

Treball de Fi de Grau Experimental

ESTUDI SOBRE ELS EFECTES DE LA
RESTAURACIÓ D'UNA BASSA
TEMPORÀNIA MEDITERRÀNIA DE
L'ALBERA EN LA REPRODUCCIÓ DELS
AMFIBIS

MAR AURÓ SÁNCHEZ

Grau en Biologia

Tutor/a: Jordi Compte Ciurana

Ubicació Vic, juny de 2022

Resum

Títol: Estudi sobre els efectes de la restauració d'una bassa temporània mediterrània de l'Albera en la reproducció dels amfibis.

Autora: Mar Auró Sánchez

Tutor: Jordi Compte Ciurana

Data: Juny de 2022

Paraules clau: comunitat larves, restauració, paràmetres de la comunitat, basses temporànies mediterrànies, Albera.

Els amfibis es troben en declivi poblacional a nivell mundial, però les basses temporànies poden ser ideals per a la reproducció d'aquests i així mantenir i preservar les seves poblacions.. És per això que avui en dia és important la restauració de les basses temporànies mediterrànies com és l'exemple de la bassa de Prats dels Rosers, situada a la finca de la Gutina (Albera). Durant els cinc anys posteriors a la seva restauració s'ha fet un seguiment per a poder estudiar si amb el temps és un lloc apte per a la reproducció d'amfibis com ho poden ser les basses temporànies naturals que es troben situades a la mateixa zona, l'estanyol de Cardonera i la bassa de Rajoleria. S'han fet mostrejors mensuals durant els períodes d'inundació des de 2016 fins al 2020 on s'han identificat, quantificat i mesurat les larves d'amfibis recollides. A més, s'han comparat les comunitats d'amfibis entre les basses i entre els hidroperíodes a través de l'anàlisi estadístic ANOVA i s'han fet patrons d'ordenació a través de l'NMDS. Aquestes basses són un bon lloc per a la reproducció d'amfibis ja que s'han trobat set de les nou espècies potencials de la zona (*Bufo spinosus*, *Epidalea calamita*, *Hyla meridionalis*, *Pelobates cultripipes*, *Pelodytes punctatus*, *Pelophylax perezi* i *Triturus Marmoratus*). Tot i que majoritàriament sembla que les espècies es reproduïen a la primavera independentment de la durada de l'hidroperíode, hi ha dues espècies que han adaptat el seu cicle vital a reproduir-se també al desembre (*E. calamita*, *P. cultripipes*). S'ha pogut observar que tot i que generalment totes les espècies que s'han trobat es poden adaptar a diferents tipus d'ambients i qualitat d'aigua, hi ha dues que només s'han trobat en aquelles basses on la qualitat d'aigua era més bona (*P. punctatus* i *P. perezi*). En les tres basses analitzades s'ha observat que no hi ha diferències en els paràmetres de la comunitat i tampoc hi ha diferències entre els hidroperíodes. Per tant, pel que fa a la recuperació de la bassa dels Prats dels Rosers, sembla que és un lloc apte per a la reproducció dels amfibis i que indicaria que està en un avançat procés de naturalització.

Summary

Title: Study on the effects of the restoration of a temporary Mediterranean pond in Albera on amphibians' reproduction

Author: Mar Auró Sánchez

Supervisor: Jordi Compte Ciurana

Date: Juny de 2022

Keywords: amphibian larvae, restoration, community parameters, mediterranean temporary ponds, Albera.

Amphibians are globally in a population decline but temporary ponds may be important for the reproduction of these species and so for the maintain and preservation of their populations. This is the reason why nowadays the restoration of Mediterranean temporary ponds such as the Prats dels Rosers Pond, placed in La Gutina (Albera) is essential. During the five years after its restoration, a tracking has been made to study if with time it can be a suitable place for the reproduction of amphibians as it happens in natural temporary ponds which are in the same zone, the Cardonera and the Rajoleria ponds. Samples have been monthly taken during the flooding seasons between 2016 and 2020 where they have been identified, quantified, and measured the amphibian larvae collected. In addition, it has been made a comparison of amphibian communities between the different ponds and between the hydroperiods through the statistical analysis ANOVA and sorting patterns have been established by NMDS. These ponds are a good place for the reproduction as there have been found seven of the nine potential species of the area (*Bufo spinosus*, *Epidalea calamita*, *Hyla meridionalis*, *Pelobates cultripes*, *Pelodytes punctatus*, *Pelophylax perezi* i *Triturus Marmoratus*). Even though it seems that most of the species reproduce in spring regardless of the hydroperiod duration, two of the species have adapted their life cycle to reproduce in December as well (*E. calamita*, *P. cultripes*). It has been observed that even though almost all the species can adapt to different kinds of environments and water qualities, two of them have been only found in the ponds with better water quality (*P. punctatus*, *P. perezi*). In the three ponds there haven't been observed differences between the community parameters nor between the hydroperiods. Therefore, in relation with the Prats dels Rosers Pond's recuperation, it seems that is suitable place for amphibian's reproduction, which indicates that is in an advanced process of naturalization.

Índex

1. Introducció	1
<i>Amfibis i el seu cicle reproductiu</i>	1
<i>Les basses temporànies mediterrànies com a lloc de reproducció dels amfibis</i>	3
<i>Restauració de la bassa de Prats dels Rosers</i>	4
2. Objectius	7
3. Metodologia	8
<i>Àrea d'estudi</i>	8
<i>Recol·lecció i processament de les mostres</i>	10
<i>Anàlisi de dades</i>	10
4. Resultats	12
<i>Règim hidrològic de les basses i les comunitats d'amfibis</i>	12
<i>Paràmetres de les comunitats d'amfibis</i>	13
5. Discussió	17
6. Conclusions	20
<i>Limitacions i millores a realitzar en projectes futurs</i>	21
7. Bibliografia	22
Annex	27

1. Introducció

Amfibis i el seu cicle reproductiu

En els últims 50 anys s'està produint una crisi global de biodiversitat representada pel declivi i la desaparició d'espècies i poblacions naturals de vertebrats (Wake, 1991). D'entre tots els vertebrats, els amfibis són el grup que s'ha vist més afectat per aquest declivi (Montori *et al*, 2009). Actualment, un 32% de les espècies d'amfibis del món estan amenaçades, un 43% de les espècies es troben en declivi poblacional i aproximadament unes 122 espècies s'han extingit des de 1980, (Sa, 2005).

Actualment es coneixen unes 6.350 espècies d'amfibis arreu del món (Frost, 2008), de les quals 18 habiten a Catalunya (Pleguezuelos, 2002) (Taula 1). En l'esborrany del *Catàleg de la fauna protegida a Catalunya* no es proposen com a espècies amenaçades, tot i així cal ressaltar que, segons de manera general el Decret legislatiu 2/2008, de 15 d'abril, text refós de la Llei de protecció dels animals, o bé de forma genèrica per la Llei 42/2007 de Biodiversitat (cas concret de *P. perezi*), independentment del grau d'amenaça totes les espècies autòctones d'amfibis es troben protegides per llei.

Taula 1. Llistat d'espècies d'amfibis autòctones de Catalunya i el seu estat de conservació segons l'associació d'Herpetologia Catalana. EX: Extinta, EW: Extinta en estat salvatge, CR: Perill crític, EN: En perill, VU: Vulnerable, NT: Quasi amenaçada, LC: Preocupació menor, NA: No avaluat. Autor: Elaboració pròpia

Nom científic	Nom Comú	Estat de Conservació (Global/Europeu)	Referència
<i>Calatriton arnoldi</i>	Tritó del Montseny	CR	(Carranza i Amat, 2005)
<i>Calatriton asper</i>	Tritó Pirinenc	NT	(Dugès, 1852)
<i>Lissotriton helveticus</i>	Tritó palmat	LC	(Razoumowsky, 1789)
<i>Pleurodeles waltl</i>	Ofegabous	NT	(Michahelles, 1830)
<i>Salamandra salamandra</i>	Salamandra comuna	LC	(Linnaeus, 1758)
<i>Triturus marmoratus</i>	Tritó verd	LC	(Latreille, 1800)
<i>Alytes obstetricans</i>	Tòtil comú	LC	(Laurenti, 1768)
<i>Alytes algavariii</i>	Tòtil català	LC	(García-Paris, 1995)
<i>Bufo spinosus</i>	Gripau comú	LC	(Daudin, 1803)
<i>Discoglossus pictus</i>	Granota pintada mediterrània	LC	(Oth, 1837)
<i>Epidalea calamita</i>	Gripau corredor	LC	(Laurenti, 1768)
<i>Hyl. meridionalis</i>	Reineta meridional	LC	(Boettger, 1874)
<i>Hyla molleri</i>	Reineta ibèrica	EX	(Bedriaga, 1889)
<i>Pelobates cultripes</i>	Gripau d'esperons	NT	(Cuvier, 1829)
<i>Pelodytes punctatus</i>	Granoteta de punts	LC	(Daudin, 1802)
<i>Pelophylax kl. grafi</i>	Granota híbrida de Graf	NT	(Crochet, Dubois i Ohler, 1995)
<i>Pelophylax perezi</i>	Granota verda	LC	(Seoane, 1885)
<i>Rana temporaria</i>	Granota roja	LC	(Linnaeus, 1758)

S'han proposat possibles processos o mecanismes per a explicar la disminució d'aquestes poblacions, com la modificació de l'hàbitat (des de la fragmentació fins a la desaparició), la contaminació, la radiació ultravioleta, el comerç d'espècies exòtiques, malalties... (Sa, 2005). Altres estudis descriptius (Cecil i Just, 1979; Smith, 1983) i experimentals (Walters, 1975;

Woodward, 1983; Gascon, 1992) troben com a factor més influent en l'estructuració de les comunitats larvàries la depredació sobre aquestes. Per tant, la fase larvària pot tenir un paper clau en la preservació de les espècies d' amfibis.

Els amfibis tenen un cicle de vida complex (Figura 1) perquè presenten una fase associada al medi aquàtic i una altra al medi terrestre. El desenvolupament embrionari dins l'ou succeeix generalment a l'aigua, de l'ou fa ecllosió una larva adaptada al medi aquàtic que pateix diversos canvis al llarg del seu desenvolupament i, finalment aquesta fase acaba amb una metamorfosi on passen els canvis més dràstics que permeten a l'organisme abandonar l'aigua i viure en medi terrestre (Gastón, 2018). 11

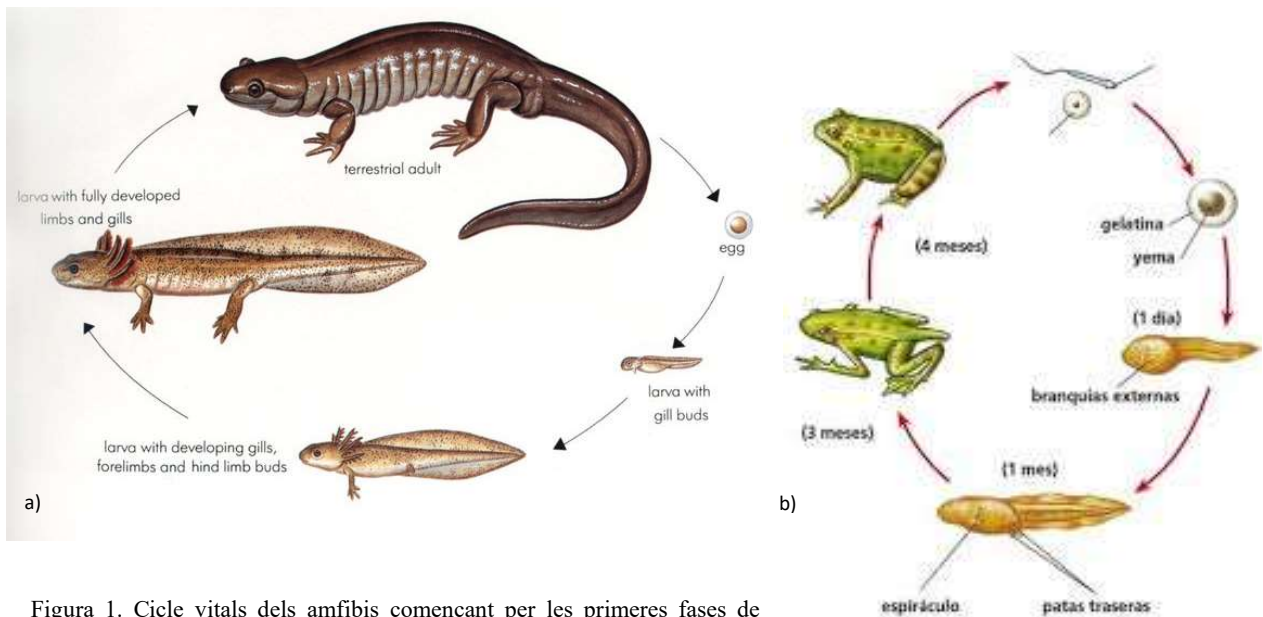


Figura 1. Cicle vitals dels amfibis començant per les primeres fases de desenvolupament en medi aquàtic (ou, larva i metamòrfic) i per últim fase adult on habita en medi terrestre i perd les brànquies. En el cas de la figura a) Cicle vital de la salamandra, amfibi urodel. B) Cicle vital d'una granota, amfibi anur. Autors: a) Penrod, *sf*. B) Rodriguez, 2022

S'ha documentat que els cicles reproductius dels amfibis, tot i estar fortament controlats per variacions hormonals i tenir restriccions a nivell genètic, poden presentar un fort component ambiental en la seva regulació (Duellman i Trueb, 1986). Aquestes característiques han permès observar dos grans patrons reproductius en els anurs: a) les espècies amb reproducció cíclica (contínua), en les quals l'activitat reproductora es veu influenciada per factors com la disponibilitat d'aigua i temperatura, i b) les espècies amb reproducció estacional on la disponibilitat d'aigua està associada a ambients temporals, on es duu a terme el desenvolupament larvari (Soto *et al*, 2008). Per tant, degut a que la permanència de l'aigua d'aquests ambients temporals depèn del clima, els amfibis també tenen una dependència de les condicions climàtiques indirectament (Gastón, 2018).

En base a les condicions del lloc on es reproduïxen els amfibis, les larves mostren múltiples adaptacions morfològiques (Hass, 2003). Crump (1974) va demostrar que la mida de les postes de les espècies que es reproduïxen en basses temporànies tenen una major variabilitat que quan els ous són dipositats en basses permanents. Això suggereix que les condicions particulars de cada lloc condicionen el número i la mida dels ous que són depositats, i que, a la vegada, aquestes diferències determinaran les taxes de creixement i desenvolupament (Kaplan, 1980).

A part de les modificacions morfològiques, els amfibis també presenten adaptacions de comportament per evitar o disminuir la depredació dels ous i les larves. El risc de depredació al que s'exposen les larves d'amfibis en el medi aquàtic varia al llarg del seu desenvolupament (Vázquez *et al.*, 2017), sent les fases primàries aquàtiques les més vulnerables (Wells, 2007). Les femelles poden escollir el lloc on fer la posta en funció de l'abundància de depredadors en el medi aquàtic (Resetarits i Wilbur, 1991; Touchon i Worley, 2015) i utilitzar mecanismes com amagar els ous, recobrir-los amb gelatina compacta per a la protecció dels fongs i petits depredadors (Gomez-Mestre *et al.*, 2006; Porthault *et al.*, 2007) o proporcionar substàncies tòxiques als ous per foragitar els depredadors (Kats *et al.*, 1988; Gunzburger i Travis 2005). Una manera per tal de poder evitar o disminuir la depredació és reproduir-se en basses temporànies on no es troben els depredadors principals, els peixos (Masafret *et al.*, 2004). Per tant, les basses temporànies són considerades un bon lloc per a reproduir-se.

Les basses temporànies mediterrànies com a lloc de reproducció dels amfibis

Les basses temporànies són masses d'aigua lenítiques formades gràcies a les cavitats o depressions poc profundes del terreny (Pérez-Bilbao, *et al.*, 2015), que, a causa de les seves característiques, no són capaces de generar o mantenir llacs de grans dimensions ni permanents (Sánchez, 2017). Les basses temporànies poden tenir diferents orígens d'inundació, depenent de la ubicació on es troben. Segons l'Atlas d'Ecosistemes dels Països Catalans (2013), hi ha basses d'alta muntanya o zones fredes que es poden inundar per pluges i pel desgel de la neu, altres costaneres que s'inunden per temporals marítims i pluges -en aquest cas les aigües serien salines- i finalment hi ha les basses que s'emplenen únicament per les precipitacions.

Les basses temporànies mediterrànies són formacions que només s'inunden en les temporades plujoses de l'any, normalment coincidint amb la primavera i la tardor, i a les que l'única manera de que l'aigua abandoni la zona és per desbordament, evaporació o filtració, ja que no hi ha cap tipus de sortida fluvial en aquests sistemes (Pérez-Bilbao *et al.*, 2015). Així doncs, es tractaria de sistemes poc profunds, poques vegades de més de mig metre en la seva inundació màxima, on l'aigua hi resta temporalment, d'aigües oligotròfiques i mineralització generalment baixa o moderada i que, a la Península i Balears, es troben principalment en zones de clima mediterrani (Camacho *et al.*, 2009) (Figura 2). La seva font d'aigua principal és de les pluges i, depenent de la impermeabilització i la topografia, el seu cicle d'inundació pot resultar molt irregular (Camacho *et al.*, 2009). La resposta a les precipitacions puntuals és efímera, és a dir, que s'inunden ràpidament, i les pèrdues d'aigua es produeixen per percolació (filtració i lixiviació) i evaporació (Camacho *et al.*, 2009). La temporalitat de la fase d'inundació depèn de les precipitacions i de la profunditat de la bassa, per la qual cosa la fondària màxima per a que l'evaporació superi al volum d'aigua precipitat en l'àmbit mediterrani, i així complir el supòsit de bassa temporània, no ha de superar els 1,5 – 2 metres (Camacho *et al.*, 2009). A la regió mediterrània tenen una especial importància aquestes basses i és per aquest motiu que la Directiva Hàbitats de la Unió Europea considera hàbitats prioritaris a conservar els sistemes aquàtics temporanis de la regió mediterrània (Montori *et al.*, 2010).

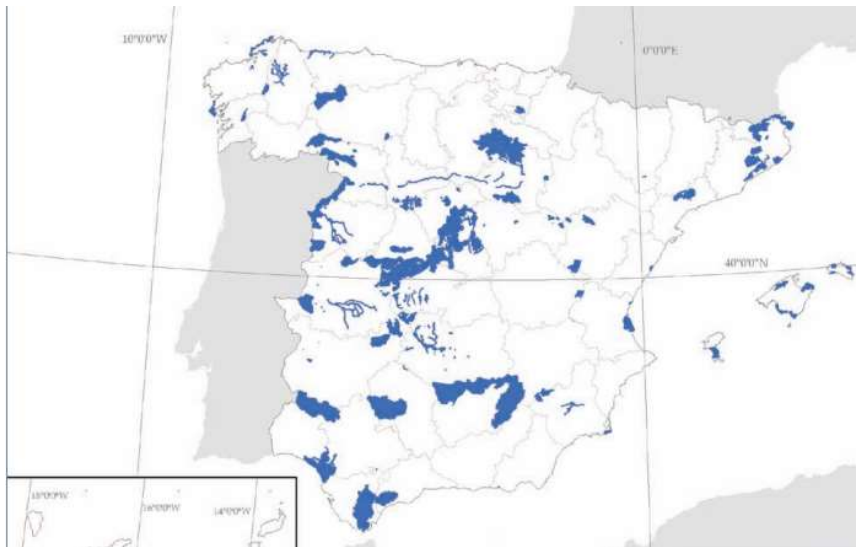


Figura 2. Llocs d'Interès comunitari en els que està present l'hàbitat de basses temporànies mediterrànies a Espanya, segons dades dels formularis de dades de la xarxa Natura 2000, gener del 2006. Autor: Camacho et al (2009)

Com s'ha dit, aquests hàbitats són bons espais per a la reproducció dels amfibis degut a la poca presència de depredadors. Així, gràcies a que els amfibis tenen una gran facilitat per colonitzar els entorns que habiten, la recuperació i la restauració de basses temporànies en bon estat ecològic podria ajudar a la preservació d'aquestes espècies. No obstant, el fet de ser basses temporànies li podria comportar un problema a les larves d'amfibis per la variabilitat de la durada dels hidroperíodes degut al clima mediterrani. Si la duració de l'hidroperíode disminueix o augmenta en relació a anys anteriors, el procés de metamorfosis del capgròs a adult es podria veure afectat i interrompre's condicionant així al nombre d'individus que arriben a la fase adulta.

Restauració de la bassa de Prats dels Rosers

Al Paratge Natural d'Interès Nacional de l'Albera hi ha més d'una trentena d'espais humits (Font i Vilar, 1998), dels quals més de la meitat presenten un marcat caràcter estacional i es caracteritzen per la seva completa dessecació, si més no, a l'estiu (Casas *et al*, 1998).

Amb l'objectiu de preservar i afavorir la formació d'aquests ecosistemes aquàtics continentals, el Grup de recerca d'Ecologia Aquàtica (GEA) de la Universitat de Vic i la Fundació ANDRENA va portar a terme un projecte de restauració de dues basses de l'Albera que a principis del segle XX, mitjançant drenatges, van ser dessecades (Arranz *et al*, 2015, Tristancho, 2017). La restauració es va dur a terme el 2015 i va consistir en la recuperació de la bassa de Prats dels Rosers (Figura 3) i bassa Negra, situades a la finca vitivinícola de la Gutina a Sant Climent de Sescebes. En el cas de Prats dels Rosers, la bassa més gran restaurada, es va fer un segellament amb argiles del drenatge subterrani amb l'obertura d'una rasa al llarg de la bassa, es va emplenar amb argiles impermeables i es va crear una mota al llarg del camí amb la terra sobrant. També es va dur a terme una re-obertura d'una entrada d'aigües que es dona per circulació natural de l'aigua sobrant procedent dels altres estanys (Arranz *et al*, 2015). La restauració d'aquesta bassa, segons la Fundació ANDRENA (2015), està dissenyada amb l'objectiu d'afavorir les metapoblacions i

la biodiversitat de la zona, aportant més complexitat a l'ecosistema de la Gutina. A més de recuperar un aprofitament de l'aigua que afavoreix la flora i fauna dels estanys, també està dissenyada per impedir o limitar la inundació de les vinyes adjacents de la finca.



Figura 3. Bassa de Prats dels Rosers recuperada en el màxim període d'inundació. Autor: Caellas (2017)

El treball aquí present s'emmarca dins el seguiment limnològic realitzat pel Grup d'Ecologia Aquàtica de la UVic-UCC a les Basses de la Guitna, durant els cinc anys següents de fer la restauració (2016-2020). El seguiment va consistir en fer un estudi de les característiques fisicoquímiques de les basses, determinar la qualitat de l'aigua i descriure la comunitat planctònica, de macroinvertebrats i de les larves d'amfibis en quatre basses de la mateixa finca molt properes, entre elles, dues de naturals (l'estanyol de la Cardonera i la bassa de Rajoleria), i dues de restaurades (Prat del Rosers i l'estany d'en Negre). Aquest treball de final de grau s'ha centrat en l'estudi de la comunitat larvària d'amfibis a l'estanyol de la Cardonera, bassa de la Rajoleria i Prat dels Rosers. No s'ha estudiat l'estany d'en Negre degut a que és un estany molt efímer i amb unes condicions molt diferents a les altres basses.

El seguiment d'amfibis en basses temporànies és rellevant ja que, si les condicions acompanyen, són espècies amb una gran facilitat per colonitzar els entorns que habiten (Marsh i Trenham, 2001) i, com anteriorment s'ha esmentat, les basses temporànies són bons espais per a la reproducció d'aquests degut a la poca presència de depredadors. Així, la recuperació d'una bassa temporània propera a basses naturals ofereix una ocasió perfecte per a estudiar la població d'amfibis de la zona i com aquests utilitzen la bassa recuperada al llarg dels anys per reproduir-se. Això permetrà observar si les basses recuperades poden ser un bon lloc per a la reproducció d'amfibis, proporcionant nous indrets on poder desenvolupar les larves i així disminuir la competitivitat entre les espècies.

El primer any post-restauració de la bassa de Prats dels Rosers, Caellas (2017) va realitzar un treball on es va fer un seguiment ecològic utilitzant els amfibis com a organismes bioindicadors. Durant l'estudi es van observar espècies d'amfibis com el gripau d'esperons (*E. calamita*), gripau corredors (*E. calamita*), reineta meridional (*Hyla meridionalis*), granota vera (*P. perezi*) i tritó verd (*T. marmoratus*) i també es va observar la reproducció. Així, un seguiment de les larves en aquestes basses en els següents anys, permetrà saber si la reproducció d'aquestes espècies

trobades després de la restauració s'ha mantingut, ha disminuït o ha augmentat en les basses naturals i restaurada

2. Objectius

L'objectiu principal d'aquest treball és comprovar si una bassa temporània mediterrània recuperada és un lloc apte per a la reproducció de la comunitat d'amfibis quan hi ha altres basses naturals properes a ella. És esperable que al llarg dels següents cinc anys de la recuperació es trobi una comunitat similar a la bassa de Prats dels Rosers de la que es troba a la bassa de Rajoleria i l'estanyol de Cardonera.

A més, es plantegen dos objectius secundaris relacionats amb la reproducció i el període d'inundació de les tres basses analitzades:

- Veure com la comunitat d'amfibis varia al llarg de l'hidroperíode. S'espera observar que la comunitat d'amfibis variï segons el moment òptim de reproducció de cada espècie.
- Estudiar la capacitat de les espècies a adaptar-se a les variacions dels hidroperíodes. Es pensa que aquestes espècies estan ben adaptades a aquestes variacions, i que poden variar el seu cicle vital segons la duració de l'hidroperíode.

3. Metodologia

Àrea d'estudi

Les tres basses en les quals es fonamenta l'estudi i aquest treball es troben a la finca vitivinícola de Can Torres, situada entre els termes municipals de la Jonquera, Espolla i Rabós (Comarca de l'Alt Empordà, al nord-est de la Península Ibèrica i de Catalunya i a l'extrem oriental dels Pirineus) (Figura 4).

Les basses estudiades en aquest treball estan situades al vessant sud de la Serra de l'Albera (massís pirinenc més oriental amb 25 quilòmetres de llargada), dins el Paratge Natural d'Interès Nacional de l'Albera. Aquest paratge es compren entre els termes municipals de la Jonquera, Espolla i Rabós, i té una superfície de 4.207 hectàrees. Aquesta àrea mostra una clara diferència entre dos sectors (Ricart *et al*, 1997). El primer sector és l'occidental, de Requesens – Baussitges (terme de la Jonquera i Espolla), amb vegetació de caràcter centreeuropeu amb fagedes i roures. L'altre sector és el de Sant Quirze (terme de Rabós d'Empordà), amb vegetació de caràcter mediterrani formada de suredes i brolles.

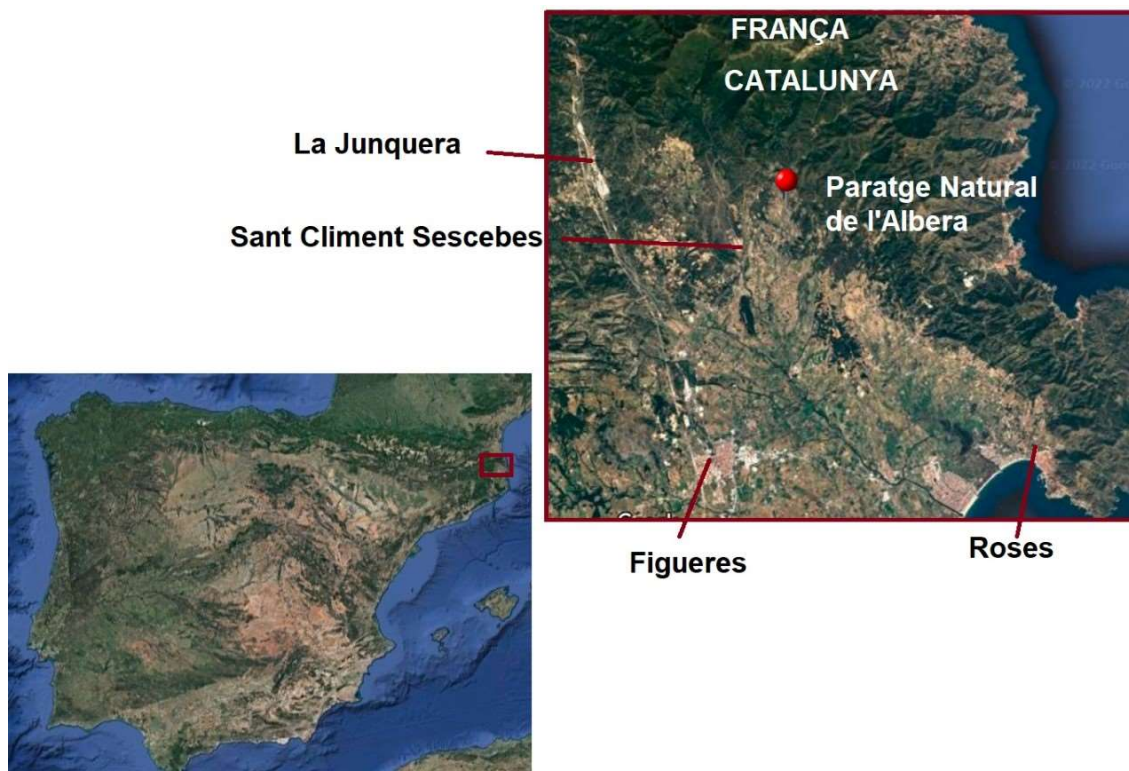


Figura 4. Situació geogràfica del Paratge Natural d'Interès Nacional de l'Albera (42°23'52" N–2°58'52" E). Autor: Modificat de Google Earth

A la Serra de l'Albera hi ha més d'una trentena de zones humides catalogades en diferents categories segons les seves característiques i el seu règim hidrològic. Les categories basades en el seu règim hidrològic són: estanys semipermanents, basses temporànies i prats humits. Els estanys semipermanents són aquells que es troben la majoria de l'any inundats. Les basses

temporànies són aquelles basses que presenten un marcat caràcter estacional, caracteritzat per la seva completa dessecació, si més no a l'estiu (Font i Vilar, 1998) i són més de la meitat de les basses identificades. Els prats humits són aquelles zones que es neguen únicament després de fortes pluges (Caellas, 2017). Així, en la majoria de zones humides, el seu règim hidrològic està influenciat per la climatologia típica mediterrània, amb estius calorosos i secs, i hiverns suaus i humits, amb una precipitació mitjana anual de 582 mm i una temperatura mitjana anual de 14,9°C (Servei Meteorològic de Catalunya, 2013).

Les basses on s'ha realitzat aquest treball són l'estanyol de la Cardonera, la bassa de Rajoleria i la bassa de Prats dels Roser, ubicades dins el terme municipal de Sant Climent Sescebes, concretament en el quadrat UTM 31T DG 99 (Caellas, 2017) al sector occidental de Requesens – Baussitges (Figura 5). Totes tres són considerades com a basses temporànies (Farrès *et al*, 2010). L'estanyol de la Cardonera i la bassa de Rajoleria són d'origen natural, a diferència de la bassa de Prats dels Rosers, que antigament es catalogava com a prats humits negats (Caellas, 2017), però que un procés de restauració ha fet possible considerar-la com a bassa temporània.

L'absència d'entrades d'aigua subterrània i el seu aïllament d'altres cossos d'aigua impliquen que les inundacions depenen enterament de les precipitacions i de la temperatura externa (Ruhí *et al.*, 2014; Compte *et al*, 2021). Per tant, la fase d'inundació coincideix amb les precipitacions de tardor i primavera, i la fase de sequera a l'estiu, tot i que pot haver-hi variacions anuals. Estudis anteriors (Sgarzi, 2021) han mostrat que aquestes tres basses temporànies, d'acord amb l'índex *QAELS*^e₂₀₁₀, tenen una bona qualitat de l'aigua i són oligotròfiques, és a dir, que tenen baixes concentracions de nutrients

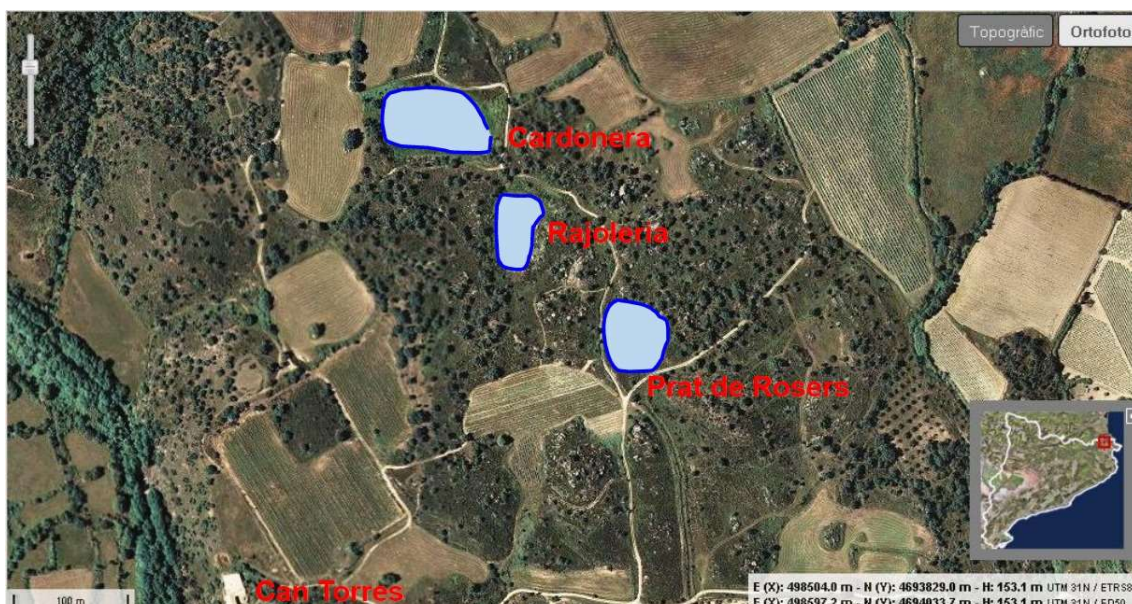


Figura 5. Mapa de l'àrea on s'ubiquen les basses temporànies de l'estudi: Estanyol de Cardonera, bassa de Rajoleria, bassa del Prat de Rosers. Autor: Modificació de la imatge extreta de Compte *et al.*, 2021.

Recol·lecció i processament de les mostres

Les tres basses temporànies d'aquest estudi es varen mostrejar mensualment a cada període d'inundació, des de l'any 2016 fins al 2020.

La metodologia emprada per al mostreig/recollida de larves d'amfibis va ser el mostreig directe de les zones d'aigua mitjançant la utilització d'un salabre de 20 centímetres de diàmetre i una mida de porus de 250 micròmetres, per a evitar que les larves poguessin escapar. Per a cada bassa es van realitzar transectes per unitat d'esforç pels diferents microhàbitats amb un total de 20 "salabratades". Un cop recollida la mostra es va fixar amb etanol i, posteriorment, al laboratori es va fer la separació, la identificació, el recompte i la mesura dels individus.

La identificació es va fer fins a espècie amb l'ús d'una lupa binocular i les guies d'identificació "Clau dicotòmica per a la identificació de larves d'amfibis a Catalunya" (Pujol *et al*, 2019) i la guia de camp "Amfibios y reptiles de la península Ibérica, Baleares y Canarias" (Barbadillo *et al*, 1999). Igualment, es van quantificar els individus, mesurar la llargada total, la llargada del cap i l'amplada amb paper mil·límetrat (amb funció de regla) i es van determinar l'estadi de desenvolupament d'anurs i urodels a través de les il·lustracions d'estadis de Gosner (Gosner, 1960).

Durant els mesos de mostreig també es va fer un seguiment limnològic (Compte *et al*, 2021) on es recollien les variables fisicoquímiques com la temperatura ($^{\circ}\text{C}$), el pH, la conductivitat ($\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$), els sòlids dissolts totals ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) i l'oxigen dissolt ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$). A través de l'índex *QAELS*₂₀₁₀ es va poder determinar l'estat ecològic de les basses i amb el disc de Secchi (cm) es va estimar la transparència de l'aigua. Posteriorment al laboratori es van analitzar mostres d'aigua de les basses per a determinar els nivells de fòsfor total ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$), fòsfats reactius solubles ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$), nitrogen total ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) i nitrats ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$). A més a més, es van recollir mostres d'aigua amb l'objectiu de fer un estudi dels organismes planctònics (zooplàncton i fitoplàncton) i mostres de macroinvertebrats, aquestes últimes conjuntament amb les de les larves d'amfibis (Sgarzi, 2021) (Annex, Taula 1).

Anàlisi de dades

Un cop realitzat els mostrejos a camp i la identificació, quantificació i mesura al laboratori, les dades obtingudes es van analitzar de dos formes diferents: es van calcular diferents paràmetres de la comunitat d'amfibis i es va analitzar la composició d'espècies i els seus estadis de desenvolupament al llarg de l'estudi.

Els paràmetres de la comunitat calculats van ser l'abundància d'individus, la riquesa d'espècies, la diversitat, utilitzant la fórmula de l'índex de Shannon-Weaver (Shannon y Weaver, 1949), i la biomassa calculada a través de les fórmules de Boix (2000) (Annex, Taula 2). Per veure si hi havia diferències en els paràmetres de la comunitat segons la bassa i/o l'hidroperíode, es va realitzar un test ANOVA d'un factor. Per a saber si es complia el supòsit de normalitat en la distribució de les dades es va utilitzar el test de Shapiro-Wilks i pel supòsit d'homogeneïtat de variàncies el test de Levene. Per tots aquells paràmetres que no seguien els supòsits es van transformar amb "log + 1". Un cop comprovats els dos supòsits, es van realitzar dos tipus d'ANOVA segons el factor: per una banda utilitzant la bassa com a variable independent

(utilitzant els hidroperíodes com a rèpliques) i per l'altra, l'hidroperíode (utilitzant les basses com a rèpliques). Les variables dependents per a totes les ANOVAs eren: l'abundància, la riquesa, la diversitat i la biomassa.

Pel que fa a la composició d'espècies i als estadis de desenvolupament, es va utilitzar l'escalat multidimensional no mètric (NMDS per les seves inicials en anglès, *Non-metric multidimensional scaling*) per a tal de poder veure un patró d'ordenació d'aquests i les mostres en un espai multidimensional. Per calcular-lo es van utilitzar les dades de biomassa. A més, es van crear amb les dades fisicoquímiques, biomassa de zooplàncton i de macroinvertebrats amb l'objectiu que ajudessin a explicar el possible patró d'ordenació. Per veure si aquestes variables estaven relacionades amb els diferents eixos de l'NMDS, es va comprovar si hi havia una correlació significativa de cada variable amb els eixos.

Per a tots els anàlisis es va utilitzar el programa R. En el cas de l'ANOVA va ser necessari el paquet Rcomnder i per a l'NMDS van ser imprescindibles els paquets ADE4, VEGAN, GCLUS i APE4.

4. Resultats

Règim hidrològic de les basses i les comunitats d'amfibis

Durant els 5 anys de seguiment realitzat a les basses, s'han identificat 4 hidroperíodes amb larves d'amfibis. Aquests períodes d'inundació tenen variacions segons l'any i la bassa. Com es pot veure a la Taula 2, la bassa de Rajoleria i la bassa de Cardonera en tots els hidroperíodes analitzats tenen més durada que la bassa restaurada de Prats dels Rosers. Aquests hidroperíodes poden anar des dels dos mesos (2018) fins als 8 (2019-2020). L'any 2018 només la bassa de Rajoleria es va inundar amb una duració de 5 mesos.

Taula 2. Resum de la durada dels hidroperíodes (H1, H2, H3, H4) per la bassa de Cardonera, Rajoleria i Prats dels Rosers. Autor: Elaboració pròpia

	H1		H2		H3		H4	
	Dates	Nº mesos	Dates	Nº mesos	Dates	Nº mesos	Dates	Nº mesos
Cardonera	01/2017 – 04/2017	4	12/2018 – 03/2019	4	-	0	11/2019 – 06/2020	8
Rajoleria	12/2016 – 05/2017	5	05/2018 – 06/2018	2	11/2018 – 03/2019	5	11/2019 – 06/2020	8
Prats dels Rosers	01/2017 – 04/2017	4	12/2018 – 01/2019	2	-	0	11/2019 – 04/2020	5

En total es van identificar 1006 larves d'amfibis entre les tres basses, amb un total de 6 espècies d'anurs i una d'urodel. Les espècies que es van trobar d'anurs van ser el gripau comú (*B. spinosus*), el gripau corredor (*E. calamita*), el gripau d'esperons (*P. cultripes*), el gripauet o la granoteta de punts (*P. punctatus*), la reineta meridional (*H. meridionalis*) i la granota verda (*P. perezi*). Pel que fa a la identificació d'urodels, només es va observar la presència del tritó verd o tritó marbrat (*T. marmoratus*). A la Taula 3 es veu com les basses Cardonera i Rajoleria són les que els amfibis usen més per a la reproducció amb la presència de 6 espècies, tot i que es diferencien per la presència de la *P. punctatus*, present a Cardonera però absent a Rajoleria, i la granota verda present a Rajoleria i, absent a Cardonera. La bassa de Prats dels Rosers ha estat utilitzada per 5 espècies diferents, amb l'absència de la granoteta de punts i la granota verda.

Taula 3. Taula d'absència o presència de les diferents espècies d'amfibis a l'estanyol de la Cardonera, a la bassa de Rajoleria i a la bassa de Prats dels Rosers, marcant la presència amb coloració gris. Autor: Elaboració pròpia.

	CARDONERA	RAJOLERIA	PRATS DELS ROSERS
<i>B. spinosus</i>			
<i>E. calamita</i>			
<i>H. meridionalis</i>			
<i>P. cultripes</i>			
<i>P. punctatus</i>			
<i>P. perezi</i>			
<i>T. marmoratus</i>			

Comparant les espècies per hidroperíode (Taula 4) s'observa que a l'hidroperíode 1 es van trobar totes les espècies, a l'hidroperíode 2 i 4 es van identificar quatre, i, per últim, a l'hidroperíode 3 només es va trobar el *E. calamita*.

Taula 4. Taula d'absència o presència de les diferents espècies d'amfibis a cada hidroperíode, marcant la presència amb coloració gris, H = Hidroperíode. Entre parèntesi la mitjana dels mesos que les basses estaven inundades, en el cas del hidroperíode 3 només una bassa es va inundar. Autor: Elaboració pròpia

	H1 (4,3)	H2 (3)	H3 (5)	H4 (7)
<i>B. spinosus</i>				
<i>E. calamita</i>				
<i>H. meridionalis</i>				
<i>E. calamita</i>				
<i>P. punctatus</i>				
<i>P. perezi</i>				
<i>T. marmoratus</i>				

Observant la presència d'individus a totes les basses per mesos (Taula 5), es pot veure que la primavera és el període de l'any on es s'han totes les espècies, essent el mes de març el que més amb un total de 6 diferents (*B. spinosus*, *E. calamita*, *P. cultripis*, *P. punctatus*, *H. meridionalis* i *T. marmoratus*) seguit pel mes de maig on s'han identificat 5 espècies (*B. spinosus*, *P. Cultripis*, *P. punctatus*, *H. meridionalis* i *P. perezi*). El mes de juny ja només s'identifiquen dues (*H. meridionalis* i *T. marmoratus*). Coincidint amb els hidroperíodes, l'hivern és l'altra estació on es detecten individus (*E. calamita* i *P. cultripis*) durant els mesos de novembre i desembre, tot i que al mes de gener no hi ha presència d'aquests.

Taula 5. Taula d'absència o presència de les diferents espècies d'amfibis durant els mesos de l'any, marcant la presència amb coloració gris. Autor: Elaboració pròpia

	N	D	G	F	MÇ	AB	MG	JY	JL	AG	S	O
<i>B. spinosus</i>												
<i>E. calamita</i>												
<i>H. meridionalis</i>												
<i>P. cultripis</i>												
<i>P. punctatus</i>												
<i>P. perezi</i>												
<i>T. marmoratus</i>												

Paràmetres de les comunitats d'amfibis

L'anàlisi estadístic ANOVA (Taula 6.a) es demostra que no hi ha diferències significatives en cap dels paràmetres de la comunitat pel factor bassa. Així i tot, l'observació dels gràfics de les basses (Figura 5.A, 5.B, 5.C i 5.D) indica clarament que a la bassa de Prats dels Rosers, tot i tenir una riquesa i diversitat inferior que l'estanyol de Cardonera i la bassa de Rajoleria, l'abundància i la biomassa són majors.

Pel que fa a l'anàlisi estadístic ANOVA pel factor hidroperíode (Taula 6.b) no s'observen diferències significatives en cap dels paràmetres, tot i que gràficament semblaria que hi pogués haver-n'hi. En referència a les gràfiques on es mostra el total de cada paràmetre per cada hidroperíode (Figura 5.E, 5.F, 5.G i 5.H), als hidroperíodes de duració més llarga (H1 i H4) els paràmetres són més elevats que als que tenen un període de temps d'inundació més curt (H2 i H3). Així i tot, en el cas de l'hidroperíode 3, s'ha de tenir en compte que només s'arriba a inundar la bassa de la Rajoleria.

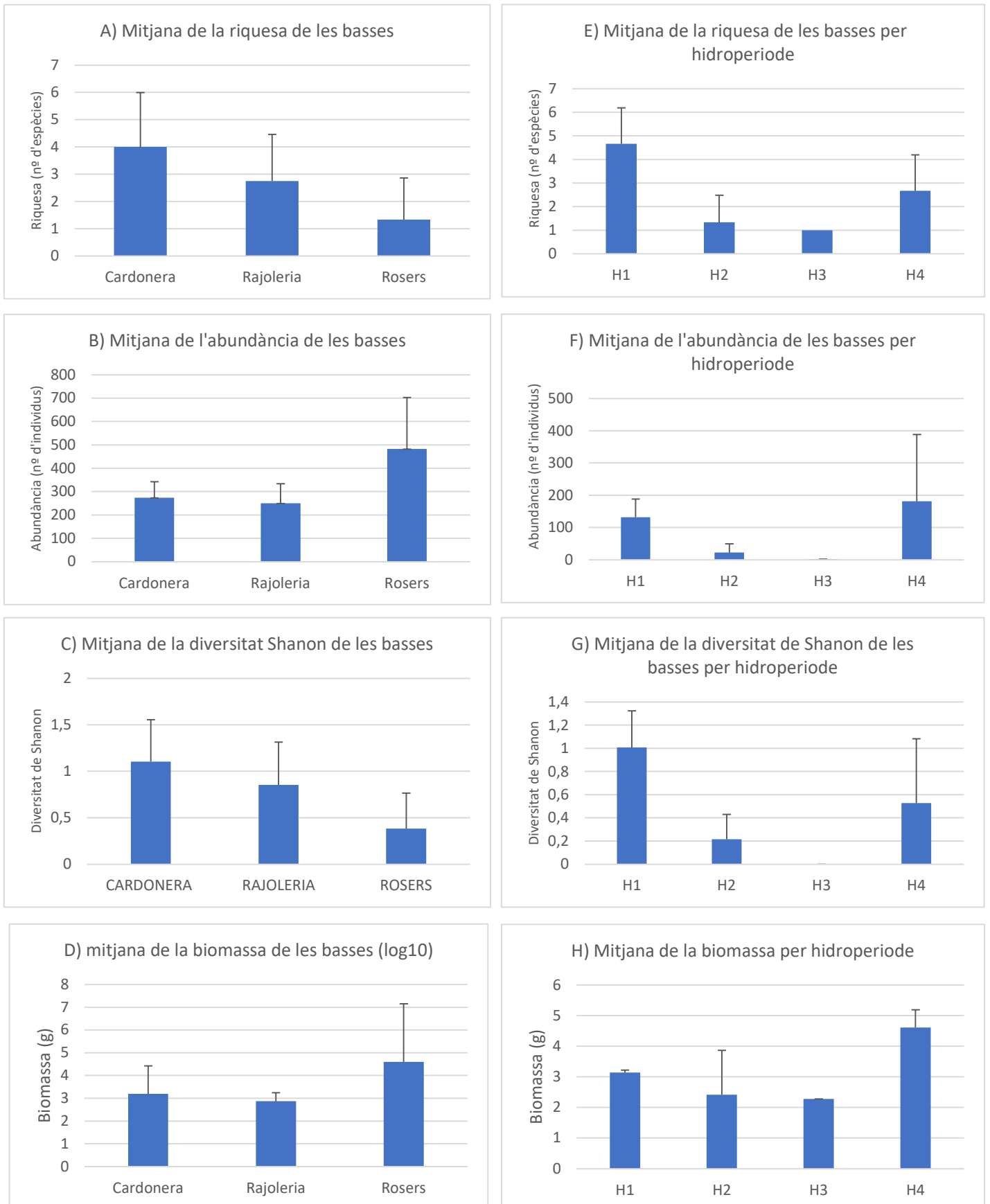


Figura 5. Gràfiques corresponents a la mitjana dels paràmetres estudiats de la comunitat d'amfibis (Riquesa, Abundància, Diversitat i Biomassa). Les gràfiques A, B, C i D corresponen al factor Bassa (Cardonera, Rajoleria i Prats dels Rosers). Les gràfiques E, F, G i H corresponen al factor hidroperíode (1, 2, 3 i 4)

Taula 6. Resultats de l'anàlisi estadístic ANOVA pels 15 paràmetres Abundància, Riquesa, Diversitat i Biomassa pel factor a) Bassa; i pel factor b) Hidroperíode. Autor: Elaboració pròpia

		F-valor	df	p-valor	
a)	BASSES	Abundància	0.169	2/7	0.848
		Riquesa	1.746	2/7	0.243
		Diversitat	2.151	2/7	0.187
		Biomassa	0.005	2/7	0.995

		F-valor	df	p-valor	
b)	HIDROPERIODES	Abundància	2.448	3/6	0.162
		Riquesa	3.35	3/6	0.0968
		Diversitat	2.027	3/5	0.229
		Biomassa	2.616	3/6	0.146

En relació a l'anàlisi del NMDS és possible identificar a través de la biomassa (Figura 6.a) que les espècies *E. calamita* i *P. punctatus* es troben relacionades en aigües on la qualitat és més bona, és a dir amb menys presència de nutrients a diferència de *H. meridionalis* i *B. spinosus*, que es troben quan hi ha augments de nitrogen i clorofil·la.

En respecte a l'ordenació dels estadis de desenvolupament amb les dades fisicoquímiques (Figura 6.b), es troba que hi ha certs estadis relacionats per valors amb el pH. També és possible visualitzar que els estadis menys desenvolupats es troben associats en aigües en millor qualitat, en canvi en aigües amb major quantitat de nutrients els individus més desenvolupats tenen més acceptació.

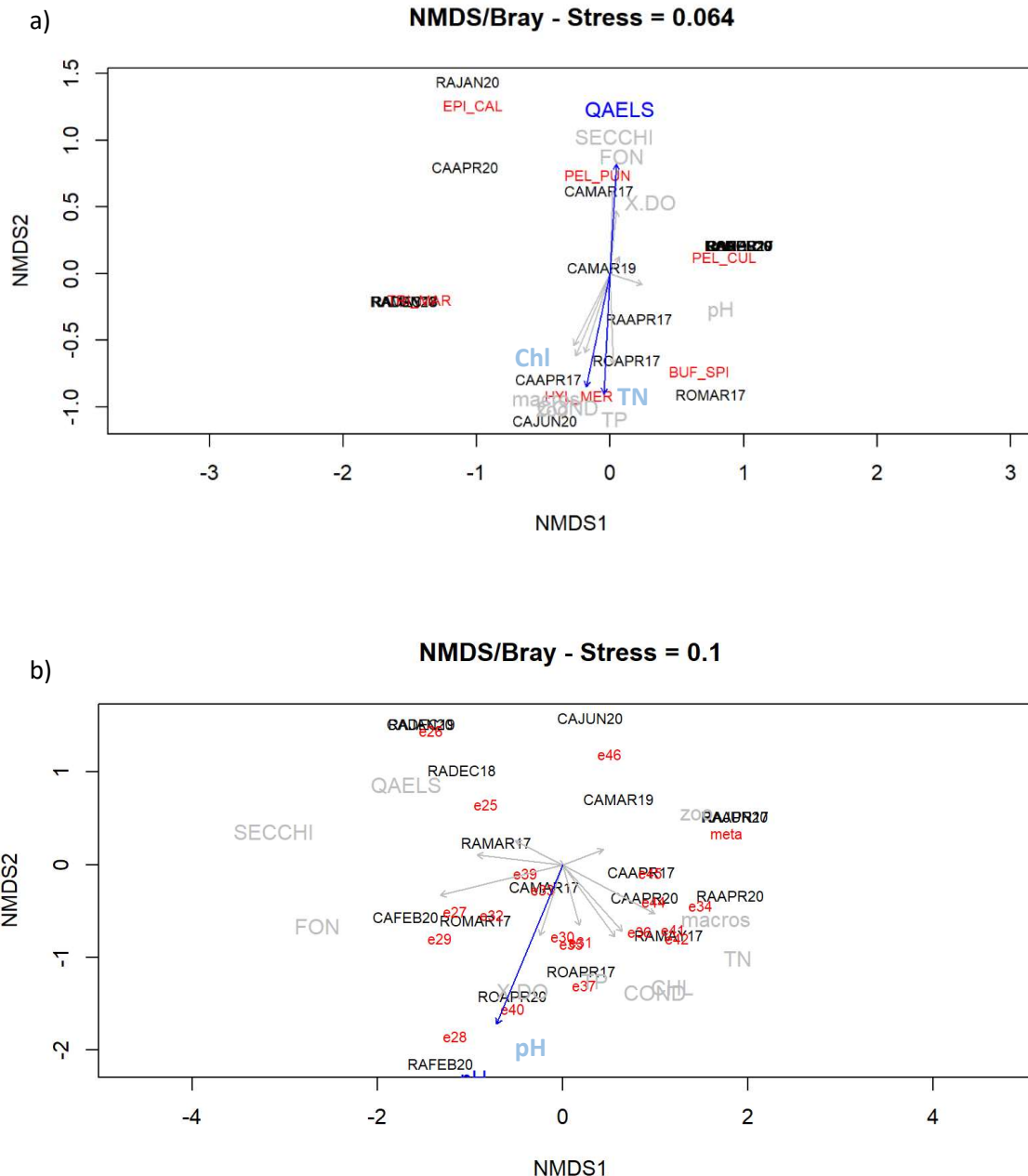


Figura 6. Gràfiques dels NMDS. a) NMDS per la biomassa de les larves amfibis i b) NMDS per l'abundància segons els estadis de desenvolupament. Les variables en gris són aquelles que no afecten a les espècies, les variables en blau són aquelles que afecten significativament a les espècies. Mostrejos: CAMAR17: Cardonera març 2017, CAAPR17: Cardonera abril 2017, CAMAR19: Cardonera abril 2017, CADEC19: Cardonera desembre 2019, CAFEB20: Cardonera febrer 2020, CAAPR20: Cardonera abril 2020, CAJUN20: Cardonera juny 2020, RAMAR17: Rajoleria març 2017, RAAPR17: Rajoleria abril 2017, RAMAY17: Rajoleria maig 2017, RADEC18: Rajoleria desembre 2018, RAJAN20: Rajoleria gener 2020, RAFEB20: Rajoleria febrer 2020, RAAPR20: Rajoleria abril 2020, RAJUN20: Rajoleria juny 2020, ROMAR17: Prats dels Rosers març 2017, ROAPR17: Prats dels Rosers abril 2017, ROAPR20: Prats dels Rosers abril 2020. Espècies: EPI_CAL: *E. calamita*, PEL_PUN: *P. punctatus*, PEL_CUL: *P. cultripes*, TRI_MAR: *T. marmoratus*, BUF_SPI: *B. Spinosus*, HYL_MER: *H. meridionalis*. Estadis de desenvolupament: e25, e26, e28... Paràmetres: zoo: biomassa mitjana de zooplàncton, macros: biomassa mitjana de macroinvertebrats, QAELS: índex QAELS₂₀₁₀, pH, COND: conductivitat, FON: fondària, SECCHI: disc de Secchi, %DO: concentració d'oxigen, TN: concentració de nitrogen, TP: concentració de fòsfor, CHL: clorofil·la. Autor: Elaboració Pròpia.

5. Discussió

En aquest estudi s'ha comprovat que durant els cinc anys posteriors a la recuperació de la Bassa Rosers, els amfibis han utilitzat les tres basses analitzades per reproduir-se. Durant la identificació de larves al laboratori es van identificar 7 espècies diferents: *P. perezi*, *T. marmoratus*, *P. cultripès*, *H. meridionalis*, *E. calamita*, *B. spinosus* i *P. punctatus*. Segons l'Atlas dels Amfibis i Rèptils de Catalunya i Andorra (Llorente *et al*, 1995), les espècies potencials que es poden trobar a les basses de la Gutina serien 9: *E. calamita*, *H. meridionalis*, *Discoglossus pictus*, *P. cultripès*, *B. spinosus*, *P. punctatus*, *P. perezi*, *T. marmoratus*, *T. helveticus* i *S. salamandra*. De totes aquestes, en l'estudi realitzat anteriorment en aquestes basses per en Caellas (2017) s'havien identificat 5 espècies diferents: *P. perezi*, *T. marmoratus*, *P. cultripès*, *H. meridionalis* i *E. calamita*. Així doncs, a les basses de la Gutina actualment s'hi troben més de dues terceres parts del total d'espècies potencials i dues espècies més de les que va identificar en Caellas (2017). Aquest fet indicaria que les basses de la Gutina són un bon lloc per a la reproducció d'amfibis.

L'absència de larves de *S. Salamandra* podria donar-se perquè és una espècie que també pot reproduir-se en l'hàbitat terrestre i les larves fan la metamorfosi a l'interior de la femella, donant com a resultat un individu juvenil que pot viure directament en medi terrestre (AHE, 2019). En el cas de la metamorfosi en medi aquàtic, aquests anfibis tenen una preferència d'aigua lleugerament àcides, mentre que els resultats que es van obtenir per Compte *et al* (2021) indiquen que les basses de la Gutina són d'aigües amb pH neutre. D'altra banda, *T. Helveticus* és l'altra espècie que no s'ha trobat. Una possible explicació de la seva absència podria ser que té preferència a masses d'aigua de gran volum amb abundant vegetació (Galan i Fernández, 1993).

Com passa amb altres estudis (ex. Associació Hàbitats, 2019), a les basses de la Gutina totes les espècies d'amfibis es reproduïxen a la primavera (entre març i juny), coincidint amb els períodes de pluja primaveral. Entorn a les espècies que es troben en estat larvari durant els mesos d'hivern, s'han identificat dues: *P. cultripès* i *E. calamita*. Pel que fa a *P. cultripès*, segons l'Associació Hàbitat (2019), és comú que es trobi en estat larvari durant aquests mesos, però en canvi *E. calamita* és més comú en els mesos més calorosos, del març al juny. Tot i així, aquesta espècie s'ha observat que pot arribar a fer dues postes, depenent dels cicles dels hidroperíodes (Montori *et al*, 1985). Aquest fet podria explicar que en aquesta zona hagi adaptat el cicle a la posta d'hivern i a la de primavera.

No s'han trobat diferències significatives en els paràmetres de la comunitat (riquesa, diversitat, abundància i biomassa) entre els diferents hidroperíodes analitzats. Per tant sembla ser que la llargada de l'hidroperíode no determina la comunitat d'amfibis. És a dir, un hidroperíode llarg no garanteix més espècies i més diversitat. Aquest fet es demostraria amb el cas de l'Hidroperíode 4, on el període de inundació és més llarg i es van trobar menys espècies de mitjana en comparació al Hidroperíode 1, on van ser identificades totes les espècies.

A més a més, observant els estadis de desenvolupament a través de l'NMDS no es veu cap patró d'estadis més desenvolupats abans en hidroperíodes més curts, sinó que majoritàriament el mateix estadi es troba a la mateixa època (març-juny). Així i tot, sembla que els estadis més desenvolupats es veuen determinats pel pH, on els pH alts coincideix amb estadis intermedis que seria entre febrer i abril en els diferents hidroperíodes. Aquests resultats contradirien el que van trobar

Duellman i Trueb (1988) sobre que els amfibis tenen una gran capacitat de regulació del cicle reproductor en funció de la climatologia i els hidroperíodes.

En relació a les basses tampoc s'aprecien diferències significatives dels paràmetres estudiats de la comunitat de larves d'amfibis. Segons estudis (Marsh i Trenham, 2001), basant-se en la capacitat d'adaptació, la distància que inclou els hàbitats terrestres que utilitzen els amfibis al voltant de les basses és d'un quilòmetre. Per tant, com la distància entre les basses és inferior (110 metres), entra dins el perímetre de mobilitat d'aquest i facilita recolonització de les basses. A més, el fet de que hi hagi diferents punts d'aigua i que les basses siguin tan properes, si hi ha molta competència en una bassa els individus adults es podrien desplaçar d'una a l'altra bassa. Així, sembla que la bassa de Prats dels Rosers ha servit des del primer moment com a punt de reproducció d'amfibis i que la seva restauració ha ofert un nou hàbitat per a reproduir-se i poder reforçar les poblacions d'amfibis existents a la zona.

Tot i que els paràmetres de la comunitat no són significatius, sí que hi ha diferències en la composició d'espècies d'amfibis a les diferents basses depenent de les condicions d'aquesta en un determinat moment. En l'NMDS basat amb la biomassa s'observa que hi ha dues espècies, *E. calamita* i *P. punctatus*, que apareixen en bona qualitat de l'aigua, mentre que *H. meridionalis* i *B. spinosus* apareixen en moments amb qualitats d'aigua més baixes, és a dir, amb més nutrients.

En el cas de *E. calamita*, segons estudis com Míaud *et al*, 2011, si que es poden desenvolupar en masses d'aigua amb elevades concentracions de nitrats, tot i que aquest fet pot provocar una reducció de l'activitat larvària. Això justificaria que pugui haver-hi una preferència a millors qualitats de l'aigua i així disminuir la mortalitat de les larves. En el cas de *P. punctatus*, aquesta es tracta d'una espècie pionera que pot utilitzar punts d'aigua amb característiques molt diferents per a reproduir-se (AHE, 2019). Però els resultats obtinguts en aquest treball indicarien una preferència a una bona qualitat de l'aigua, explicant això que no s'hagués trobat a la bassa de Prats dels Rosers, ja que la qualitat de l'aigua és inferior a les altres dues. *H. meridionalis* és una espècie que es caracteritza per que és molt generalista i pot reproduir-se a diferents indrets, amb preferència de basses temporals, però variant molt de dimensions, hidroperíodes i qualitats de l'aigua (Díaz-Paniagua, 1990; AHE, 2019). En canvi per *B. spinosus*, un estudi realitzat per García-Muñoz *et al* (2011) es contradiu amb el resultat obtingut en l'NMDS sobre la presència de nitrogen, ja que explica que són espècies molt sensibles a altes concentracions de nitrat i que aquestes redueixen les taxes de supervivència.

D'altra banda s'observa que *P. punctatus* i *P. perezii* només apareixen al primer hidroperíode i en dues basses diferents, Cardonera i Rajoleria. Tot i que es tracten d'espècies pioneres, les dues tenen un període reproductiu més primaverenc (Associació Hàbitats, 2019) i en el cas d'aquest hidroperíode les dues basses es van assecar just en el moment larvari sense saber si van arribar a poder realitzar tot el procés metamòrfic. És aquest motiu el que podria explicar el fet que aquestes dues espècies han decidit utilitzar altres zones humides properes per a la reproducció. A més a més, *P. punctatus* generalment es desplaça cap a altres recursos tròfics quan comparteix l'hàbitat amb altres espècies que presenten un larva més gran que la seva i comparteixen el mateix nínxol ecològic (Richter-Boix, Llorente, i Montori, 2007). El fet que *P. perezii* només es trobi a la bassa Rajoleria i *P. punctatus* a Cardonera podria ser degut a la composició d'espècies que hi havia a les altres basses en aquell moment o la competitivitat que poden causar sobre la supervivència de les larves.

Pel que fa a la bassa de Prats dels Rosers no presenta totes les espècies que tenen Cardonera i Rajoleria. Aquesta absència d'espècies d'amfibis es pot deure a que encara està en procés de naturalització i per tant, avui en dia no es troba encara en les mateixes condicions que les altres dues basses naturals. També els hidroperíodes són més curts a causa de que és més somera, així doncs potser que espècies amb el cicle larvari més llarg o que el cicle reproductiu s'iniciï més tard no tinguin temps a reproduir-se. Tot i així, es pot considerar un bon punt de reproducció per a les espècies d'amfibis ja que s'han trobat cinc de les set espècies d'amfibis de la zona. A més, la presència de larves d'amfibis ens basses temporànies se sol associar en xarxes tròfiques sòlides (Camacho *et al*, 2009), cos que indicaria que bassa dels Rosers en tan sols 5 anys ja disposa d'una comunitat aquàtica ben estructurada i, possiblement, similar a la de les altres basses.

6. Conclusions

En aquest Treball de Fi de Grau s'ha comprovat que les basses de la Gutina són bon punts d'aigua per a la reproducció dels amfibis ja que s'hi troben 7 de les 9 espècies possibles.

En referència a la bassa de Prats dels Rosers, la restauració realitzada al 2015 ha aconseguit convertir-la en un espai apte per a la comunitat d'amfibis indicant un bon procés de naturalització d'aquesta.

Hi ha dues espècies que no es troben a la bassa de Prats dels Rosers, *E. calamita* i *P. Puntatus*. Aquestes dues espècies són presents en els moments de l'hydroperiode que la qualitat d'aigua és més bona a la bassa de Caronera i Rajoleria, coincidint en que Prats dels Rosers té una qualitat d'aigua més baixa, és a dir amb més nutrients.

Hi ha espècies que les seves larves es troben en moments on les concentracions de nutrients al medi és alta, *H. meridionalis* i *B. spinosus*. En referència a *H. meridionalis* no és un fet estrany ja que aquestes són espècies que s'adapten a molts tipus d'aigua, però *B. spinosus* quan es troba en aquesta situació redueix la seva taxa de supervivència.

En relació al moment de reproducció de les espècies, aquestes tenen el seu moment idoni a la primavera, durant els mesos entre març i juny. Hi ha dues espècies que estan adaptades també a reproduir-se a l'hivern, just quan s'inunden les basses, i depenent de la llargada dels hydroperíodes poden fer dues postes diferents, una a l'hivern i una a l'estiu.

Independentment de la durada de l'hydroperíodes sembla que les comunitats d'amfibis sempre tenen els estadis més desenvolupats a mitjans-finals de primavera, coincidint amb el final dels hydroperíodes. En general totes les espècies segueixen aquest cicle reproductiu, en excepció a *E. calamita* que sembla ser que s'ha adaptat a reproduir-se a inicis de l'hydroperiode a l'hivern en comptes de primavera.

En resum, aquest Treball de Fi de Grau ha pogut comprovar la importància de les basses temporals com a punts de reproducció dels amfibis, a la vegada que aquests tenen una gran adaptabilitat a la hora de colonització de basses. També s'ha pogut fer el seguiment de la restauració de la bassa de Prats dels Rosers, demostrant que està en bon camí i cada cop amb condicions més similars que les altres dues basses analitzades a la finca de la Gutina.

Limitacions i millores a realitzar en projectes futurs

Aquest estudi per a poder aprofundir més haurien d'analitzar-se les dades dels hidroperíodes per separat de cada bassa. Fer un estudi de metacomunitats d'amfibis de la zona incloent altres basses naturals (com l'estany d'en Figa i la bassa de mas Faig) i l'estany d'en negre, que és una bassa restaurada.

Fer seguiment d'individus adults podria aportar informació complementària sobre la reproducció d'aquestes espècies (nombre de mascles i femelles, número de postes..). Com també seria interessant veure que aquestes comunitats d'amfibis es conserven a llarg termini (10 anys després de la restauració de la bassa Prats dels Rosers).

Un altre aspecte interessant seria fer un estudi on poder veure el comportament de *E. calamita* en moments d'altres concentracions de nitrogen i l'estat màxim de desenvolupament al que arriba i si aquestes condicions afecten a la supervivència o provoca un augment del període larvari.

7. Bibliografia

- Associació Hàbitats (2019). *Fitxes d'identificació d'espècies d'amfibis*.
- Asociación Herpetologica Española (AHE) (2019). *Manual para el diseño de charcas para anfibios españoles*.
- Beja, P., i Alcazar, R. (2003). *Conservation of Mediterranean temporary ponds under agricultural intensification: an evaluation using amphibians*. *Biological Conservation*, 114(3), 317-326.
- Bilton, D. T., McAbendroth, L. C., Nicolet, P., Bedford, A., Rundle, S. D., Foggo, A., i Ramsay, P. M. (2009). *Ecology and conservation status of temporary and fluctuating ponds in two areas of southern England*. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 19(2), 134-146.
- Boix, D., Sala, J., i Moreno-Amich, R. (2001). *The faunal composition of Espolla pond (NE Iberian peninsula): the neglected biodiversity of temporary waters*. *Wetlands*, 21(4), 577-592.
- Boix, D., Sala, J., Gascón, S., Compte, J., i Quintana, X. (2015). *Les comunitats d'animals de les basses, estanys, llacunes i aiguamolls mediterranis*. *Atzavara*, L', 25, 5-18.
- Boix, D. (2000). *Estructura y dinámica de la comunidad animal acuática de la laguna temporal" estanyol d'espolla* (Doctoral dissertation, Universitat de Girona). 466p
- Brugués, M., Cros, R., Garcia, J., i Sérgio, C. (1998). *Els Briòfits de les basses de l'Albera, Alt Empordà*. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 73-80.
- Caellas, M. (2017). *Seguiment ecològic de la restauració de dues basses temporànies a l'Albera (Alt Empordà) a través de les comunitats d'amfibis*. (Treball de Fi de Grau). Universitat de Vic.
- Camacho, A., Borja, C., Valero-Garcés, B., Sahuquillo, M., Cirujano, S., Soria, J. M. i Gosálvez, R. U. (2009). *Lagunas y charcas temporales mediterráneas*.
- Cecil, SG i JJ, Just. (1979). *Survival rate, population density and development of a naturally occurring anuran larvae (Rana catesbeiana)*. *Copeia* 1979:447-453.
- Compte, J., Montenegro, M., Ruhí, A., Gascón, S., Sala, J., i Boix, D. (2016). *Microhabitat selection and diel patterns of zooplankton in a Mediterranean temporary pond*. *Hydrobiologia*, 766(1), 201-213.
- Compte, J., Sgarzi, S., Benejam, L., Brucet, S. (2021). *Informe final del seguiment limnològic de les basses de la Gutina*. (Informe tècnic) 20p.

- Cortez Fernández, Claudia. (2009). *Anfibios del Valle de Zongo (La Paz, Bolivia): II. Riqueza, abundancia y composición*. *Ecología en Bolivia*, 44(2), 121-130.
- Crump, M.L. (1974) *Reproductive strategies in a tropical anuran community*. University of Kansas Museum of Natural History Miscellaneous Publications, 61, 1–68.
- Díaz-Paniagua, C. (1990). *Temporary ponds as breeding sites of amphibian community in SW Spain*. *Herpetological Journal*, 1:447-453.
- Ecosistemes dels Països Catalans, Atlas. (2013). *Enciclopèdia Catalana*: 262-263
- Escoriza, D. (2017). *Sapillo moteado septentrional – Pelodytes punctatus*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Sanz, J. J., Martínez-Solano, I. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.
- Font, J. i Vilar, L. (1998), *Valoració florística de les basses de la serra de l'albera (Alt Empordà)*. *Acta Bot. Barc.*
- Galán, P. I Fernández, G. (1993). *Anfibios e réptiles de Galicia*. Edicions Xerais de Galicia. Vigo. 501p
- García-Muñoz, E., Guerrero, F., Bicho, R. i Parra, G. (2011). *Effects of ammonium nitrate on larval survival and growth of four Iberian amphibians*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 87 (1): 16-20.
- Gascon, C. (1992) *Aquatic predators and tadpole preys in central amazonia: field data and experimental manipulations*. *Ecology* 73:971- 980.
- Gomez-Mestre, I., Touchon, J. C., i Warkentin, K. M. (2006). *Amphibian embryo and parental defenses and a larval predator reduce egg mortality from water mold*. *Ecology*, 87(10), 2570-2581.
- Gunzburger, M. S., i Travis, J. (2005). *Critical literature review of the evidence for unpalatability of amphibian eggs and larvae*. *Journal of Herpetology*, 39(4), 547-571.
- Kaplan, R.H. (1980) *The implications of ovum size variability for offspring fitness and clutch size within several populations of salamanders (Ambystoma)*. *Evolution*, 34, 51–64.
- Kats, L. B., Petranksa, J. W., i Sih, A. (1988). *Antipredator defenses and the persistence of amphibian larvae with fishes*. *Ecology*, 69(6), 1865-1870.
- Llorente, G. A., Montori, A., Santos, X., i Carretero, M. A. (1995). *Atlas de distribució dels amfibis i rèptils de Catalunya i Andorra*. El Brau Edicions, Figueres. 190
- Marsh, D. M., i Trenham, P. C. (2001). *Metapopulation dynamics and amphibian conservation*. *Conservation biology*, 15(1), 40-49.

- Miaud, C., Avrillier, J. N. i Sanuy, D. (2000). *Terrestrial movements of the natterjack toad Bufo calamita (Amphibia, Anura) in a semi-arid, agricultural landscape*. Amphibia-Reptilia, 21(3), 357-369.
- Miaud, C., Oromi, N. i Sanuy, D. (2000). *Intra-specific variation in nitrate tolerance in tadpoles of the Natterjack toad*. Ecotoxicology, 20 (6): 1176-1183
- Masafret, D. B., Sala, J., Gascón, S., Brucet, S., i Quintana, X. (2004). *La importància ecològica de les basses i llacunes temporàries*. Quaderns de la Selva, 19-19.
- Molina, JA. (2014) *¿Por qué conservar los ecosistemas acuáticos continentales?*. 8pp
- Montori, A., Bea, A. i Pascual, X. (1985) *Característiques generals de l'herpetofauna dels aiguamolls de l'Empordà*. Butlletí Societat Catalana Ictio. Herpetologia, 10, 39-43
- Montori, A. (2009). *Declivi de les poblacions d'amfibis al Delta del Llobregat*. Materials del Baix Llobregat, 65-70.
- Montori, A., Sancho, V., Santos, X., Mayol, J., Lacomba, J. I., Llorente, G. A., i Franch, M. (2010). *Consideracions generals sobre la fauna d'amfibis. A: Història natural dels Països Catalans*. Suplement fauna i flora. Barcelona: Enciclopèdia Catalana, 313-326.
- Penrod, A. (s.f) *Life cycle of a salamander*. Pinterest
- Pérez-Bilbao, A., Benetti, C. J., i Garrido, J. (2015). *Biodiversity and conservation of temporary ponds—Assessment of the conservation status of “Veiga de Ponteliñares”, NW Spain (Natura 2000 Network), using freshwater invertebrates*. Biodiversity in Ecosystems: Linking Structure and Function. InTech, Croatia, 241-269.
- Pla, L. (2006). *Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon i la riquesa*. (8a ed., Vol. 31). INCI.
- Portheault, A., Diaz-Paniagua, C., i Gomez-Rodriguez, C. (2007). *Predation on amphibian eggs and larvae in temporary ponds: The case of Bufo calamita in Southwestern Spain*. Revue d'Ecologie, Terre et Vie, 62(4), 315-322.
- Pujol, E., García, A., Pérez, I., Carbonell, G., Filella, E., Giner, G., i Loras, F. (2020). *Clau dicotòmica per a la identificació de larves d'amfibis a catalunya*. Herpetologia Catalana: 1-8.
- Resetarits Jr, W. J., i Wilbur, H. M. (1991). *Calling site choice by Hyla chrysoscelis: effect of predators, competitors, and oviposition sites*. Ecology, 72(3), 778-786.
- Rhazi, L., Rhazi, M., Grillas, P., i Khyari, D. E. (2006). *Richness and structure of plant communities in temporary pools from western Morocco: influence of human activities*. Hydrobiologia, 570(1), 197-203.

- Richter-Boix, A., Llorente, G. A., i Montori, A. (2007). *Structure and dynamics of an amphibian metacommunity in two regions*. *Journal of Animal Ecology*, 76(3), 607-618.
- Ruhí, A., San Sebastian, O., Feo, C., Franch, M., Gascon, S., Richter-Boix, A. i Llorente, G. (2012). *Man-made Mediterranean temporary ponds as a tool for amphibian conservation*. In *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology* (Vol. 48, No. 1, pp. 81-93). EDP Sciences.
- Rodríguez, JM. (2022) *El ciclo vital de una rana*. EducaPlay.
- Sa, R. (2005). *Crisis global de biodiversidad: importància de la diversidad genètica i la extincion de amfibios* (2a ed., Vol 4). Agrocienca: 513 – 522
- Sánchez, O. (2007). *Ecosistemas acuáticos: diversidad, procesos, problemática y conservación*. *Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México*: 11 - 69
- Sgarzi, S. (2021) *Environmental and biotic factors influencing the size structure of the aquatic communities in Mediterranean ponds*. (Tesi doctoral no publicada). Universitat de Vic, Catalunya.
- Shannon CE i Weaver W. (1949) *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press. Urbana, IL, EEUU. 144 pp.
- Smith, DC. (1983) *Factors controlling tadpole populations of the chorus frog (Pseudacris triseriata) on Isle Royale, Michigan*. *Ecology* 64:501-510.
- Touchon, J. C., i Worley, J. L. (2015). *Oviposition site choice under conflicting risks demonstrates that aquatic predators drive terrestrial egg-laying*. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1808), 20150376.
- Tristancho, Y. (2017). *Un projecte de la UVic-UCC i IAEDEN – Salvem l'Empordà recupera dos estanys a l'Alt Empordà*. Universitat de Vic.
- Vázquez, L. A., Rendón, M. Á., Díaz-Paniagua, C., i Mestre, I. G. (2017). *Variaciones entre especies de anfibios en sus respuestas morfológicas a la presencia de depredadores nativos e introducidos*. *Ecosistemas*, 26(3), 32-38.
- Walters, B. (1975) *Studies of interspecific predation within an amphibian community*. *J. Herpetol.* 9:267-279.
- Wellborn, GA., Skelly, DK., Werner, EE. (1996) *Mechanisms creating community structure across a freshwater habitat gradient*. *Annu Rev Ecol Syst* 27: 337-363
- Wells, K. (2007) *The exology and behavior of amphibians*. The University of Chicago Press, Chicago, USA, 1148 pp. Wricht, S. i Muller-Landau, H. (2006) *The futue of tropical forest species*. *Biotropica* 38: 287-301

Woodward, BD. (1983) *Predator-prey interactions and breeding-pond use of temporary-pond species in a desert anuran community*. Ecology 64:1549-1555.

Annex

Taula 1. Dades Físicoquímiques, zooplàncton, macroinvertebrats i índex QAELS₂₀₁₀, de les basses de Cardonera, Rajoleria i Prats dels Rosers dels mostrejos mensuals de cada període. Mostrejos: CAMAR17: Cardonera març 2017, CAAPR17: Cardonera abril 2017, CAMAR19: Cardonera abril 2017, CADEC19: Cardonera desembre 2019, CAFEB20: Cardonera febrer 2020, CAAPR20: Cardonera abril 2020, CAJUN20: Cardonera juny 2020, RAMAR17: Rajoleria març 2017, RAAAPR17: Rajoleria abril 2017, RAMAY17: Rajoleria maig 2017, RADEC18: Rajoleria desembre 2018, RAJAN20: Rajoleria gener 2020, RAJAN20: Rajoleria febrer 2020, RAAAPR20: Rajoleria abril 2020, RAJUN20: Rajoleria juny 2020, ROMAR17: Prats dels Rosers març 2017, ROAPR17: Prats dels Rosers abril 2017, ROAPR20: Prats dels Rosers abril 2020. Paràmetres: zoo: biomassa mitjana de zooplàncton, macros: biomassa mitjana de macroinvertebrats, QAELS: índex QAELS₂₀₁₀, pH, COND: conductivitat, FON: fondària, SECCI: disc de Secchi, %DO: concentració d'oxigen, TN: concentració de nitrogen, TP: concentració de fòsfor, CHL: clorofil·la. Autor: Sgarzi (2021)

MOSTRA	ZOO	MACROS	QAELS ^e ₂₀₁₀	FÍSICOQUÍMIQUES									
				pH	COND	FON	SECCI	%DO	TN	TP	CHL		
CAMAR17	497,21	30,31	0,78	7,90	158,40	69,00	50,00	80,60	124,13	4,66	3,81		
CAAPR17	165,14	233,28	0,67	6,93	221,60	65,00	16,00	25,20	225,30	14,06	60,89		
CAMAR19	129,72	1263,71	0,93	6,27	92,00	27,00	43,80	98,30	140,47	2,28	4,45		
CADEC19	514,60	23,37	0,90	6,40	118,00	45,00	45,00	33,20	127,98	4,66	10,25		
CAFEB20	71,72	28,33	0,96	7,11	207,00	110,00	78,00	33,50	90,50	3,29	5,74		
CAAPR20	132,89	22,44	0,97	7,02	134,00	48,50	48,50	79,50	106,75	5,99	5,12		
CAJUN20	914,95	25,85	0,86	6,23	160,00	64,00	64,00	33,90	103,14	1,91	6,13		
RAMAR17	13,00	166,24	0,73	7,60	144,45	105,00	56,00	68,90	118,83	5,30	5,46		
RAAPR17	771,20	128,60	0,72	6,49	204,60	53,00	53,00	33,80	142,13	3,15	13,83		
RAMAY17	396,23	1151,97	0,68	7,76	387,60	50,00	20,00	23,10	189,94	5,95	46,87		
RADEC18	1123,71	939,30	0,82	7,53	108,00	55,40	62,00	20,30	118,47	2,62	6,76		
RAJAN20	142,04	182,48	1,00	6,83	121,00	119,00	85,00	58,20	62,78	1,27	5,63		
RAFEB20	362,77	16,64	0,93	7,86	105,00	114,00	114,00	62,00	91,15	1,40	5,09		
RAAPR20	111,39	17,44	0,90	6,84	117,00	46,00	46,00	11,80	141,79	2,72	11,11		
RAJUN20	1003,03	8,23	0,98	6,45	130,00	78,00	78,00	75,40	122,47	1,72	14,14		
ROMAR17	35,41	1193,14	0,68	8,20	222,20	56,00	20,00	98,60	204,05	11,90	41,96		
ROAPR17	2314,73	556,06	0,78	8,20	222,20	56,00	20,00	98,60	204,05	11,90	41,96		
ROAPR20	23,42	12,22	0,98	7,01	134,00	53,00	53,00	80,30	75,53	1,52	5,04		

Taula 2. Fòrmules pel càlcul de biomassa de les espècies *B. spinosus*, *E. calamita*, *P. punctatus*, *P. cultripes*, *P. perezi*, *H. meridionalis* i *T. Marmoratus* en estat larvari. Autor: Boix (2000)

GENERE	ESTADI	FÒRMULA (BIOM)	Unitats	REF	TAX_REF
BUFO	Larva	$0.00151 * Lmm^{2.9505}$	(mg)	Boix 2000	<i>B. spinosus</i>
EPIDALEA	Larva	$0.00151 * Lmm^{2.9505}$	(mg)	Boix 2000	<i>E. calamita</i>
PELODYTES	Larva	$0.73 * (Lmm^{3.175})$	(µg)	Boix 2000	<i>P. punctatus</i>
PELOBATES	Larva	$0.0008 * (Lmm^{3.0930})$	(mg)	Boix 2000	<i>P. cultripes</i>
PELOPHYLAX	Larva	$0.54 * (Lmm^{3.2084})$	(µg)	Boix 2000	<i>P. perezi</i>
HYLA	Larva	$0.00452 * Lmm^{2.648}$	(mg)	Boix 2000	<i>H. meridionalis</i>
TRITURUS	Larva	$(0.00123 * Lmm^{3.3653}) * 0.27$	(mg)	Boix 2000	<i>T. marmoratus</i>