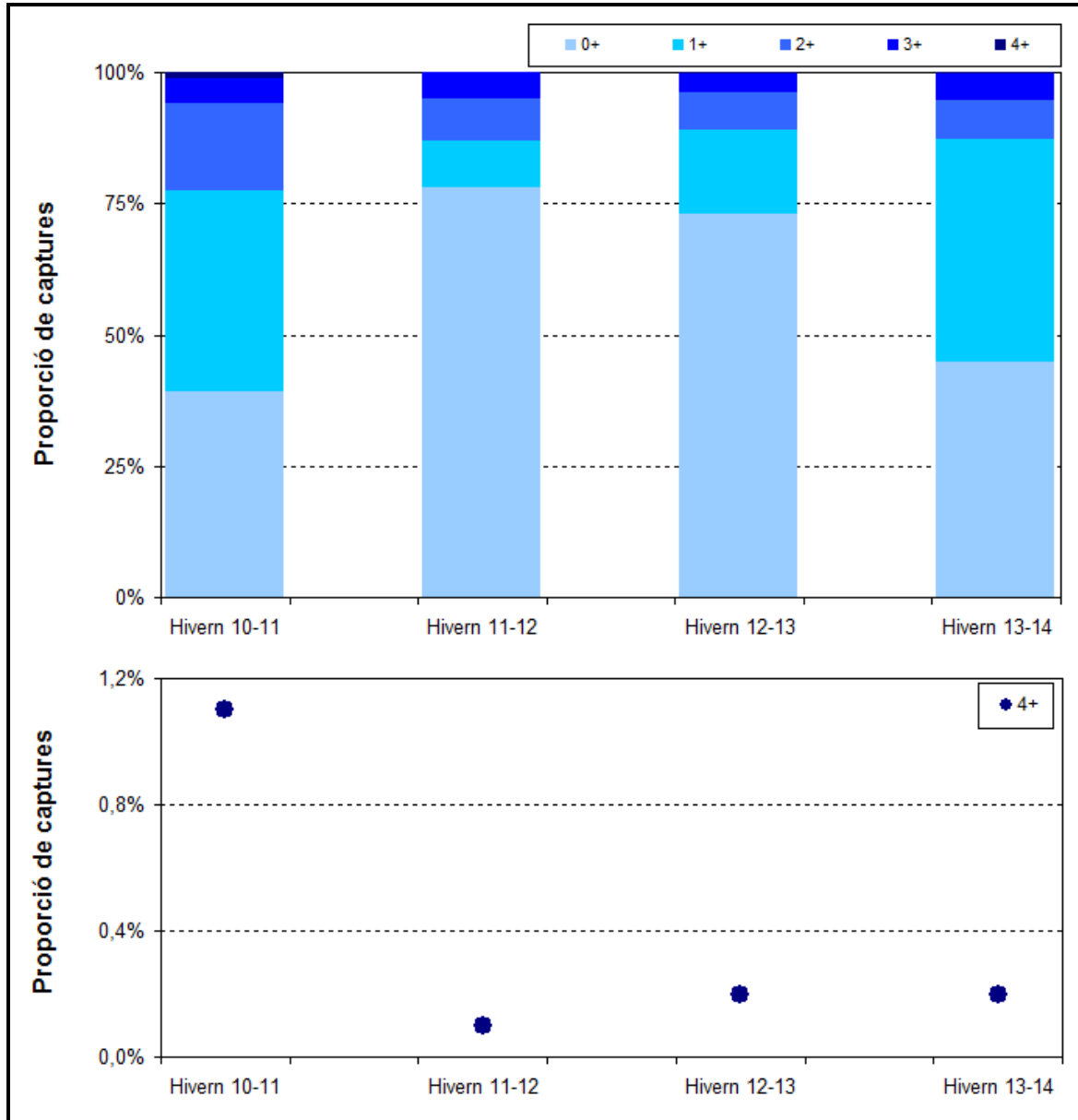


Figura 5.2.14.- Evolució de les proporcions de captura, derivades de l'anàlisi de l'estructura de mides de les captures globals amb pesca elèctrica de perca americana, amb ajustament independent per mostres hivernals. Font: Consorci de l'Estany.

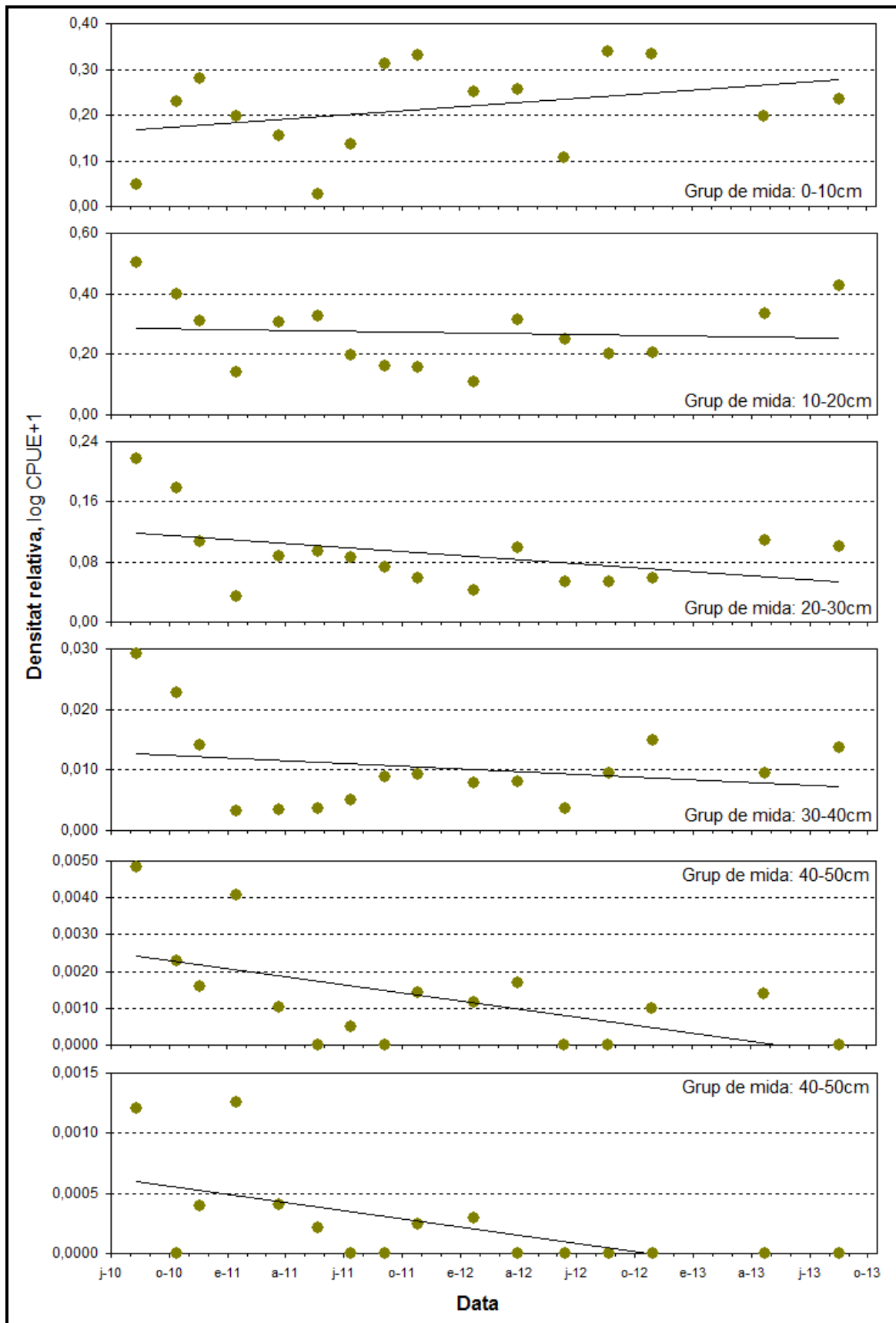


Figura 5.2.15.- Evolució al llarg del període 2010-2013 de la densitat relativa de perca americana (amb pesca elèctrica), per grup de mida. Les línies representen la recta ajustada per regressió lineal, i s'han afegit com a indicador de tendència temporal central. Font: Consorci de l'Estany.

PERCA AMERICANA				
Paràmetre	Època	Espectre de dades: 0,15-12 anys *	Espectre de dades: 0,15-12 anys **	Espectre de dades: 0,15-4 anys ***
		Model I (Z ct)	Model II (Z variable)	Model I (Z ct)
Ln N₀	Hivern 10-11	0,963	2,103	1,801
	Hivern 11-12	0,515	2,051	1,477
	Hivern 12-13	1,338	2,387	1,862
	Hivern 13-14	2,485	3,412	2,681
Z	Hivern 10-11	0,492	1,388	0,830
	Hivern 11-12	0,515	1,687	0,865
	Hivern 12-13	0,710	1,808	1,007
	Hivern 13-14	0,980	2,123	1,076
λ_Z	Hivern 10-11	-	0,225	-
	Hivern 11-12	-	0,285	-
	Hivern 12-13	-	0,288	-
	Hivern 13-14	-	0,283	-
R²	Hivern 10-11	0,806	0,908	0,744
	Hivern 11-12	0,817	0,931	0,757
	Hivern 12-13	0,823	0,908	0,714
	Hivern 13-14	0,807	0,909	0,790
Models de supervivència aplicats				
Model I: $N_t = N_0 \cdot e^{-Z \cdot t}$		Model II: $N_t = N_0 \cdot e^{-(Z/\lambda) \cdot (1 - \exp(-\lambda \cdot t))}$		
Assignació d'edat a les classes de mida				
Aplicació del model de Sommers: $L_t = L_\infty (1 - e^{-(K(t-t_0)+E_t)})$ 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: $L_\infty = 685,4$ mm; $K = 0,1337$ anys ⁻¹ ; $t_0 = -0,8784$ anys; $C = 1$; $t_s = 0,0344$				

Taula 5.7.- Ajustament de models de supervivència a les densitats relatives de perca americana 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 del valor màxim fins al darrer "zero"; *** Es selecciona només el rang de casos des del valor màxim fins al final de l'espectre d'edat. Font: elaboració pròpia a partir de dades originals.

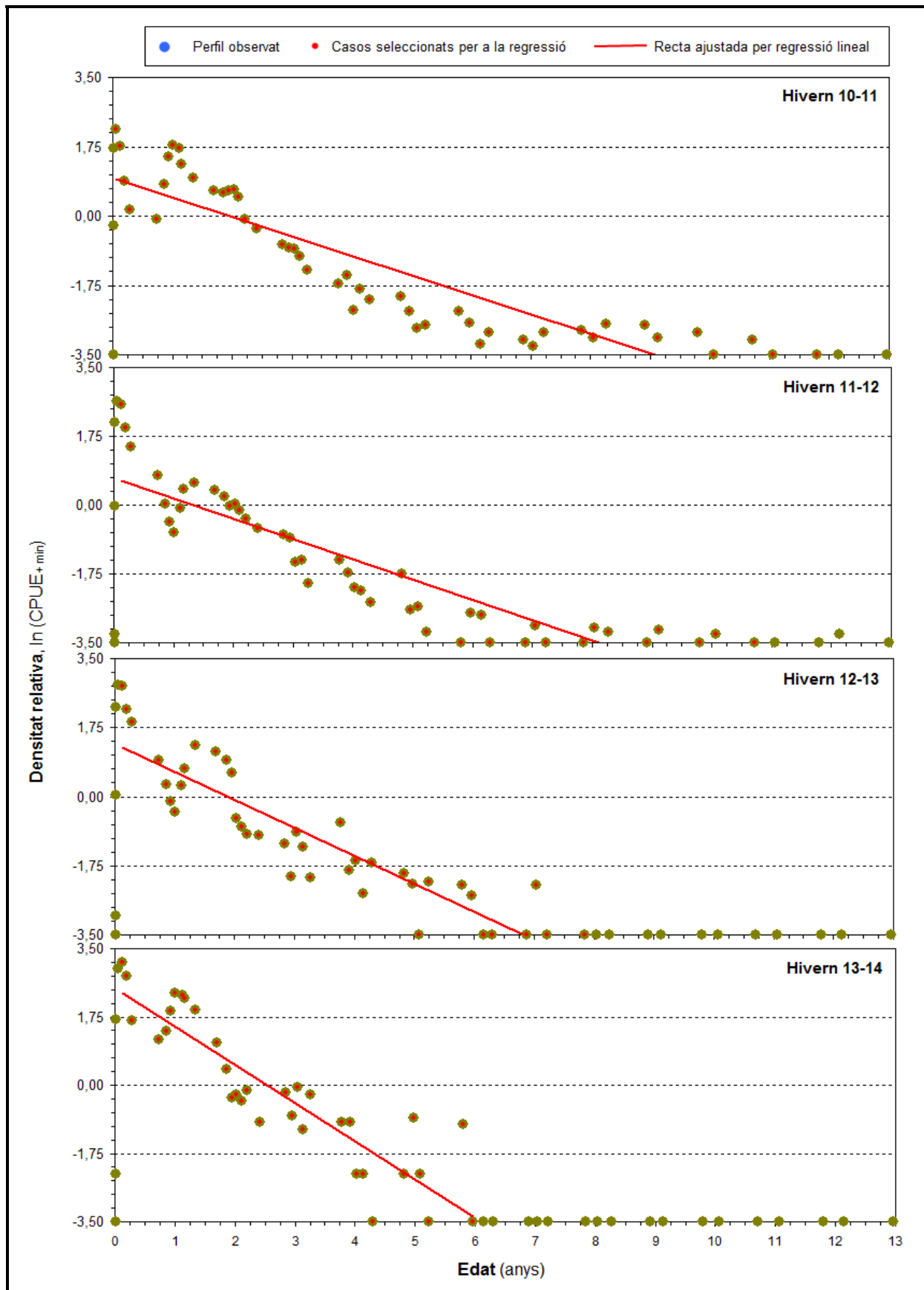


Figura 5.2.16.- Resultat gràfic de l'ajustament del model de supervivència I (mortalitat constant) a les densitats relatives de perca americana per grup d'edat, en mostres hivernals al llarg del període 2010-2013 (només pesca elèctrica). S'han seleccionat només el rang de casos des del valor màxim fins al primer "zero". Font: Consorci de l'Estany.

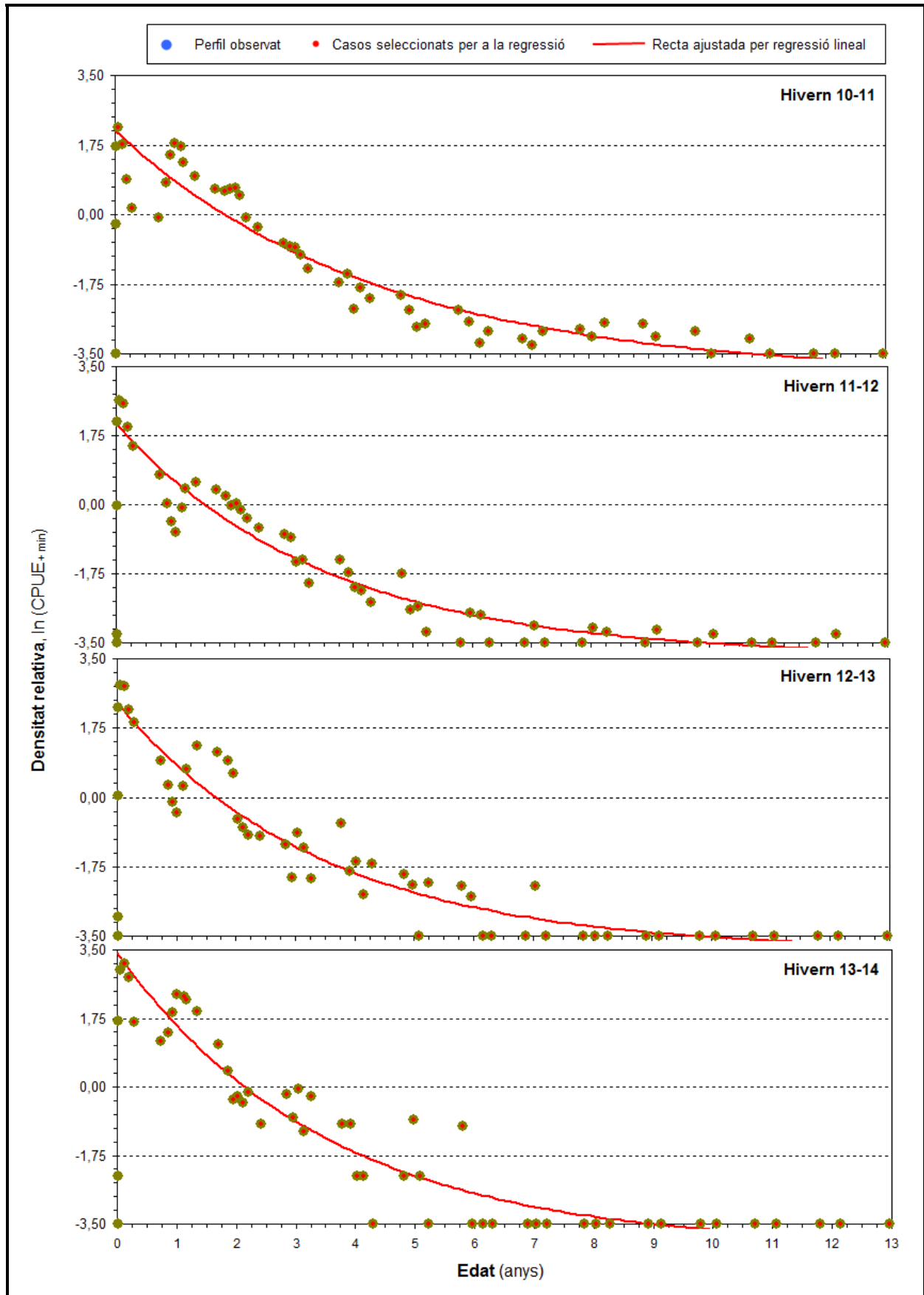


Figura 5.2.17.- Resultat gràfic de l'ajustament del model de supervivència II (mortalitat variable) a les densitats relatives de perca americana per grup d'edat, en mostres hivernals al llarg del període 2010-2013 (només pesca elèctrica). S'han seleccionat només el rang de casos des del valor màxim fins al darrer "zero". Font: Consorci de l'Estany.

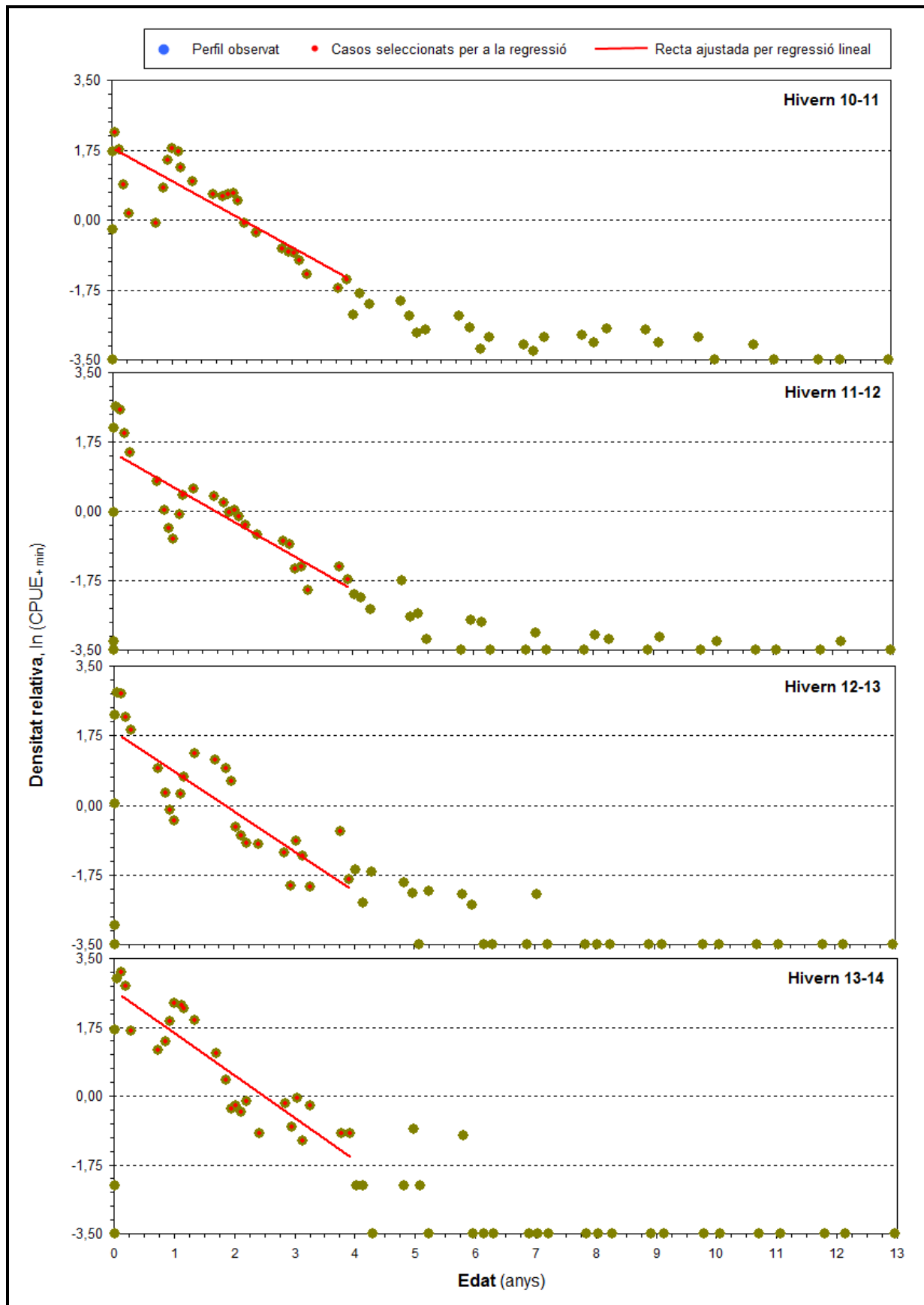


Figura 5.2.18.- Resultat gràfic de l'ajustament del model de supervivència I (mortalitat constant) a les densitats relatives de perca americana per grup d'edat, en mostres hivernals al llarg del període 2010-2013 (només pesca elèctrica). S'han seleccionat només el rang de casos des del valor màxim fins als 4 anys. Font: Consorci de l'Estany.

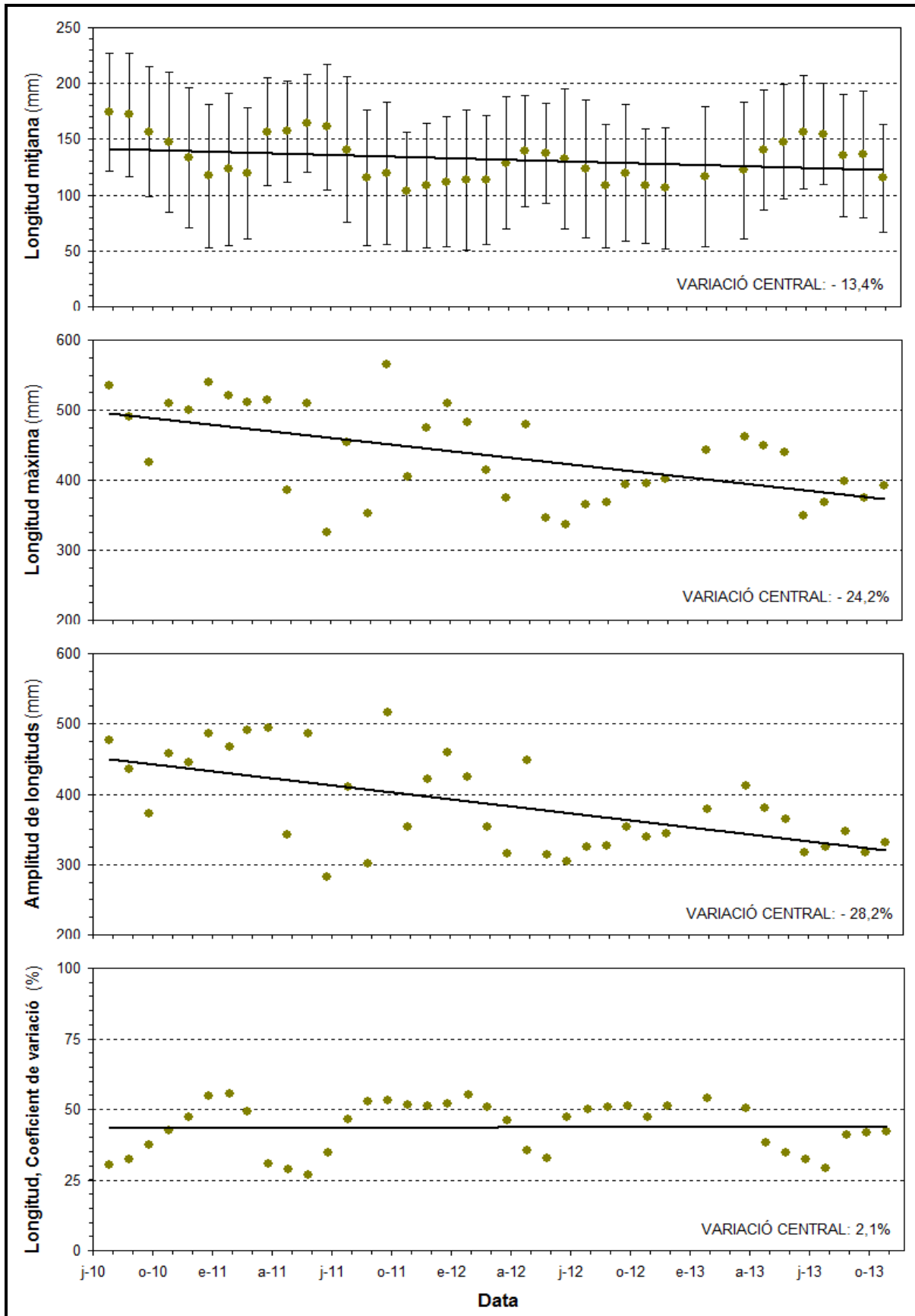


Figura 5.2.19.- Evolució al llarg del període 2010-2013 de la longitud mitjana global, i de paràmetres relacionats, de les captures mensuals de perca americana (amb pesca elèctrica). Les línies representen la recta ajustada per regressió lineal, i s'han afegit com a indicador de tendència temporal central. Font: Consorci de l'Estany.

PERCA AMERICANA				
MLG	Variable ^a: Pes			
		Chi-quadrat de Wald	g.l.	Sig.
CONTRAST OMNIBUS:		54240,1	126	<0,0001
CONTRAST DELS EFECTES:				
	INTERSECCIÓ	26798	1	<0,0001
Covariables:	-	-	-	-
Factors:	-	-	-	-
Interaccions factors:	Mes de l'any (efecte estacionalitat) X Any (efecte anualitat) X Grup de mida	3827,8	122	<0,0001
Interaccions covariables factors:	Longitud ^a X Grup de mida	217387,9	4	<0,0001
		AIC consistent (CAIC): -33311,3		

Tabla 5.8.- Resum dels resultats de l'anàlisi MLG sobre la condició de la perca americana 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.

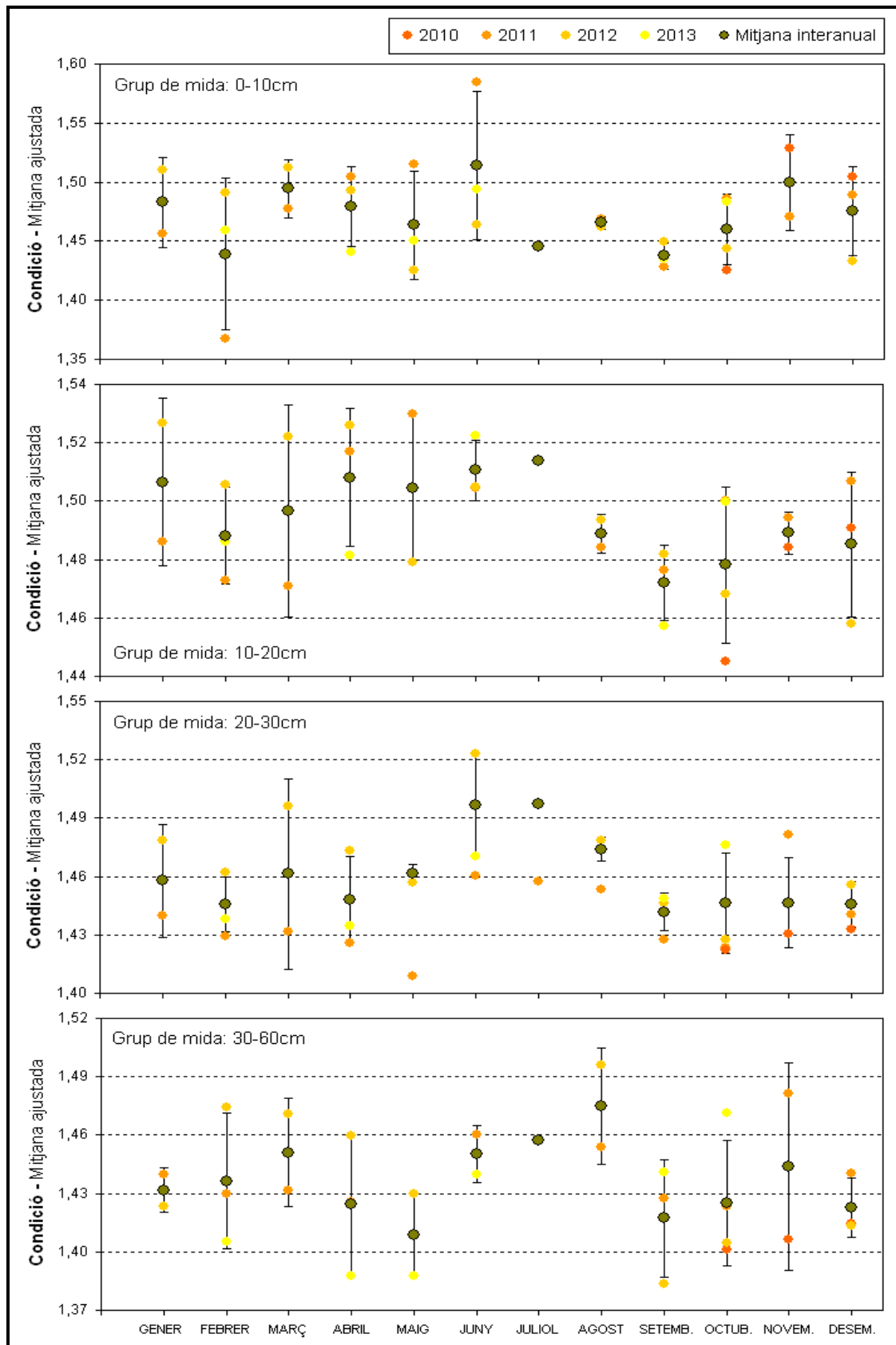


Figura 5.2.20-A.- Resum gràfic dels resultats de l'anàlisi MLG feta sobre la condició de la perca americana: mitjanes ajustades pel factor Grup de mida X Any (efecte anualitat) X Mes de l'any (efecte estacionalitat). Les barres representen els errors estàndards. Font: Consorci de l'Estany.

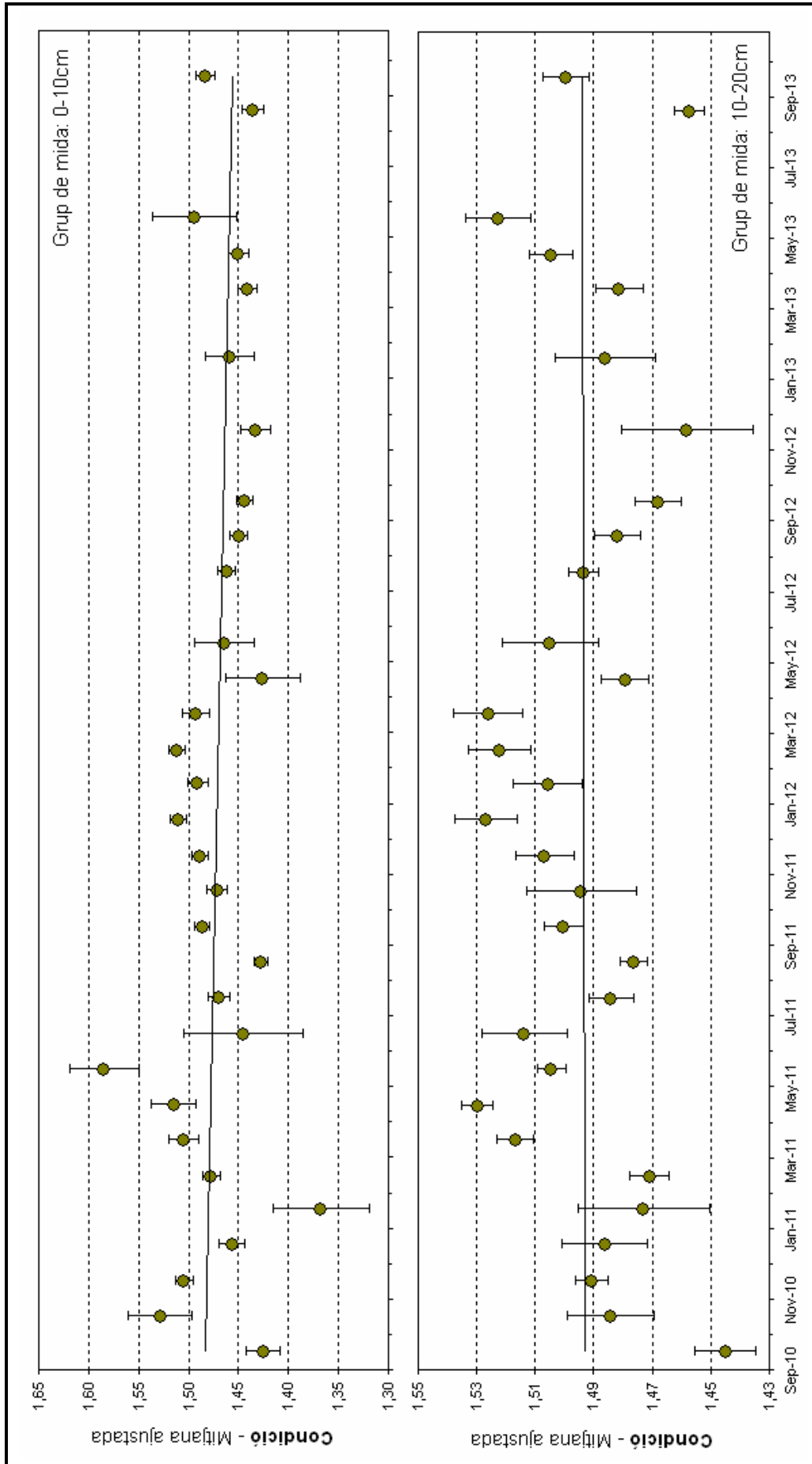


Figura 5.2.20-B.- Resum gràfic dels resultats de l'anàlisi MLG feta sobre la condició de la perca americana: mitjanes ajustades pel factor Grup de mida X Any (efecte anualitat) X Mes de l'any (efecte estacionalitat). Les barres representen els errors estàndards. Font: Consorci de l'Estany.

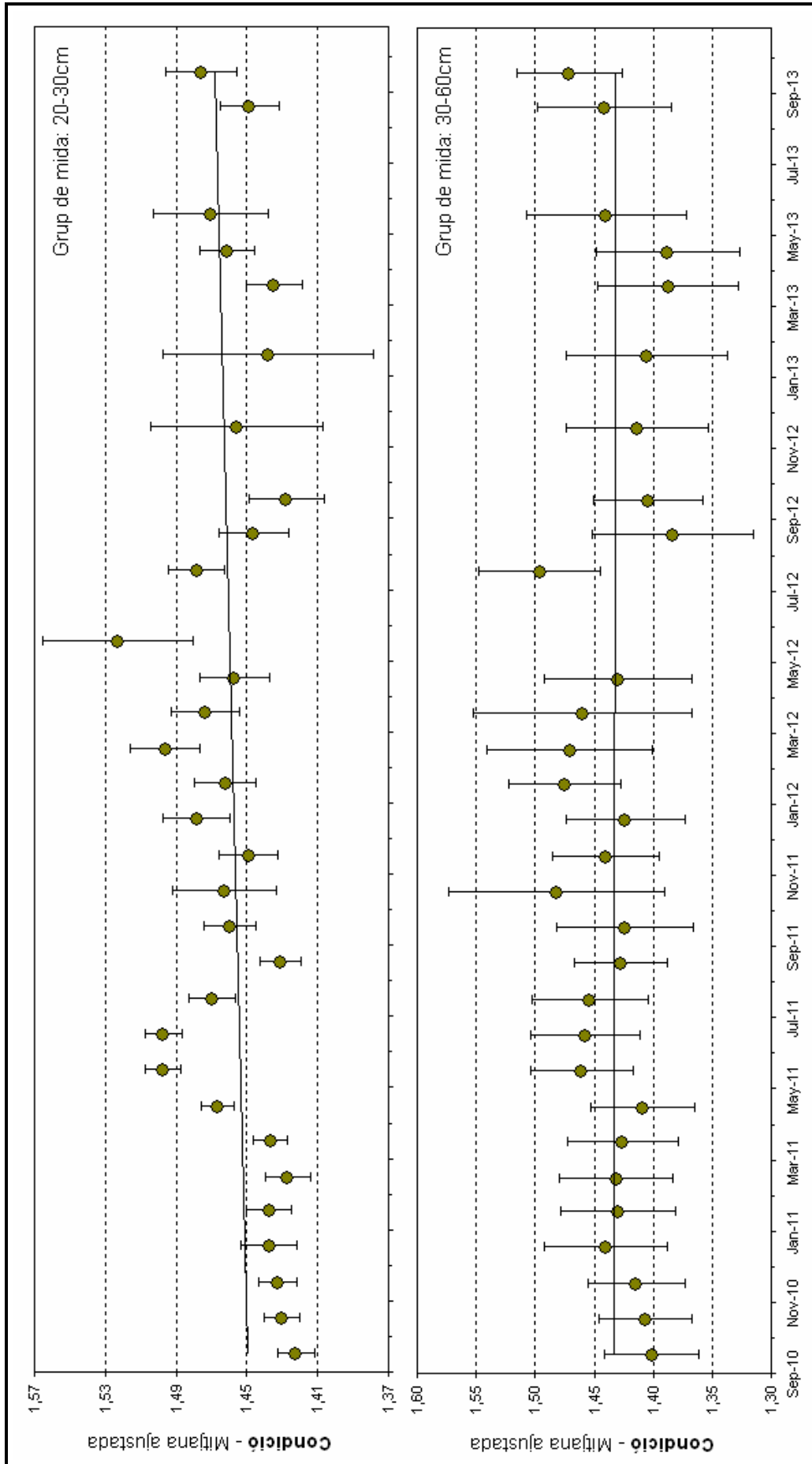


Figura 5.2.20-C.- Resum gràfic dels resultats de l'anàlisi MLG feta sobre la condició de la perca americana: mitjanes ajustades pel factor Grup de mida X Any (efecte anualitat) X Mes de l'any (efecte estacionalitat). Les barres representen els errors estàndards. Font: Consorci de l'Estany.