



UST
FACULTAT DE CIÈNCIES
I TECNOLOGIA
UVIC-UCC

Treball de Fi de Grau

**Efecte dels subsidis aquàtics sobre la
xarxa tròfica terrestre al voltant de
llacunes mediterrànies dels Aiguamolls
de l'Empordà**

Raquel Rico Soteras

Grau en Biologia

Tutores: Mireia Bartrons i Sandra Brucet

Vic, setembre de 2017

RESUM DEL TREBALL DE FINAL DE GRAU GRAU EN BIOLOGIA

Títol: *Efecte dels subsidis aquàtics sobre la xarxa tròfica terrestre al voltant de llacunes mediterrànies dels Aiguamolls de l'Empordà*

Paraules clau: *espectre de mides, abundàncies, ecosistemes aquàtics, ecosistemes terrestres, invertebrats terrestres, insectes aquàtics emergents, basses mediterrànies.*

Autora: Raquel Rico Soteras

Tutores: Mireia Bartrons i Sandra Bruçet (UVic-UCC)

Data: Setembre de 2017

Resum

Amb aquest estudi es pretén determinar els efectes que provoquen les entrades de nutrients provinents de basses mediterrànies sobre la xarxa tròfica terrestre propera a cadascuna d'elles. Per fer-ho s'han estudiat l'abundància d'insectes aquàtics emergents (responsables del flux de matèria i energia entre els ecosistemes aquàtic i terrestre) de tres basses situades als Aiguamolls de l'Empordà i l'espectre de mides dels invertebrats terrestres propers a les basses. Fins ara, encara no s'havia dut a terme cap estudi que relacionés aquests dos factors.

S'han pres mostres d'insectes aquàtics emergents i d'invertebrats terrestres per a cadascuna de les tres basses estudiades: l'Estany d'en Túries, la Bassa Connectada i la Bassa Tamariu, situades a l'Alt Empordà. Dels insectes aquàtics se n'han obtingut les abundàncies i dels invertebrats terrestres se n'han obtingut les abundàncies i se n'han pres les mides de la llargada dels individus trobats. Les dades obtingudes s'han tractat estadísticament mitjançant ANOVA i regressions.

Els resultats de l'anàlisi estadística ens diuen que no existeix una clara relació entre les abundàncies d'individus d'ambdós medis, ni entre l'abundància d'insectes aquàtics emergents i les mides dels invertebrats terrestres dels sistemes adjacents. D'altra banda, s'observa que les mides dels invertebrats terrestres es veuen afectades per factors com la bassa al voltant de la qual es troben, la distància a aquesta, o l'ordre al qual pertanyen els individus. Tot i així, caldria dur a terme un estudi més extens per tal d'ampliar les dades amb les quals es treballa i poder observar la relació entre els dos ecosistemes, així com poder detectar patrons de canvis de mides al llarg del temps. Cal tenir en compte que l'estudi s'ha dut a terme en un any molt sec i amb poca emergència d'insectes aquàtics.

Abstract

This study aims to determine the effects that the nutrient inputs from Mediterranean ponds cause to the terrestrial food web of nearby ecosystems. To do so, we studied emerging aquatic insects' abundance (responsible for the energy and material fluxes between the aquatic and terrestrial ecosystems) from three ponds located in the Empordà Wetlands and the size-spectrum of the terrestrial invertebrates near the ponds. Up until now, there is no study that relates these two factors.

Emerging aquatic insects' and terrestrial invertebrates' samples have been taken from each of the three ponds studied: Estany d'en Túries, Bassa Connectada and Bassa Tamariu, located in the Alt Empordà, in Catalonia. We obtained the abundances of aquatic insects and the abundances and length sizes of the terrestrial invertebrates individuals found. The obtained data has been statistically analyzed using ANOVA and regressions.

The results of the statistical analysis show that there is not a clear relationship between the two ecosystem individuals' abundances, not between the emerging aquatic insects' abundance and the terrestrial invertebrates' size from adjacent systems. On the other hand, it's observed that the terrestrial invertebrates' sizes are affected by factors such as the pond around which they are found, the distance to the pond, or the taxonomic order to which the individuals belong. That aside, it should be carried out a more extensive study in order to acquire more data to work with and to be able to observe the actual relationship between the two ecosystems and also detect size-changes patterns through the time. It must be said that the study was carried out in a very dry year, with poor emerging aquatic insects.

Índex

Resum.....	1
Introducció	4
Objectius	5
Àrea d'estudi	6
Geologia.....	7
Vegetació.....	7
Metodologia	10
Mostreig d'invertebrats epigeus	12
Mostreig d'insectes aquàtics voladors.....	13
Presa de mostres.....	14
Anàlisi de les mostres.....	14
Tractament estadístic de les dades	15
Resultats	16
Test de normalitat de Shapiro-Wilk	16
Test d'homogeneïtat de variàncies de Levene	17
ANOVA	17
1. ANOVA de la N pitfall	17
2. ANOVA de l'slope 1 (pendent a partir de les mides mitjanes) de N pitfall tenint en compte la bassa i la distància com a factors fixos i el transecte com a factor aleatori	18
3. ANOVA de l'slope 2 (pendent a partir de les mides de tots els individus mesurats) de N pitfall tenint en compte la bassa i la distància com a factors fixos i el transecte com a factor aleatori	19
4. ANOVA de la mida mitjana.....	20
Regressions	23
1. Regressió dels individus caiguts a les pitfalls (Npit) i els insectes voladors caiguts a les infalls (Ninf).....	23
2. Regressió del pendent de les mides mitjanes dels individus caiguts a les pitfalls (slope 1 Npit) i els individus caiguts a les infalls (Ninf).....	24
3. Regressió del pendent de les mides dels individus caiguts a les pitfalls (slope 2 Npit) i els individus caiguts a les infalls (Ninf)	26
Discussió	27
Conclusions	31
Bibliografia	32

Introducció

S'ha demostrat en diversos estudis que els ecosistemes estan relacionats entre sí, de manera que un canvi en un ecosistema pot tenir efectes sobre un altre, ja que l'estructura, funció i ecologia de cada sistema i els seus components depèn, en part, de la interacció amb els ecosistemes adjacents (Bartrons et al. 2013; Bartrons et al. 2015; Hoekman et al. 2012). Algunes de les interaccions que existeixen entre el sistema aquàtic i el terrestre són, entre d'altres, l'aportació de nutrients (tant per les espècies animals com per les vegetals) de la bassa al medi terrestre, la introducció de matèria orgànica (com les fulles caigudes dels arbres propers) provinent del medi terrestre a la bassa o les activitats de la fauna amb cicles vitals representats en ambdós medis. Les espècies d'insectes que presenten una fase larvària aquàtica, surten a superfície en la seva fase adulta per tal de buscar aliment o per aparellar-se. Aquests individus adults aporten matèria i energia al medi terrestre, i serveixen d'aliment a les espècies que hi habiten (Dreyer et al. 2011). Tenint coneixement d'aquesta clara relació entre els dos medis (aquàtic i terrestre), s'ha volgut estudiar l'efecte que produeixen les entrades d'insectes aquàtics al medi terrestre.

Per poder relacionar les diferents classes de mides dels organismes estudiats amb l'abundància de cadascun d'ells, s'utilitza l'espectre de mides, amb el qual és possible conèixer el nombre d'individus existents dins de cada rang de mides (Petchey & Belgrano 2010).

Aquest treball s'ha realitzat a partir de l'estudi de l'estructura de mides de la comunitat d'artròpodes terrestres, ja que, entre d'altres, la predació depèn de la mida dels depredadors i les seves preses. L'estructura de mides dels organismes de cada comunitat determinen l'estructura i funció de cada xarxa tròfica (Gardner et al. 2011). Generalment, les espècies predadores mengen individus que són més petits que ells. Les espècies petites tenen una taxa de predació (i per tant, de mortalitat) més elevada (Shin & Cury 2004), fet que provoca que no tots els individus arribin a assolir les mides adultes i, consegüentment, hi hagi més abundància de mides petites que de mides grans (Law et al. 2009).

L'aportació de nutrients al medi terrestre juga un paper clau en l'estructura de mides i la xarxa tròfica terrestres. Les emergències d'insectes aquàtics suposen un flux de nutrients cap a l'ecosistema terrestre, servint com a font d'aliment per aquells individus terrestres predadors i per aquells detritívors, els quals s'alimenten dels cossos morts dels insectes provinents de les masses d'aigua (Dreyer et al. 2011). Els tipus de nutrients i les quantitats que n'arribin al medi terrestre, determinaran el creixement dels

invertebrats terrestres i, per tant, determinaran quines espècies podran subsistir, afectant de forma directa a l'estructura de la xarxa tròfica terrestre.

Estudiar l'espectre de mides de la comunitat d'invertebrats terrestres permet tenir una visió més àmplia de l'ecosistema i determinar els efectes (com ara les variacions en les mides, la riquesa o la diversitat d'espècies) (Brucet et al. 2013) dels canvis ambientals que s'hi puguin produir, tals com l'augment de temperatura degut a l'escalfament global del planeta. Les espècies que habiten en basses es troben sovint aïllades i amb dificultats per desplaçar-se cap a una altra massa d'aigua en cas de necessitat.

Objectius

Amb aquest estudi s'ha volgut determinar l'efecte que té l'entrada de nutrients, provinents de les emergències d'insectes aquàtics, sobre l'estructura i el funcionament de les comunitats d'invertebrats terrestres.

Estudiar la relació que hi ha entre dos ecosistemes, com són l'aquàtic (centrat en tres basses mediterrànies dels Aiguamolls de l'Empordà) i el terrestre (zona propera a cada bassa), és una eina clau per entendre millor els vincles entre els dos sistemes, d'aquesta manera se'n poden evitar alteracions, tals com la pèrdua de biodiversitat de l'ecosistema terrestre o canvis fisicoquímics deguts a la contaminació, i es poden gestionar en cas que sigui necessari.

Per a assolir l'objectiu principal del treball, s'ha treballat amb tres basses, de les quals se n'ha volgut determinar quina ha estat l'entrada de les emergències aquàtiques, provinents de cadascuna d'elles, a la xarxa tròfica terrestre. De la mateixa manera, s'ha analitzat la composició i estructura tròfica terrestre en diferents punts de mostreig i s'ha comparat i relacionat amb l'entrada d'insectes aquàtics emergents.

Àrea d'estudi

L'àrea d'estudi està situada al nord-est de Catalunya, a l'Alt Empordà. Limita al nord amb Empuriabrava i Castelló d'Empúries, a l'oest amb Fortià i al sud amb Sant Pere Pescador (Figura 1).

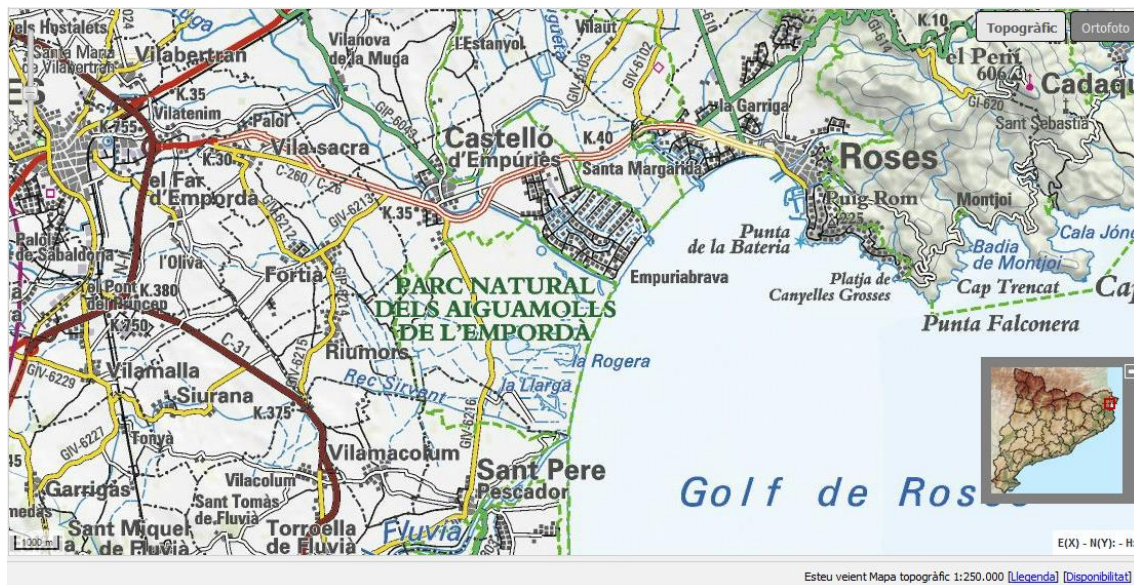


Figura 1: mapa topogràfic del PN dels Aiguamolls de l'Empordà. Font: Vissir de l'ICGC.

L'estudi està centrat en tres masses d'aigua temporàries situades dins del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. Les basses mostrejades han estat la Tamariu, la Connectada i l'Estany d'en Túries (Figura 2) (Boix et al. 2004).



Figura 2: fotografia aèria de l'àrea d'estudi. 1: bassa Tamariu; 2: bassa Connectada; 3: Estany d'en Túries. En carbassa hi ha assenyalat l'observatori d'en Túries. Font: Google Maps.

Geologia

Les tres basses estudiades es troben damunt d'una superfície formada principalment per maresmes de llims, sorres, matèria orgànica i sal que data de l'Holocè.

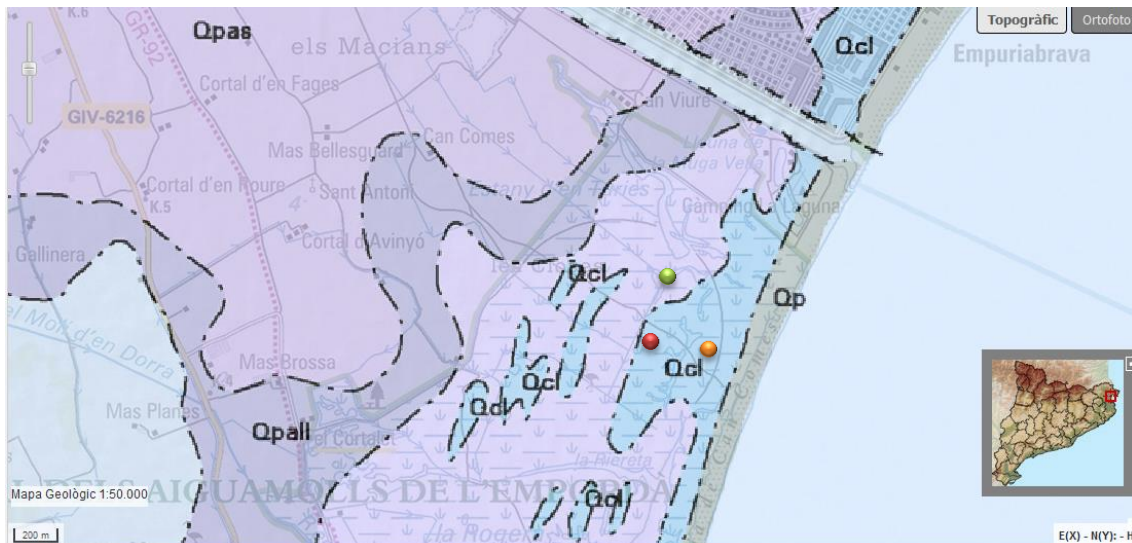


Figura 3: base geològica superposada sobre la capa topogràfica de l'àrea d'estudi. En verd, Estany d'en Túrries; en vermell, bassa Tamariu; en carbassa, bassa Connectada. Font: Vissir de l'ICG.

Segons les observacions de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, la geologia marcada com a "Qpall" (Figura 3), situada a l'extrem nord de l'Estany d'en Túrries, està composta per argiles, llims i sorres de gra groller i mitjà, i conforma la Plana deltaica. La "Qcl" representa llims i argiles amb part de sorra fina i còdols. Conformen el cordó litoral antic i hi ha presència de troncs i closques marines.

La "Qm", que representa la geologia principal de l'àrea d'estudi, està formada per maresmes de llims, sorres, matèria orgànica i sal.

Finalment, "Qpas", que es localitza a l'extrem nord de l'Estany d'en Túrries, està compost per sorres i graves i conforma canals distributaris de la plana deltaica.

(Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya 2001; Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya 2007)

Vegetació

Al voltant de la bassa Tamariu (Figura 4) hi predomina la salicòrnia i hi ha presència de tamariu a l'est de la bassa, així com algun jonc en els primers metres.

Les espècies trobades en els punts de mostreig de la bassa Tamariu, ordenades de major a menor abundància, són: *Salicornia patula*, *Juncus acutus*, *Atriplex portulacoides*, *Puccinellia festuciformis*, *Limonium narbonense* i *Parapholis filiformis*.

El recobriment de salicòrnia al voltant de la bassa Tamariu és del 80% i el del jonc és del 20% als primers 10 metres de la bassa (el percentatge de recobriment pot pendre valors superiors al 100% degut a la superposició de les espècies vegetals).



Figura 4: fotografia de la bassa Tamariu.

Quan a la bassa Connectada (Figura 5), també hi predomina la salicòrnia, però s'observa un canvi gradual a la zona sud de la bassa (direcció Sant Pere Pescador) on la vegetació predominant passa a ser el jonc. En alguns punts s'hi troba tamariu.

Les espècies trobades en els punts de mostreig de la bassa Connectada, ordenades de major a menor abundància, són: *Salicornia patula*, *Juncus acutus*, *Atriplex portulacoides*, *Puccinellia festuciformis*, *Limonium narbonense* i *Parapholis filiformis*.

El recobriment de salicòrnia al voltant de la bassa Connectada és del 90% i el del jonc és del 15%.



Figura 5: a la imatge de l'esquerra i al davant, extensió de salicòrnia; al fons, tamariu. A la imatge de la dreta, fotografia de la bassa Connectada.

Pel que fa a l'Estany d'en Túries (Figura 6), en els primers 13 metres hi trobem salicòrnia i més endavant hi ha un canvi a vegetació de prat. També hi és present el tamariu en alguns punts propers a la bassa i al rec situat a la part oest d'aquesta.

Les espècies trobades en els punts de mostreig de la bassa d'en Túries, ordenades de major a menor abundància, són: *Parapholis filiformis*, *Puccinellia festuciformis*, *Salicornia patula*, *Centaurium pulchellum pulchellum*, *Limonium narbonense*, *Catapodium rigidum rigidum*, *Atriplex portulacoides*, *Juncus acutus*, *Anagallis arvensis* i *Phragmites australis*.

El recobriment de salicòrnia al voltant de l'Estany d'en Túries és del 50% als 30 metres de la bassa. Als primers 13 metres no s'hi troba salicòrnia, i el del jonc presenta un recobriment de menys del 5% als 30 metres de la bassa.



Figura 6: fotografia de l'Estany d'en Túries.

Les espècies presents a la zona d'estudi, dins i fora de les parcel·les d'1m² emprades per descriure la cobertura al voltant de cada pitfall, són: *Aeluropus littoralis*, *Anagallis arvensis*, *Atriplex portulacoides*, *Catapodium rigidum rigidum*, *Centaurium pulchellum pulchellum*, *Elymus farctus farctus*, *Juncus acutus acutus*, *Limonium ferulaceum*, *Limonium narbonense*, *Linum usitatissimum angustifolium*, *Melilotus indicus*, *Parapholis filiformis*, *Phragmites australis*, *Puccinellia festuciformis*, *Salicornia patula*, *Spergularia rubra* i *Trifolium scabrum*.

Metodologia

Per tal d'observar el possible efecte de l'entrada de nutrients provinents del medi aquàtic a la xarxa tròfica terrestre es van voler estudiar 3 basses que presentessin unes característiques el més similars possible entre elles per tal de reduir el nombre de variables que poguessin influir en els resultats de l'estudi. Per fer-ho, es van tenir en compte les característiques limnològiques i la vegetació propera a cadascuna d'elles.

S'han escollit basses temporànies perquè són hàbitats de gran riquesa d'invertebrats i amb baixa predació. Degut a la presència temporal d'aigua, els organismes que habiten aquestes basses han de ser capaços de sobreviure als períodes secs, i hi ha pocs grups de peixos (potencials depredadors de les larves d'insectes aquàtics) que estiguin adaptats a tals condicions (Zacharias et al. 2007).

Per a l'obtenció dels invertebrats a estudiar es van utilitzar mètodes de captura basats en trampes de caiguda (Pitfall), situades al voltant de cada bassa, i trampes per a insectes aquàtics voladors (Infall), situades al mateix punt que les pitfall (Sherley & Stringer 2016).

Per poder determinar la influència de les masses d'aigua sobre la part terrestre més propera, es van realitzar transectes propers a la bassa i es van recol·lectar mostres a diferents distàncies. Amb això es pretenia observar les diferències en cada punt segons l'aportació de nutrients de la bassa, ja que a mesura que la distància a la massa d'aigua augmenta, disminueix l'abundància d'emergències aquàtiques que hi arriben (Petersen et al. 2004). A cada bassa es van fer 3 transectes amb 3 punts de mostreig cadascun a la part terrestre. A cada transecte s'hi van col·locar una Infall i una Pitfall per cada punt de mostreig.

Els punts de mostreig de la part terrestre (Figures 7, 8 i 9) es van situar a 10, 30 i 60 metres de la bassa. Es pretenia tenir un grup control situat als 150 metres (Dreyer et al. 2011), però degut a la proximitat amb altres masses d'aigua, i per tant per evitar-ne la seva influència, només va ser possible posar-ne dos situats a 100 m de l'Estany d'en Túries.

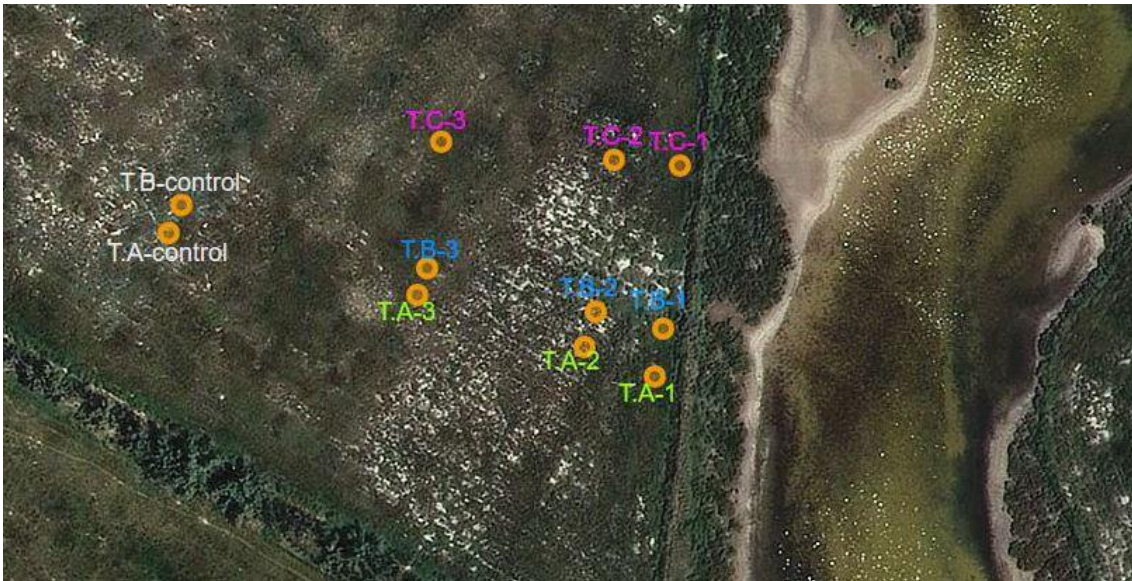


Figura 7: localització dels punts de mostreig instal·lats a l'Estany d'en Túrries (mapa a escala 1:2500). En verd, el transecte A; en blau, el transecte B; en rosa, el transecte C; en blanc, els punts control. Font: Vissir de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya.

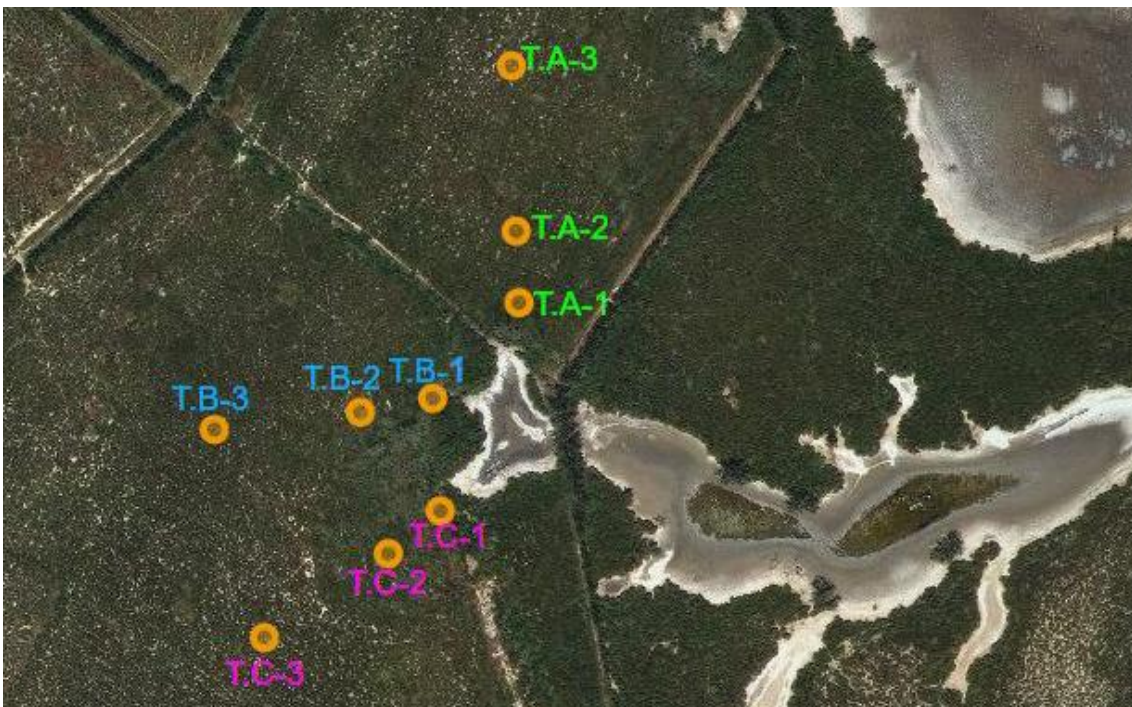


Figura 8: localització dels punts de mostreig instal·lats a la bassa Tamariu (mapa a escala 1:5000). En verd, el transecte A; en blau, el transecte B; en rosa, el transecte C. Font: Vissir de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya.

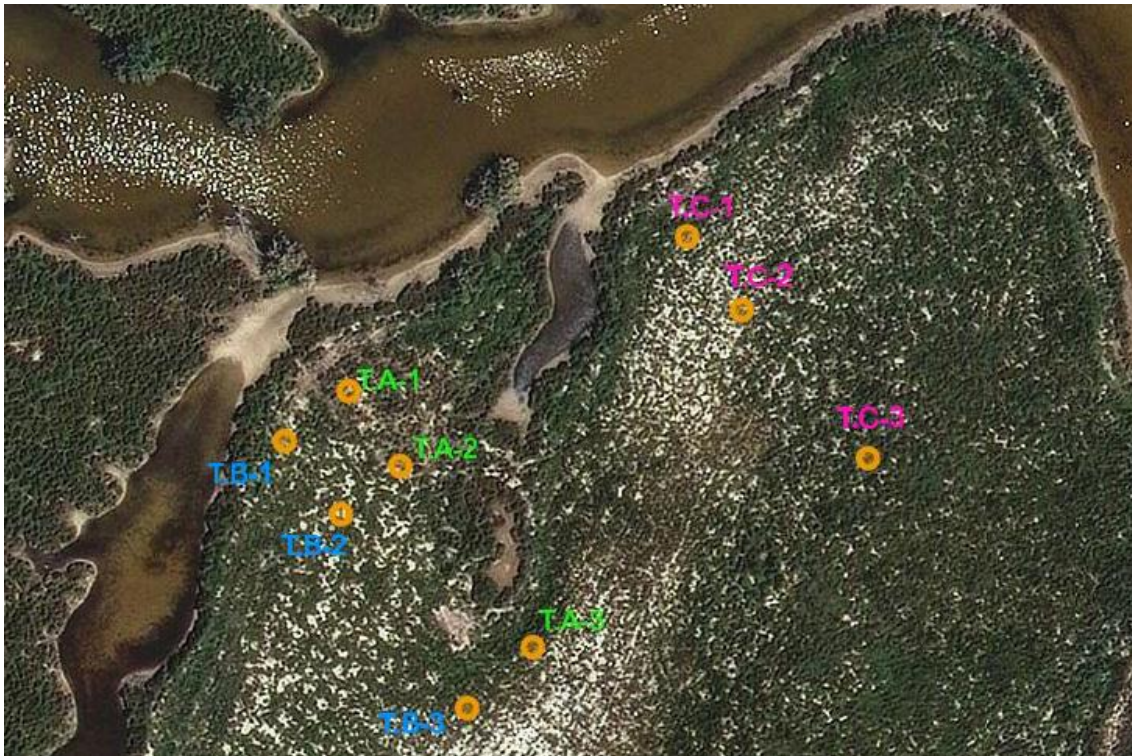


Figura 9: localització dels punts de mostreig instal·lats a la bassa Connectada (mapa a escala 1:2500). En verd, el transecte A; en blau, el transecte B; en rosa, el transecte C. Font: Font: Vissir de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya.

Aquestes trampes es van preparar amb gots de plàstic transparent per tal d'evitar un impacte visual en els invertebrats i per tant, evitar cap tipus d'influència.

Mostreig d'invertebrats epigeus

Per a les Pitfall es van usar gots de 9 cm de diàmetre, procurant obtenir una superfície de caiguda gran, però causant el mínim impacte possible a l'hàbitat terrestre, ja que per a instal·lar-les va ser necessari cavar un forat, on hi van anar enterrades les trampes, arran de terra. Al damunt de la Pitfall s'hi va posar una tapa de plàstic, també transparent, per tal d'evitar la pèrdua de mostra en cas de pluja (Figura 10). Aquesta tapa es va subjectar amb bastonets de fusta a 1 cm del terra per tal de deixar espai suficient perquè hi passessin els artròpodes epigeus, però no ho fessin animals de mida més gran, com els micromamífers. A més, se'n va reforçar la fixació subjectant-les amb clips metàl·lics per evitar que s'aixequessin.



Figura 10: trampes de caiguda (pitfall) per a artròpodes terrestres, subjectades amb bastonets i clips.

Mostreig d'insectes aquàtics voladors

L'entrada d'insectes aquàtics emergents a l'entorn terrestre proper a cadascuna de les basses, es va determinar a partir de les mostres preses amb les trampes Infall (Figura 11). Aquestes es van preparar fixant gots de plàstic de 10 cm de diàmetre (màxima superfície de captura que va estar possible) a unes varilles de ferro, les quals es van clavar deixant mig metre entre la trampa i el terra. Per a una recollida més eficaç i per prevenir-ne la pèrdua en cas que es trenqués el got, s'hi va posar un segon got a dins.



Figura 11: trampa de caiguda (infall) per a les emergències aquàtiques.

Per capturar els invertebrats que caiguessin a les trampes (tan les Infall com les Pitfall) i preservar la mostra fins a la seva recollida, es va utilitzar etilenglicol (anticongelant "LIV") amb una concentració del 25% (amb base de glicol amb inhibidors de corrosió i aigua destil·lada desmineralitzada), que a més de complir amb aquests requisits, disminueix la flotabilitat dels invertebrats, per tant els impedeix sortir de la trampa, i no s'evapora amb tanta facilitat com altres líquids com ara l'etanol (Schmidt et al. 2006).

Presa de mostres

Els invertebrats caiguts a les pitfall i a les infall es van recol·lectar amb una periodicitat de 3 setmanes entre mostreig i mostreig. De cada trampa se'n va filtrar el seu contingut (Figura 12) amb un filtre de 250 µm i es van conservar els invertebrats en etanol de 70°. Es van tornar a col·locar els gots als mateixos punts de mostreig i es van reomplir amb l'etilenglicol filtrat.



Figura 12: filtratge i recollida de mostres de les trampes de caiguda (pitfall). Font: Pau Ortega.

Anàlisi de les mostres

A l'hora d'analitzar les mostres obtingudes, es va utilitzar una lupa binocular per separar i classificar els invertebrats a nivell d'ordre (Figura 13) i comptar-ne tots els individus. Per aquelles mostres on el nombre total d'individus era molt elevat (N de cada ordre > 25), se'n va comptar un quart de la mostra i es van ajustar els resultats (multiplicant el nombre d'individus trobats a cada ordre per 4).



Figura 13: classificació, a nivell d'ordre, dels invertebrats terrestres d'una de les pitfall analitzades.

Per a les mostres obtingudes de les pitfall, es va mesurar, amb una lupa binocular reglada (Figura 14), la llargada de 20 individus de cada ordre (escollits a l'atzar), per aquells ordres en què el nombre d'individus (N) era superior a 20, i de tots els individus, per aquells ordres en què la N era inferior a 20. En el cas dels artròpodes, es va mesurar la llargada del cap, el tòrax i l'abdomen per separat i es van sumar les 3 mides (Moretti et al. 2017). En el cas dels pulmonats, se'n va mesurar la llargada de la closca. Per la resta d'invertebrats, les mesures es van prendre des de l'extrem del cap fins l'extrem de l'abdomen.



Figura 14: exemplar juvenil de l'ordre Araneae sota el regle de la lupa binocular.

Tractament estadístic de les dades

Finalment, les dades obtingudes a partir de l'anàlisi de les mostres es van tractar estadísticament amb el programa R (R Foundation for Statistical Computing 2017), mitjançant els entorns de desenvolupament integrat R Studio i R Commander. Es van calcular les abundàncies d'individus (N) obtingudes de cada punt de mostreig, es van calcular les mides reals (convertint les mides obtingudes amb la lupa), es van realitzar les mitjanes de les mides reals de cada grup i es van calcular els pendents de les mides mitjanes i de les mides totals de cada individu mesurat.

Per a l'obtenció dels pendents, es van utilitzar les dades recollides de les pitfall d'un dia de mostreig (van estar parades durant 3 setmanes). En total es van obtenir 27 mostres (3 per transecte (3 transectes per bassa)), de les quals se'n van utilitzar 25. Dues de les pitfall es van perdre (es van trobar desenterrades) i es van haver de desestimar a l'hora de fer les anàlisi.

Per cadascun d'aquests 25 punts de mostreig se'n va mesurar la mida mitjana dels individus de cada ordre i se'n va aplicar el logaritme en base 2 per tal de poder treballar els valors fàcilment (la diferència de mides entre els diferents grups era molt gran). Es van classificar aquests valors per classes de mides (entre 0 i 1, entre 1 i 2...) i es van representar gràficament. De cada gràfica (25 en total) se'n va obtenir la funció de la

recta i el seu pendent. Aquest pendent és el que es va usar per determinar la variància de mides de cada punt de mostreig, ja que indica la direcció (si creix positivament o negativament) i la intensitat de la variació de la recta i dóna una idea de com canvia l'espectre de mides.

Per a poder observar les possibles relacions entre les variables estudiades, es van realitzar els testos estadístics ANOVA i regressió lineal.

Resultats

Com a pas previ a l'anàlisi estadística dels resultats, es va comprovar que les dades tractades complissin els supòsits de normalitat i homogeneïtat de variàncies dels mètodes estadístics de l'ANOVA i la regressió lineal simple.

Test de normalitat de Shapiro-Wilk

El test de normalitat de Shapiro-Wilk per la N infall (Ninf), que és el nombre d'insectes aquàtics voladors que van caure a les infalls, va presentar un valor estadístic $W=0.93$ i un p -valor= 0.07 , que era superior a 0.05 , el que ens indicava que el resultat no era significatiu i que, per tant, les dades seguien una distribució normal.

El test de normalitat de Shapiro-Wilk per la N pitfall (Npit), que és el nombre d'invertebrats terrestres que van caure a les pitfalls, va presentar un valor estadístic $W=0.89$ i un p -valor= 0.01 , que era inferior a 0.05 , el que ens indicava que el resultat era significatiu i que, per tant, les dades no seguien una distribució normal. Per poder treballar amb aquestes dades es va haver de transformar la variable. Aplicant logaritme sobre les dades de la variable N pitfall i tornant a fer el test de normalitat, es va obtenir un valor estadístic $W=0.98$ i un p -valor de 0.8 , que era superior a 0.05 , d'aquesta manera, les dades seguien una distribució normal.

El test de normalitat de Shapiro-Wilk pel pendent de la mida mitjana dels individus que van caure a les pitfalls (slope1 Npit) va presentar un valor estadístic $W=0.94$ i p -valor= 0.1 , que era superior a 0.05 , el que ens indicava que el resultat no era significatiu i que, per tant, les dades seguien una distribució normal.

El test de normalitat de Shapiro-Wilk pel pendent de les mides dels individus que van caure a les pitfalls (slope2 Npit) va presentar un valor estadístic $W=0.98$ i $p\text{-valor}=0.8$, que era superior a 0.05, el que ens indicava que el resultat no era significatiu i que, per tant, les dades seguien una distribució normal.

Test d'homogeneïtat de variàncies de Levene

El test d'homogeneïtat de variàncies de Levene per N infall (Ninf) tenint en compte la bassa i la distància, va presentar un $p\text{-valor}$ de 0.13, que era superior a 0.05, el que ens indicava que el resultat no era significatiu i que, per tant, les dades presentaven homogeneïtat de variàncies.

El test d'homogeneïtat de variàncies de Levene per Npit tenint en compte la bassa i la distància, va presentar un $p\text{-valor}$ de 0.87, que era superior a 0.05, el que ens indicava que el resultat no era significatiu i que, per tant, les dades presentaven homogeneïtat de variàncies.

El test d'homogeneïtat de variàncies de Levene per l'slope1 Npit tenint en compte la bassa i la distància, va presentar un $p\text{-valor}$ de 0.5, que era superior a 0.05, el que ens indicava que el resultat no era significatiu i que, per tant, les dades presentaven homogeneïtat de variàncies.

El test d'homogeneïtat de variàncies de Levene per l'slope2 Npit tenint en compte la bassa i la distància, va presentar un $p\text{-valor}$ de 0.9, que era superior a 0.05, el que ens indicava que el resultat no era significatiu i que, per tant, les dades presentaven homogeneïtat de variàncies.

ANOVA

1. ANOVA de la N pitfall amb la interacció de la bassa (tenint en compte el transecte com a factor aleatori)

En l'anova, el $p\text{-valor}$ de la bassa va resultar ser de 0.008, que era inferior a 0.05, el que indicava que l'efecte que té sobre la N pitfall era significatiu. Pel que fa a la distància i a la interacció entre la bassa i la distància, ambdues variables van presentar un $p\text{-valor}$ superior a 0.05 (0.6 i 0.7 respectivament), el que indicava que els efectes que tenien sobre la N pitfall no eren significatius (Figura 15).

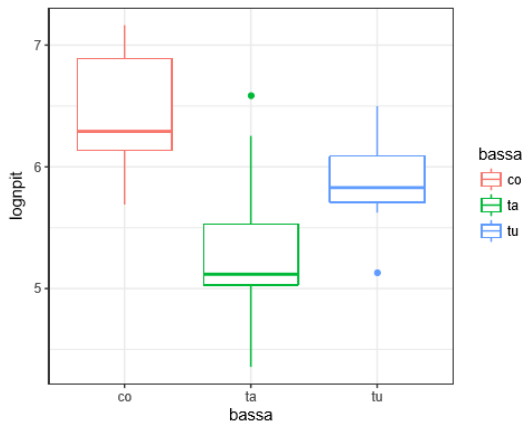


Figura 15: Diagrama de caixes on s'hi ha representat la variació de l'N pitfall en base logarítmica (lognpit) per a cadascuna de les basses estudiades. En vermell, la Connectada; en verd, la Tamariu; en blau, la Túries.

Es va realitzar un test post hoc de Tukey per determinar, amb un nivell de confiança del 95%, les diferències entre les mitjanes de les basses. Es va dur a terme el test amb el factor bassa perquè era l'únic que va resultar ser significatiu.

L'únic p-valor que va sortir significatiu va ser el de ta-co (0.002), el que indicava que les úniques basses que eren significativament diferents pel que fa a la N pitfall eren la Tamariu i la Connectada.

2. ANOVA de l'slope 1 (pendent a partir de les mides mitjanes) de N pitfall tenint en compte la bassa i la distància com a factors fixos i el transsecte com a factor aleatori

El p-valor de la bassa va resultar ser de 0.001, per tant, al ser inferior a 0.05 ens indicava que els efectes de la bassa sobre el pendent de les mides mitjanes de la N pitfall eren significatius (Figura 16).

Pel que fa a la distància i a la interacció de la bassa amb la distància, ambdós van presentar p-valors superiors a 0.05 (0.4 i 0.2 respectivament), el que indicava que els resultats no eren significatius.

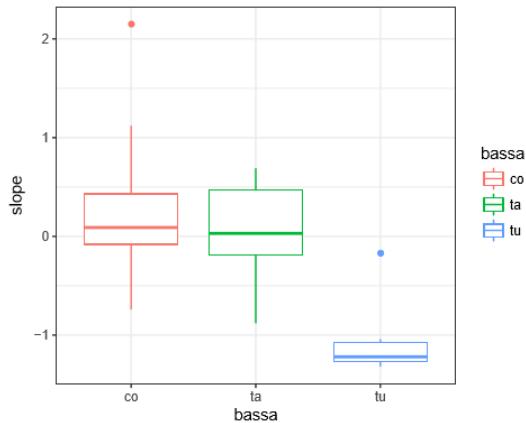


Figura 16 : Diagrames de caixes on s'hi ha representat la variació de l'slope (que és el pendent de les mides mitjanes de l'N pitfall) en cadascuna de les basses estudiades. En vermell, la Connectada; en verd, la Tamariu; en blau, la Túries.

Es va realitzar un test post hoc de Tukey per determinar, amb un nivell de confiança del 95%, les diferències entre les mitjanes de les basses. Es va dur a terme el test amb el factor bassa perquè era l'únic que va resultar ser significatiu.

Els p-valors que van sortir significatius van ser el de tu-co (0.0007) i el de tu-ta (0.005), el que indicava que la bassa Túries era significativament diferent a les altres dues, i que les basses Tamariu i Connectada no eren significativament diferents l'una de l'altra.

3. ANOVA de l'slope 2 (pendent a partir de les mides de tots els individus mesurats) de N pitfall tenint en compte la bassa i la distància com a factors fixos i el transecte com a factor aleatori

El p-valor de la bassa va resultar ser de 0.02, per tant, al ser inferior a 0.05, ens indicava que els efectes de la bassa sobre el pendent de les mides dels individus de l'N pitfall (extret a partir de les mides de tots els individus mesurats) eren significatius (Figura 17). Pel que fa a la distància i a la interacció de la bassa amb la distància, ambdós van presentar p-valors superiors a 0.05 (0.8 i 0.7 respectivament), el que indicava que els resultats no eren significatius.

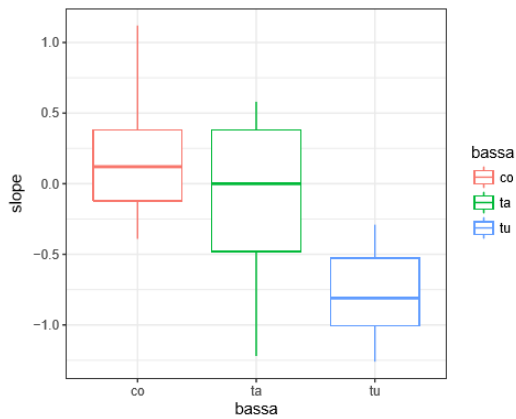


Figura 17: Diagrames de caixes on s'hi ha representat la variació de l'slope2 (que és el pendent de les mides de tots els individus mesurats de l'N pitfall) en cadascuna de les basses estudiades. En vermell, la Connectada; en verd, la Tamariu; en blau, la Túries.

4. ANOVA de la mida mitjana dels individus de les pitfalls tenint en compte la bassa, la distància i l'ordre com a factors fixos i el transsecte com a factor aleatori:

Van sortir significatius els p-valors de la distància i l'ordre (Figura 18), i els de la interacció de bassa-distància, bassa-ordre (Figura 19), distància-ordre (Figura 20) i bassa-distància-ordre, amb uns p-valors de 0.0008, $2 \cdot 10^{-16}$, 0.001, $3.9 \cdot 10^{-5}$, $7.9 \cdot 10^{-11}$ i $1 \cdot 10^{-8}$ respectivament (tots ells amb un valor inferior a 0.05).

L'únic valor que no va resultar ser significatiu va ser el de la bassa, que el p-valor just sobrepassava el 0.05.

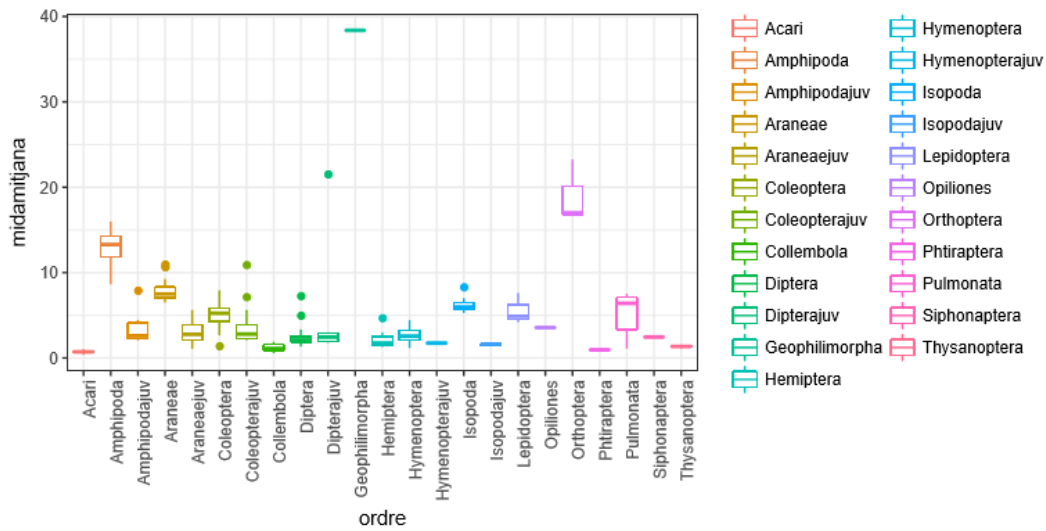


Figura 18: Diagrama de caixes on s'hi ha representat la variació de la mida mitjana dels individus de les pitfall per a cadascun dels ordres estudiats.

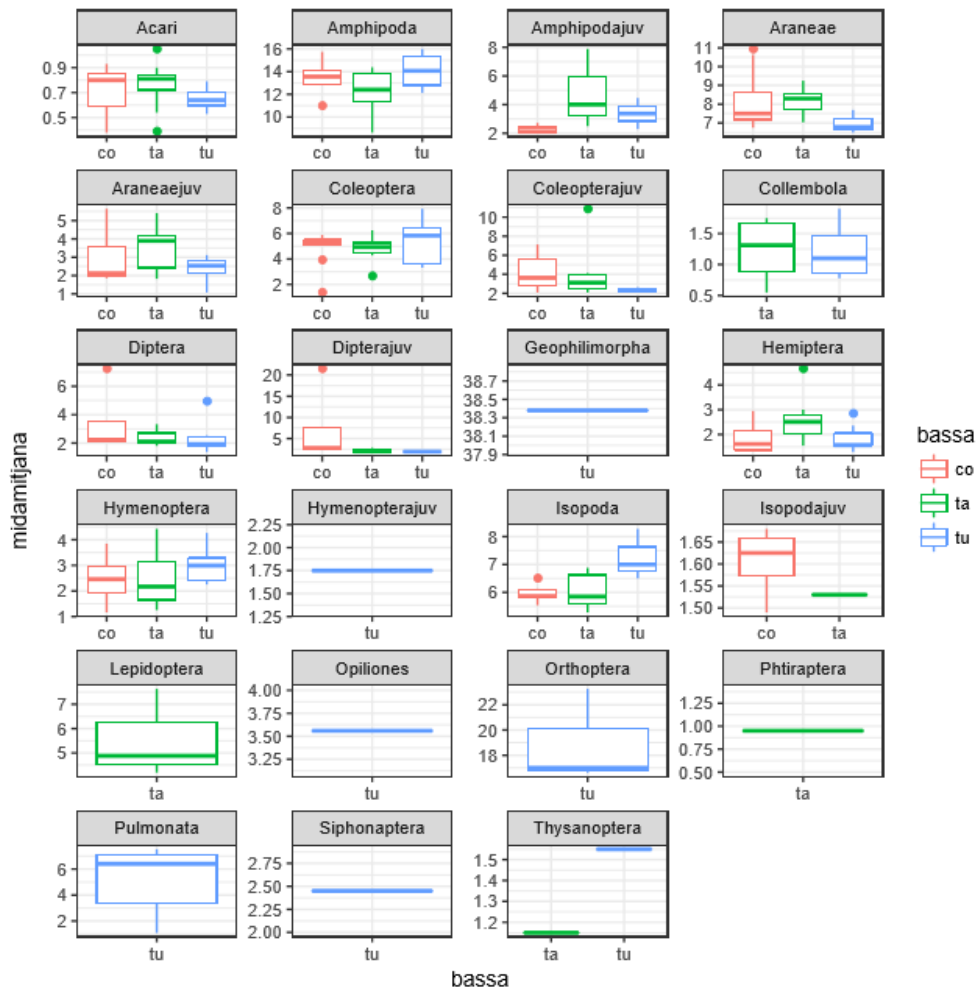


Figura 19: Diagrames de caixes on s'hi ha representat la variació de la mida mitjana dels individus de les pitfall en cadascuna de les basses i dels ordres estudiats. En vermell, la bassa Connectada; en verd, la bassa Tamariu; en blau, l'Estany d'en Túries.

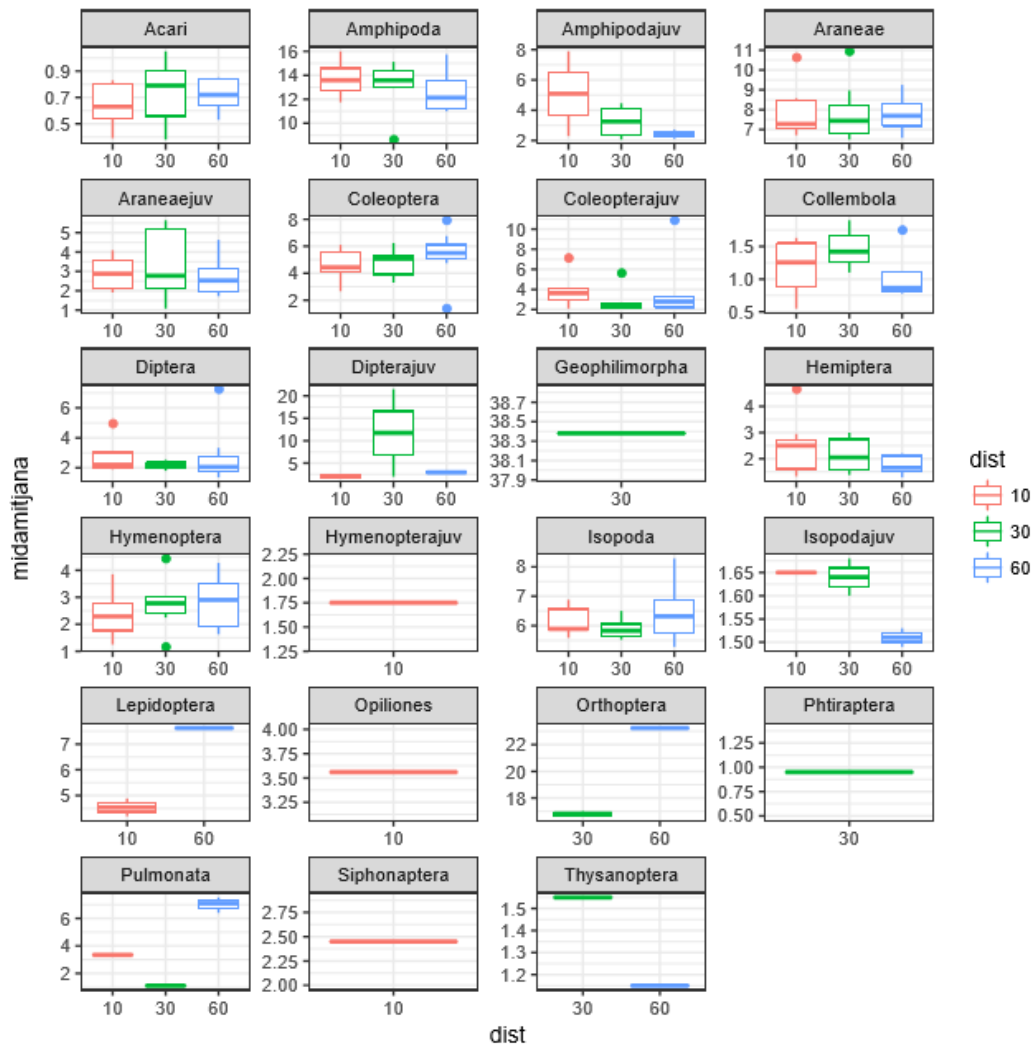


Figura 20: Diagrames de caixes on s'hi ha representat la variació de la mida mitjana dels individus de les pitfall en cadascuna de les distàncies i dels ordres estudiats.

Regressions

1. Regressió dels individus caiguts a les pitfalls (Npit) i els insectes voladors caiguts a les infalls (Ninf)

El nombre d'individus de les pitfalls (npit) no estava correlacionat amb l'entrada d'insectes aquàtics a cada punt de mostreig (ninf): p-valor = 0.4 i cor = -0.17.

Es va realitzar una regressió lineal simple de model II (es va treballar amb dues variables aleatòries). Els resultats no eren significatius i, per tant, no es pot afirmar que existeixi una relació entre el nombre d'individus de les pitfall i l'entrada d'insectes aquàtics a cada punt de mostreig (N infall): pendent = -3.88 ninf -570.1 (p-valor = 0.4 i $r^2 = 0.03$) (Figura 21).

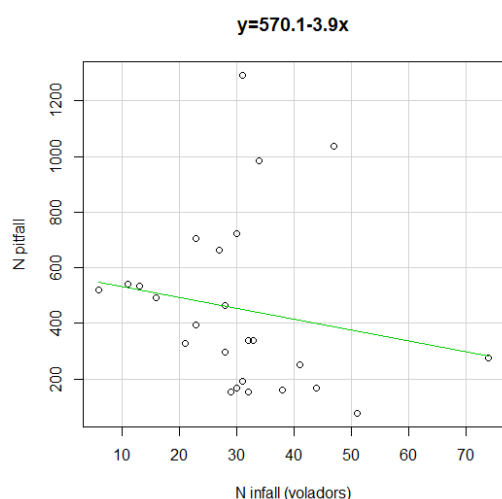


Figura 21 : Gràfic de dispersió on s'observa la possible relació entre el nombre d'individus de les pitfalls i N infall (dels insectes voladors).

Els valors d'N pitfall superiors a 900 (Figura 21) corresponien a 3 punts de mostreig de la bassa Connectada: al transsecte A a 60 metres (1036 individus), al B a 30 metres (984 individus) i al C a 60 metres (1292 individus) de la bassa.

Tal com s'observa a les gràfiques bàsiques de diagnòstic (Figura 22), les dades semblaven seguir una distribució normal, presentar homogeneïtat de variàncies, tenir certa linealitat i no presentar cap valor extrem.

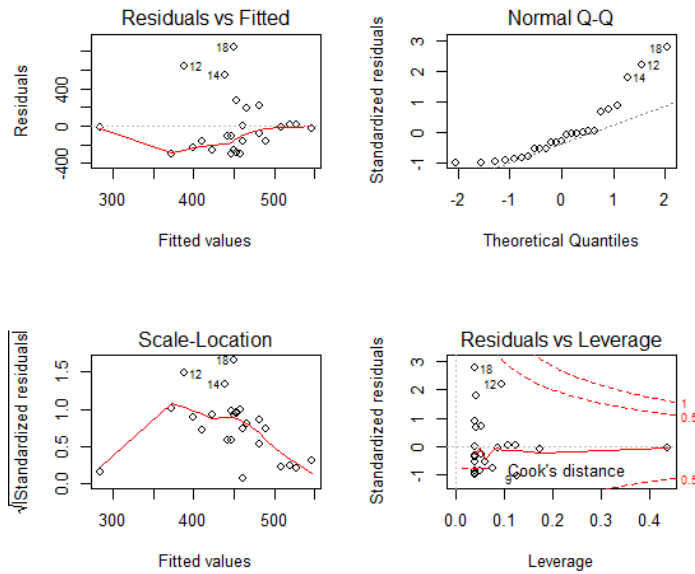


Figura 22: Gràfiques bàsiques de diagnòstic entre N pitfall i N infall.

2. Regressió del pendent de les mides mitjanes dels individus caiguts a les pitfalls (slope 1 Npit) i els individus caiguts a les infalls (Ninf)

La mida mitjana dels invertebrats terrestres (slope1) no estava correlacionada amb l'entrada d'insectes aquàtics a cada punt de mostreig (ninf): p-valor = 0.26 i cor = -0.23.

Es va realitzar una regressió lineal simple de model II (es va treballar amb dues variables aleatòries). Els resultats no eren significatius i, per tant, no es pot afirmar que existeixi una relació entre la mida mitjana dels invertebrats terrestres i l'entrada d'insectes aquàtics a cada punt de mostreig (N infall): pendent = $-0.01 \text{ ninf} + 0.28$ (p-valor = 0.26 i $r^2 = 0.05$) (Figura 23).

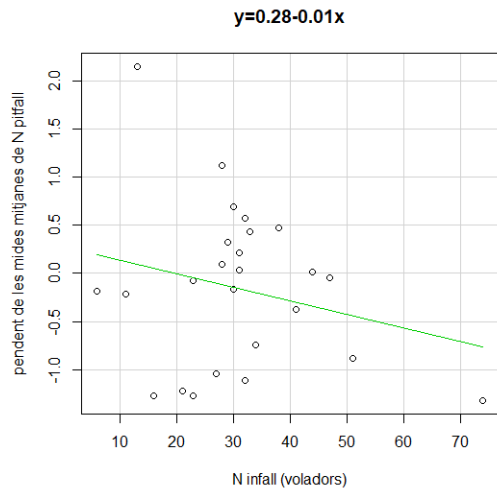


Figura 23: Gràfic de dispersió on s'observa la possible relació entre el pendent de les mides mitjanes de N pitfall i N infall (dels insectes voladors).

Tal com s'observa a les gràfiques bàsiques de diagnòstic (Figura 24), les dades semblaven seguir una distribució normal, presentar homogeneïtat de variàncies, tenir certa linealitat i no presentar cap valor extrem.

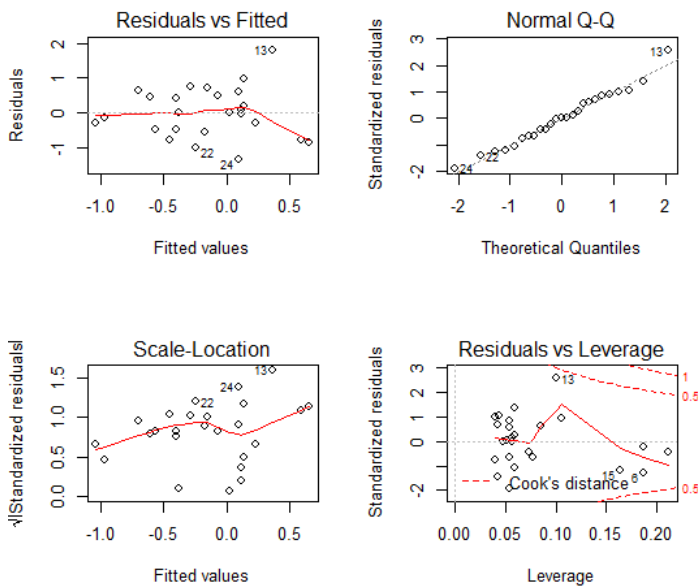


Figura 24: Gràfiques bàsiques de diagnòstic entre el pendent de la mida mitjana dels individus de N pitfall i N infall.

3. Regressió del pendent de les mides dels individus caiguts a les pitfalls (slope 2 Npit) i els individus caiguts a les infalls (Ninf)

La mida dels invertebrats terrestres (slope2) no estava correlacionada amb l'entrada d'insectes aquàtics a cada punt de mostreig (ninf): p-valor = 0.54 i cor = -0.13.

Es va realitzar una regressió lineal simple de model II (es va treballar amb dues variables aleatòries). La mida dels invertebrats terrestres no estava relacionada amb l'entrada d'insectes aquàtics a cada punt de mostreig (ninf), els resultats no eren significatius i, per tant, no es pot afirmar que existeixi aquesta relació: pendent = -0.01 ninf -0.02 (p -valor = 0.54 i $r^2 = 0.02$) (Figura 25).

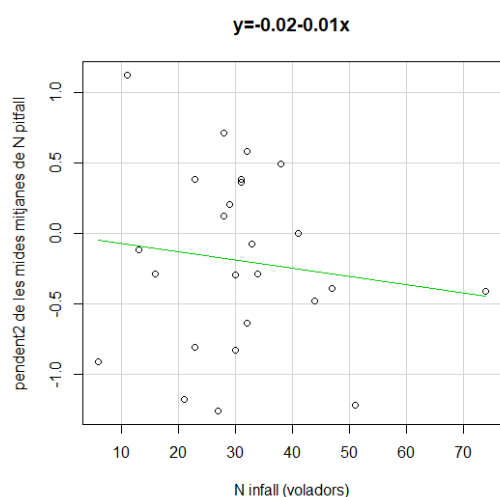


Figura 25: Gràfic de dispersió on s'observa la possible relació entre el pendent de les mides de N pitfall i N infall (dels insectes voladors).

Tal com s'observa a les gràfiques bàsiques de diagnòstic (Figura 26), les dades semblaven seguir una distribució normal, presentar homogeneïtat de variàncies, tenir certa linealitat i no presentar cap valor extrem.

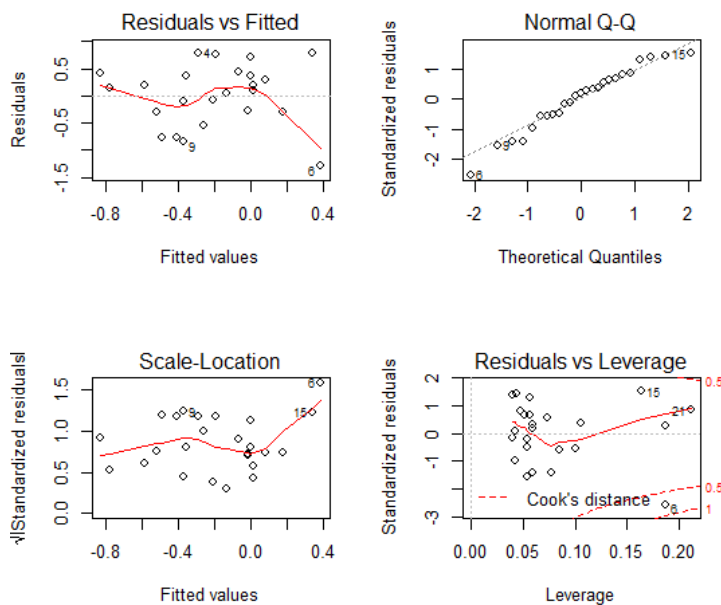


Figura 26: Gràfiques bàsiques de diagnòstic entre el pendent de la mida mitjana dels individus de N pitfall N infall.

Discussió

En aquest estudi als Aiguamolls de l'Empordà s'han analitzat factors biòtics i abiòtics per determinar l'efecte sobre l'estructura de mides de la comunitat d'invertebrats terrestres. Totes tres basses estudiades es troben a la mateixa altitud i temperatura, però difereixen en mida i profunditat.

Cal esmentar que l'any en el que s'ha dut a terme l'estudi ha estat molt sec, hi ha hagut molt poques precipitacions i les temperatures han estat més elevades que en anys anteriors. Aquestes condicions han causat una molt ràpida dessecació de les basses i poca emergència d'insectes aquàtics en relació a anys anterior. És molt possible que hagin estat un dels factors que han impedit trobar la relació existent entre els dos ecosistemes estudiats.

Tal com es veu en el gràfic de la Figura 18, hi ha més diversitat d'ordres a l'Estany d'en Túrries, que resulta ser la massa d'aigua més gran, amb característiques fisicoquímiques que varien d'un extrem a l'altre de la bassa i amb una vegetació (formada per espècies de prat) amb més diversitat que la de les altres dues basses (on hi predomina la salicòrnia). És possible que les condicions del medi siguin més favorables al voltant de l'Estany d'en Túrries i per aquesta raó hi hagi més diversitat d'espècies vegetals i, en

conseqüència, més ordres d'invertebrats terrestres. Referent a les característiques fisicoquímiques, és possible que el fet de ser diferents en certs punts de la bassa, faci que s'hi desenvolupin més diversitat d'espècies aquàtiques, les quals podrien aportar més diversitat de nutrients al medi terrestre i permetrien alimentar-se a un ventall més ample d'espècies terrestres. Tot i que l'any en el que s'ha dut a terme l'estudi hagi estat sec, existeix un efecte important de les emergències d'insectes aquàtics (i, per tant, de l'aportació de nutrients) sobre el medi terrestre. Aquest efecte es fa més evident quan la bassa és més gran i té més productivitat.

Pel que fa a l'abundància d'individus terrestres, s'ha vist que existeix una clara diferència entre les basses Tamariu i Connectada (Figura 15), essent la Connectada la bassa amb més abundància d'invertebrats terrestres i la Tamariu la bassa amb menys abundància d'invertebrats terrestres. La bassa Connectada és la més eutròfica de les tres estudiades i, per tant, on s'hi espera trobar més productivitat d'insectes aquàtics a llarg termini. Una major aportació de nutrients al sistema terrestre, a través de les emergències d'insectes aquàtics, pot afavorir la producció d'invertebrats terrestres.

La variació de mides mitjanes dels invertebrats terrestres és diferent entre les basses. La variació de mides mitjanes dels individus trobats al prat adjacent a la bassa Túries difereix significativament de la variació de les mides mitjanes dels individus trobats a les basses Connectada i Tamariu (Figura 16). La mitjana dels pendents (que indiquen la variació de mides mitjanes dels invertebrats terrestres a partir de les abundàncies per cada classe de mides), representada en els diagrames de caixes, indica que la variació entre les mides mitjanes dels individus terrestres al voltant d'una bassa és més acusada a l'Estany d'en Túries. A les basses Tamariu i Connectada hi ha menys variació de mides mitjanes d'invertebrats terrestres. Així doncs, els invertebrats terrestres presenten més abundància d'individus petits quan el pendent de les mides mitjanes és molt negatiu, una àmplia variació de mides quan el pendent és pla i una abundància major d'individus grans quan el pendent és positiu. Aquesta variació de mides és, en part, deguda a la diversitat d'ordres. Ja que la mida dels individus varia segons l'ordre (que pot presentar gran diversitat d'espècies i, per tant, també de mides) al qual pertanyen, una alta diversitat d'ordres suposarà una major diversitat de mides, i el mateix passa amb l'abundància, que al augmentar el nombre d'individus presents al voltant de la bassa, també ho fa la diversitat de mides d'aquests individus. A més de tenir més diversitat de mides, la bassa amb mides mitjanes més petites és l'Estany d'en Túries, la qual presenta una mida i profunditat més gran que les altres dues basses. Tot i així, no es pot afirmar que unes mides d'invertebrats més petites siguin degudes a aquests factors, ja que també es poden veure afectades pel tipus de vegetació i la gran diversitat de mides que hi ha

dins de cada ordre, i no s'han analitzat suficients basses per trobar una clara tendència de la resposta de l'espectre de mides davant dels factors estudiats.

Les mides obtingudes de tots els individus terrestres mesurats (sense aplicar-hi la mitjana) no varien tant com les seves mides mitjanes (Figura 17). La bassa Connectada presenta més diversitat de pendents, és a dir, s'han trobat alguns individus al voltant de la bassa Connectada amb mides força diferents a la mitjana. Aquesta diferència de pendents és deguda a la quantitat de dades que s'han analitzat. Estudiant únicament la variació de les mides mitjanes dels individus de cada ordre, s'obvien moltes mesures (un mateix ordre està format per diferents espècies i, per tant, dins de cada ordre hi ha molta diversitat de mides).

La mida mitjana dels individus terrestres, per tant, varia segons la bassa al voltant de la qual es trobin, de la mateixa manera que també varia segons l'ordre al qual pertanyen els individus i la distància a la qual es trobin respecte la bassa (Figura 18). Aquesta variació de mides entre basses pot ser deguda a les diferents composicions de nutrients presents a cadascuna d'elles (Boix et al. 2004). La bassa Connectada és la més rica en nutrients; més disponibilitat de nutrients permet el creixement d'un major nombre d'espècies i individus aquàtics i, per tant, una major aportació d'aliment per a l'ecosistema terrestre i, consegüentment, una major productivitat d'invertebrats terrestres. La bassa més pobre en nutrients és la Tamariu, fet que en limita el creixement de les espècies que hi habiten. Aquest fet, sumat a la baixa àrea habitable i a la ràpida dessecació de la bassa (degut a la baixa superfície d'aigua), provoca que l'abundància d'espècies d'insectes aquàtics sigui menor que la de les basses Connectada i Túries, les quals tenen una superfície aquàtica major i més quantitat de nutrients. Tot i que els resultats d'aquest estudi no hagin pogut demostrar les diferències d'abundàncies d'insectes aquàtics entre les diferents basses, es creu que en anys més humits (amb més pluges i amb temperatures no tant elevades) l'abundància dels insectes aquàtics que emergeixen de la bassa més productiva i més gran és significativament major a l'abundància de les emergències d'insectes aquàtics de les basses més petites.

Pel que fa als ordres, els que més difereixen de mides respecte a la resta són els geofilomorfs, seguits dels ortòpters i els amfípodes (Figura 18). La interacció entre la bassa i l'ordre també afecta a les mides dels individus. Alguns individus presenten mides mitjanes força diferents segons la bassa a la qual es trobin i segons l'ordre al qual pertanyen. En el cas dels amfípodes, presenten mides més grans els que es troben a l'Estany d'en Túries i mides més petites els que es troben a la bassa Tamariu, mentre que les aranyes presenten mides més grans les que es troben a la bassa Tamariu i mides

més petites les que es troben a l'Estany d'en Túrries. Ja que en un any més humit s'esperaria trobar més emergència d'insectes aquàtics (i, per tant, més aportació de nutrients al medi terrestre) en aquesta bassa, és possible que la quantitat disponible de cada tipus de nutrient present a l'Estany d'en Túrries sigui el factor causant d'aquest efecte, ja que no totes les espècies d'insectes aquàtics necessiten els mateixos nutrients per a desenvolupar-se. L'aportació de matèria que suposen els insectes aquàtics voladors sobre el medi terrestre variaria segons les espècies que es poguessin desenvolupar a la bassa i, per tant, també ho farien les mides dels invertebrats terrestres que s'alimentessin d'aquestes aportacions.

S'observa el mateix cas amb la interacció entre la distància i l'ordre. Els individus d'un mateix ordre i trobats al sistema terrestre adjacent a una mateixa bassa, presenten mides diferents segons la distància a la bassa. Així doncs, prenent com a exemple els pulmonats, les mides varien segons la distància a la qual es troben, essent més petits els que es troben a 30 metres i més grans els que es troben a 60 metres. Contràriament, el grup dels coleòpters presenta mides més petites als 10 metres de la bassa i mides més grans als 60 metres. La vegetació afavoreix de manera diferent a cada espècie terrestre. Dins de cada ordre hi ha diferents espècies, cadascuna d'elles amb diferents necessitats de supervivència. Un mateix tipus de vegetació pot proporcionar més protecció a unes espècies que a unes altres, de manera que, per aquells ordres les espècies dels quals es vegin afavorits per cert tipus de vegetació, tindran un major creixement en aquella zona (degut a la menor predació que hi haurà sobre els seus individus). Tot i que es va procurar traçar els transectes sobre el mateix tipus de vegetació, en alguns punts de mostreig va ser inevitable trobar-hi petites diferències.

Pel que fa a les abundàncies d'individus d'invertebrats terrestres i d'insectes aquàtics emergents, no s'ha trobat que estiguin correlacionades (Figura 21), és a dir, que l'abundància d'invertebrats terrestres no sembla estar afectada per l'abundància d'insectes aquàtics emergents i, per tant, per l'aport de nutrients provinents de la bassa, a diferència del que s'esperava. Tot i que els resultats de les regressions indiquin que la relació existent entre l'abundància d'invertebrats terrestres i l'abundància d'insectes aquàtics voladors no és significativa, altres estudis demostren que els dos ecosistemes estan relacionats, que els individus provinents de les masses d'aigua aporten energia, matèria i nutrients als ecosistemes terrestres adjacents (Hoekman et al. 2012). Els insectes aquàtics que emergeixen de l'aigua i es desplacen a la part terrestre serveixen directament com a nutrients tant per aquells artròpodes predadors, com per aquells detritívors, els quals s'alimenten de les seves carcasses (Dreyer et al. 2011). La xarxa tròfica del sistema terrestre també es veu influenciada per l'entrada de nutrients provinents dels insectes aquàtics emergents de les basses. Per aquells predadors que

s'alimenten directament dels organismes provinents de les masses d'aigua, la cadena tròfica és més curta que pels que s'alimenten d'altres individus terrestres (Bartrons et al. 2015). El fet que els resultats d'aquest estudi indiquin que no existeix una correlació és molt possiblement degut a que ha estat un any amb poques pluges i altes temperatures.

A partir dels resultats obtinguts en aquest estudi, la variació de mides (Figures 23 i 25) dels invertebrats terrestres tampoc sembla estar correlacionada amb l'abundància d'insectes aquàtics emergents. Es torna a suposar que en un any més humit sí que s'observaria aquesta relació entre els dos ecosistemes.

Conclusions

L'entrada de nutrients a la xarxa tròfica terrestre, provinents de les emergències d'insectes aquàtics de les basses, no ha presentat un efecte significatiu sobre la comunitat d'invertebrats terrestres. L'abundància i la mida d'invertebrats trobats a l'ecosistema terrestre no estan correlacionades amb l'abundància d'insectes voladors emergents i, per tant, la comunitat d'invertebrats terrestres no se'n veu directament afectada. És molt possible que no s'hagi pogut trobar aquest efecte degut a la ràpida dessecació de les basses causada per la climatologia seca i sense pluges de l'any en el que s'ha dut a terme l'estudi i a la consegüent baixa emergència d'insectes aquàtics. De fet, el sistema amb més abundància d'invertebrats terrestres (possiblement degut a l'aportació de nutrients dels insectes aquàtics emergents) és el situat al voltant de la bassa Connectada, la més productiva.

D'altra banda, l'estructura de mides i la diversitat d'ordres trobats al voltant de les tres masses d'aigua difereixen entre elles. L'Estany d'en Túries, la bassa més gran i amb diferent vegetació dominant respecte les altres dues, ha presentat més diversitat de mides i ordres d'invertebrats terrestres. La bassa més petita, la Tamariu, és la massa d'aigua amb menor abundància d'individus.

La mida dels invertebrats terrestres es veu afectada per l'ordre al qual pertanyen i la bassa al voltant de la qual habiten, prenent valors inferiors al prat adjacent a l'Estany d'en Túries i presentant mides mitjanes més grans al voltant de les basses Tamariu i Connectada. Les interaccions entre la bassa i l'ordre i entre la distància i l'ordre també afecten a l'estructura de mides de la comunitat d'invertebrats terrestres.

Tot i que no s'hagi pogut demostrar directament la relació existent entre els medis aquàtic i terrestre, s'ha vist que la mida dels invertebrats terrestres es veu afectada per l'ordre al qual pertanyen, la bassa al voltant de la qual s'han trobat, la distància a la que es troben respecte de la bassa i les interaccions entre la bassa i l'ordre, i la bassa i la distància. Tenint coneixement d'aquestes interaccions, si algun d'aquests factors variés degut a la contaminació ambiental o l'efecte antropogènic (per exemple, disminuís l'abundància d'individus més enllà dels 30 metres), es podria detectar amb els canvis de mida que patirien els individus presents al voltant de la bassa afectada. D'aquesta manera, es podrien dur a terme controls periòdics que permetrien detectar els canvis en l'espectre de mides i, per tant, es podrien gestionar els ecosistemes afectats de forma més ràpida.

Havent obtingut aquests resultats, seria interessant recollir més dades per poder comparar les abundàncies al llarg del temps i poder detectar patrons de canvis de mides. És possible que amb un major volum de dades, la relació entre les abundàncies d'invertebrats aquàtics i terrestres es faci evident, és a dir, que els resultats mostrin una clara relació entre el flux de nutrients dels dos ecosistemes.

Bibliografia

- Bartrons, M. et al., 2013. Regional-Level Inputs of Emergent Aquatic Insects from Water to Land. *Ecosystems*, 16(7), pp.1353–1363.
- Bartrons, M. et al., 2015. Taking the trophic bypass: Aquatic-terrestrial linkage reduces methylmercury in a terrestrial food web. *Ecological Applications*, 25(1), pp.151–159.
- Boix, D. et al., 2004. Caracterització, regionalització i elaboració d'eines d'establiment de l'estat ecològic de les zones humides de catalunya. , p.85.
- Brucet, S., Mehner, T. & Lauridsen, T.L., 2013. Fish diversity in European lakes : geographical factors dominate over anthropogenic pressures. , pp.1779–1793.
- Dreyer, J., Hoekman, D. & Gratton, C., 2011. Lake-derived midges increase abundance of shoreline terrestrial arthropods via multiple trophic pathways. , (June), pp.1–7.
- Gardner, J.L. et al., 2011. Declining body size: A third universal response to warming? *Trends in Ecology and Evolution*, 26(6), pp.285–291.

- Hoekman, D., Bartrons, M. & Gratton, C., 2012. Ecosystem linkages revealed by experimental lake-derived isotope signal in heathland food webs. *Oecologia*, 170(3), pp.735–743.
- Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, 2007. Base Geològica 1:50 000 (BG50Mv01r01). , 0, pp.1–49. Available at: <http://www.icc.cat/vissir/llegendes/mgc50m.pdf>.
- Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, 2001. Mapa geològic de Catalunya 1:25 000, La Bisbal de l'Empordà full 334-2-1 (78-25).
- Law, R. et al., 2009. Size-spectra dynamics from stochastic predation and growth of individuals. *Ecology*, 90(3). Available at: <http://doi.org/10.1890/07-1900.1>.
- Moretti, M. et al., 2017. Handbook of protocols for standardized measurement of terrestrial invertebrate functional traits. *Functional Ecology*, 31(3), pp.558–567.
- Petchey, O.L. & Belgrano, A., 2010. Body-size distributions and size-spectra: universal indicators of ecological status? *Biology Letters*, 6(4), pp.434–437. Available at: <http://rsbl.royalsocietypublishing.org/cgi/doi/10.1098/rsbl.2010.0240>.
- Petersen, I. et al., 2004. Dispersal of adult aquatic insects in catchments of different land use. *Journal of Applied Ecology*, 41(McCullough 1996), pp.934–950.
- R Foundation for Statistical Computing, 2017. R DEVELOPMENT CORE TEAM . R: A language and environment for statistical computing.
- Schmidt, M.H. et al., 2006. CAPTURE EFFICIENCY AND PRESERVATION ATTRIBUTES OF DIFFERENT FLUIDS IN PITFALL TRAPS. *Journal of Arachnology*, 34(1), pp.159–162. Available at: <http://www.bioone.org/doi/abs/10.1636/T04-95.1> [Accessed April 27, 2017].
- Sherley, G. & Stringer, I., 2016. Invertebrates : pitfall trapping. , pp.1–30.
- Shin, Y.-J. & Cury, P., 2004. Using an individual-based model of fish assemblages to study the response of size spectra to changes in fishing. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 61(3). Available at: <https://doi.org/10.1139/f03-154>.
- Zacharias, I. et al., 2007. Overview of temporary ponds in the Mediterranean region : Threats, management and conservation issues. *Journal of Environmental Biology*, 28(January), pp.1–9.

FE D'ERRATES

Treball de fi de grau:

“Efectes dels subsidis aquàtics sobre la xarxa tròfica terrestre al voltant de llacunes mediterrànies dels Aiguamolls de l’Empordà”

Pàg. 27 (últim paràgraf)

On diu “Figura 18”

Hauria de dir “Figura 19”