



UNIVERSITATEA OVIDIUS DIN CONSTANȚA, ROMANIA

ȘCOALA DOCTORALĂ DE ȘTIINȚE APLICATE

DOMENIUL BIOLOGIE



UNIVERSITATEA DIN LIÈGE, BELGIA

LABORATORUL DE ETOLOGIE A PEȘTILOR ȘI
AMFIBIENILOR, FOCUS, FACULTATEA DE ȘTIINȚE

ADAPTĂRI COMPORTAMENTALE ȘI ALE CICLULUI DE VIAȚĂ LA MEDII XERICE ALE BROAȘTELOR FOSORIALE

Diana Székely

Rezumatul tezei de doctorat

Conducători de doctorat (teză în cotutelă):

Prof. univ. dr. Dan Cogălniceanu,

Universitatea Ovidius din Constanța

Școala Doctorală de Științe Aplicate

Prof. univ. dr. Mathieu Denoël,

Universitatea din Liège

Director de Cercetare F.R.S. - FNRS

Constanța, 2018

CUPRINSUL INTEGRAL AL TEZEI

MULȚUMIRI	iii
ABSTRACT	v
REZUMAT	vii
RÉSUMÉ	ix
INTRODUCERE	1
i. Mediile xerice.....	1
ii. Pădurile tropicale sezonier uscate	7
iii. Viața în medii xerice	11
iv. Scopul studiului.....	24
PREZENTAREA GENERALĂ A ZONEI DE STUDIU ȘI A SPECIEI FOCALĂ	28
v. Zona de studiu	28
vi. Specia studiată.....	32
CAPITOLUL I PLATICITATE ÎN STADIUL LARVAR	37
I.1 Efectul densității mormolocilor asupra comportamentului, supraviețuirii și performanțelor în stadiul post-metamorfic	38
I.2 Plasticitatea fenotipică a metamorfozei ca răspuns la pericolul de secare a habitatelor de reproducere.....	55
CAPITOLUL II STADIUL JUVENIL ȘI ATINGEREA MATURITĂȚII SEXUALE	67
II.1 Partiționarea nișei temporale între adulți și juvenili ca rezultat al interacțiunii dintre cele două stadii de viață	68

II.2 Consecințele unui mediu acvatic nefavorabil - metamorfoza la dimensiuni reduse afectează supraviețuirea și creșterea în mediul terestru.....	78
II.3 Demografia și tiparele de creștere ale populației studiate	91
CAPITOLUL III ADAPTĂRI COMPORTAMENTALE LA MEDIILE XERICE ÎN STADIUL TERESTRU.....	103
III.1 Efectul hidratării substratului asupra adâncimii de îngropare.....	104
III.2 Activitatea amfibienilor fosoriali în mediile xerice – dependența de precipitații și mobilitatea redusă.....	110
III.3 Dieta broaștelor săpătoare	128
CAPITOLUL IV STRATEGII REPRODUCTIVE.....	140
IV.1 Lipsa comportamentului de selecție a partenerilor sexuali în amfibienii cu reproducere explozivă.....	141
CONCLUZII GENERALE	155
BIBLIOGRAFIE.....	160
INFORMAȚII SUPLIMENTARE	207
BIBLIOGRAFIE PENTRU INFORMAȚIILE SUPLIMENTARE	236

MULȚUMIRI

În primul rând, le sunt recunoscătoare celor doi coordonatori științifici, care au contribuit cu generozitate la toate etapele cercetărilor incluse în această teză, oferindu-și vasta experiență și sprijinul continuu, investind timp și energie în acest proiect. Le mulțumesc membrilor comisiei de îndrumare - Dragomir Coprean, Teodora Onciu și Marius Skolka pentru sfaturile, timpul și răbdarea de care am beneficiat pe parcursul elaborării acestei lucrări. De asemenea, îi sunt recunoscătoare lui Ioan Ghira, primul care a trezit în mine interesul pentru herpetologie.

De-a lungul timpului am avut incredibilul noroc de a interacționa cu un mare număr de oameni și specialiști fantastici, cărora țin să le mulțumesc – Florina Stănescu, Iosif Ruben, Elena Buhaciuc, Marian Tudor, Daniyar Memedemin, Raluca Băncilă, Rodica Plăiașu, Diego Armijos, Carlos Ivan Espinoza, Andrea Jara, Leonardo Ordonez, Rodrigo Cisneros, Ulrich Sinsch, Santiago R. Ron, Andrés Merino-Viteri, Federico Marangoni, Cecilia Bardier, Rodrigo Cajade, Martin Carlsson.

Mulțumiri speciale ranger-ilor din Rezervația Ecologică Arenillas, care m-au sprijinit în permanență în căutarea „broaștelor care mușcă” - Carlos Domauri Tinoco, Andrez Chacha Bastidas, Lenin Ramon Jacome, Ángel Freire Díaz, Omar Aguilar Illescas, Luis Gainza Proaño, Rodolfo Arias Pintado, Gabriel Miranda Arias, Aldo Ceccone Buenaño, Paul Medranda Rodriguez.

Proiectul ar fi fost de neimaginat fără Paul; nu aș putea vreodată să exprim în totalitate cât de recunoscătoare îi sunt pentru acest dar. Părinților mei, care m-au sprijinit și influențat în moduri imposibil de enumerat, le sunt pentru totdeauna îndatorată.

Activitatea de cercetare a beneficiat de sprijin financiar din partea Unității Executive pentru Finanțarea Învățământului Superior, a Cercetării, Dezvoltării și Inovării (UEFISCDI), prin granturile PN-II-ID-PCE-2011-3-0173 “Este arealul limitat de cerințele biologice, condițiile de mediu sau de barierele geografice? Un studiu de caz utilizând broaștele de pământ (genul *Pelobates*)” și PN-II-CAPACITĂȚI-732/2013 “Impactul modificărilor globale asupra populațiilor aflate la limita arealului”, precum și grantului de cooperare bilaterală între Wallonie-Bruxelles International și CCCDI-UEFISCDI (ANCS) 105BM/2017 “Strategii adaptive la amfibieni în condiții de stres ambiental”. Vizitele în teren au fost parțial finanțate

prin Proiectul Prometeo de către Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, Ecuador (SENESCYT). Permisele necesare au fost emise de către Ministerio del Ambiente de Ecuador (permis de cercetare nr. MAE-DNB-CM-2015-0016) și Comisia de Etică a Universidad Técnica Particular de Loja (permis nr. UTPL-CBEA-2016-001).

CUVINTE-CHEIE

Ariditate; broaște săpătoare; *Ceratophrys*; ciclu de viață; metamorfoză; plasticitate fenotipică; selecție sexuală; strategie adaptivă.

INTRODUCERE GENERALĂ

În mediile xerice, precipitațiile au o distribuție temporală limitată la o perioadă scurtă din an. În această categorie intră atât habitate aride, în care cantitatea anuală de precipitații se situează sub 250 mm, cât și alte ecosisteme unde, deși cantitatea anuală totală de precipitații este mare, depășind sute de mm, ploile se produc doar într-un interval scurt de timp, iar pe timpul sezonului secetos, solul se usucă în totalitate. În astfel de medii, disponibilitatea de apă variază extrem între sezonul ploios și secetos, dar există diferențe mari inter-anuale în ceea ce privește cantitatea de precipitații, dar și momentul de producere și durata sezonului ploios (Shine & Brown 2008). Ariditatea și lipsa de predictibilitate în regimul precipitațiilor reprezintă importanți factori de stres pentru organisme, determinând apariția a numeroase adaptări fiziologice, comportamentale și ale ciclului de viață.

Amfibienii sunt în mod special afectați de cantitatea de apă din mediul înconjurător, deoarece au pielea permeabilă, sunt ectotermi (Feder & Burggren 1992), reproducerea lor este dependentă de prezența apei (Duellman & Trueb 1994) și, în comparație cu alte vertebrate, au mobilitate redusă (Smith & Green 2005). Totuși, printre anure, există specii care s-au adaptat la condițiile xerice prin adoptarea unui stil de viață obligat săpător. Proiectul de față este focalizat pe înțelegerea complexității strategiilor comportamentale și de ciclu de viață care au permis anurelor fosoriale să supraviețuiască în astfel de medii ostile.

Teza este structurată în trei capitole generale și patru capitole specifice. Introducerea generală oferă o imagine de ansamblu referitoare la provocările impuse de mediile xerice asupra biotei în general și în particular asupra amfibienilor. În plus, se sintetizează informația disponibilă în prezent în legătură cu diferitele adaptări ale amfibienilor fosoriali la condiții de ariditate, indiferent de distribuția geografică sau de relațiile filogenetice.

Urmează nouă capitole tematice, fiecare având structura unui manuscris științific de sine stătător. Fiecare din aceste subcapitole tratează câte o temă de cercetare independentă dar interconectată în cadrul obiectivului general al tezei. Subcapitolele sunt grupate în patru capitole principale, fiecare focalizat pe o etapă din ciclul de dezvoltare al speciei de studiu (larvă, juvenil, adult, reproducere). Capitolul final rezumă și interconectează principalele rezultate ale studiilor individuale, și oferă concluzii referitoare la compromisurile impuse de viața în medii xerice.

PREZENTAREA GENERALĂ A ZONEI ȘI SPECIEI DE STUDIU

Pentru testarea ipotezelor de lucru, ca zonă de studiu a fost aleasă o pădure tropicală sezonier uscată situată pe coasta Pacifică a Ecuadorului, și anume Rezervația Ecologică Arenillas (03°34' S, 80°08' E, 30 m d.n.m.) Aria este caracterizată printr-o variație meteorologică sezonieră extremă, cu un sezon secetos care durează în general din mai până în decembrie, cu cel puțin patru luni în care cantitatea de precipitații nu depășește 10 mm, urmat de sezonul ploios din ianuarie până în aprilie. Cantitatea totală anuală este în medie de 667 mm, dar cu o variație inter-anuală mare (min. 65–max. 2647 mm/ an), datorată parțial fenomenului El Niño care afectează regiunea. Pe de altă parte, temperatura variază puțin pe parcursul anului, cu o medie de 25 °C.

Specia țintă este broasca cu coarne sau broasca Pac-Man *Ceratophrys stolzmanni* (fig. 1), singura specie de amfibilan fosorial din zona de studiu. Aceasta face parte din familia Ceratophryidae, taxon compus din trei genuri – *Ceratophrys*, *Chacophrys* și *Lepidobatrachus*. Se consideră că întreaga familie își are originea și s-a diversificat într-un mediu tropical sezonier uscat (Faivovich et al. 2014).



Figura 1. (a) Ilustrație a holotipului speciei *Ceratophrys stolzmanni* - Steindachner (1882); (b) Individ adult de broască cu coarne din Rezervația Ecologică Arenillas, Ecuador.

Toți reprezentanții acestei familii sunt fosoriali, având caracteristic craniul extrem de lat și robust (Fabrezi 2006), mormolocii macrofagi și facultativ canibali (Fabrezi & Quinzio 2008) și o dezvoltare larvară rapidă (Duellman & Lizana 1994; Quinzio et al. 2006).

CAPITOLUL 1

PLASTICITATE ÎN STADII LARVARE

1.1 EFECTUL DENSITĂȚII MORMOLOCILOR ASUPRA COMPORTAMENTULUI, SUPRAVIEȚUIRII ȘI PERFORMANȚELOR ÎN STADIUL POST-METAMORFIC

Introducere

Unul din mecanismele cele mai importante de reglare a populației este reprezentat de răspunsul indivizilor la creșterea densității (Hixon et al. 2002). Larvele amfibienilor care cresc în corpuri de apă efemere sunt adesea expuse la condiții de aglomerare ca urmare a reducerii volumului de apă determinat de uscarea bălții. În cadrul unui experiment de laborator, s-a studiat efectul densității larvare la o specie ai cărei mormoloci sunt facultativ canibali, astfel că creșterea densității poate fi percepută atât ca un semnal al intensificării competiției intraspecifice, dar și ca posibila prezența a unui prădător. S-a testat ipoteza că expunerea la densitate crescută în timpul dezvoltării larvare are ca efect modificarea parametrilor metamorfozei, afectând dimensiunea la metamorfoză și durata larvară, dar și comportamentul mormolocilor și morfologia și performanța juvenililor. Mai precis, este de așteptat ca mormolocii din medii aglomerate: (1) să fie supuși unor rate crescute de mortalitate; (2) să fie mai predispuși la canibalism; (3) să fie mai puțin activi pentru a evita atacurile din partea mormolocilor mai mari; (4) să se metamorfozeze mai târziu sau la dimensiuni reduse. De asemenea, s-au urmărit modificările de formă și performanță post-metamorfoză, independent de dimensiunea juvenililor.

Materiale și metode

Larvele de *C. stolzmanni* au fost crescute în laborator în patru condiții experimentale de densitate: 1, 2, 4, sau 8 mormoloci/ vas experimental. Efectele densității au fost măsurate la trei momente din ciclul de dezvoltare, și anume: mobilitatea și rata de creștere au fost măsurate la mijlocul dezvoltării larvare (la vârsta de 8 zile); rata de supraviețuire, vârsta și dimensiunea la metamorfoză s-au estimat la apariția membrelor anterioare; forma și parametrii de

performanță locomotorie s-au estimat la finalizarea metamorfozei, după absorbția completă a cozii.

Principalele rezultate și discuții

Mormolocii au reacționat rapid la tratamentul experimental, larvele crescute în condiții de aglomerare crescând mai încet (fig. 2a). Efectul defavorabil s-a menținut până la începutul metamorfozei, mormolocii expuși la densități mari suferind mortalitate crescută, metamorfozându-se mai târziu (fig. 2b) și având rate de creștere scăzute (fig. 2c).

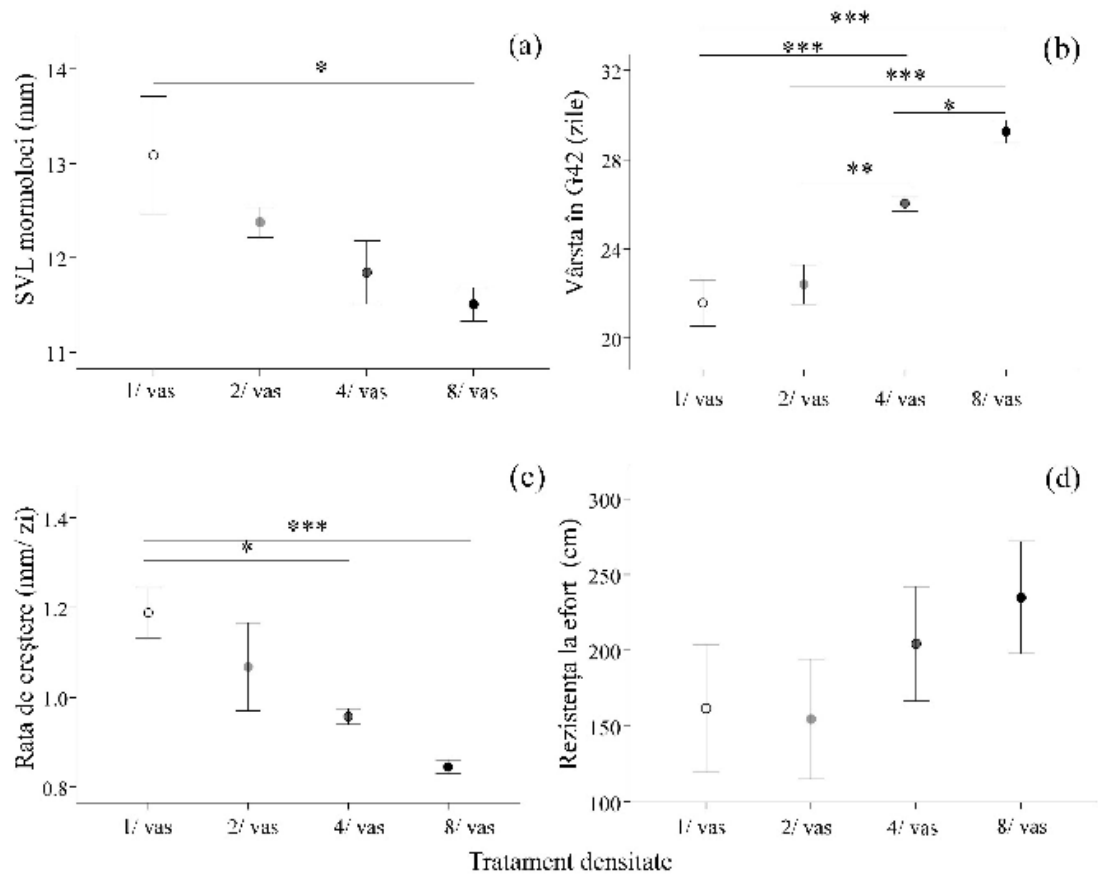


Figura 2. Efectul densității în stadiul larvar asupra indivizilor de *Ceratophrys stolzmanni*: (a) lungimea corpului (SVL) la vârsta de 8 zile; (b) vârsta la metamorfoză; (c) rata de creștere în lungime până la metamorfoză; (d) rezistența la efort în stadiu post-metamorfic (G46). Punctele reprezintă media, iar barele eroarea standard. * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

Totuși, după finalizarea metamorfozei indivizii crescuți în condiții de aglomerare au demonstrat o rezistență mai mare la efort, fiind capabili să se deplaseze pe distanțe mai mari înainte să fie extenuați (fig. 2d), ceea ce sugerează că mormolocii expuși la densități mari se transformă în broaște ce se pot dispersa mai bine în mediul terestru. Alți parametri investigați, cum ar fi activitatea locomotorie a mormolocilor și distanța sărită de broaște nu au fost afectate de condițiile de densitate. Contrar așteptărilor, mormolocii de *C. stolzmanni* nu au manifestat tendințe canibale indiferent de tratamentul experimental.

1.2 PLASTICITATEA FENOTIPICĂ A METAMORFOZEI CA RĂSPUNS LA PERICOLUL DE SECARE A HABITATELOR DE REPRODUCERE

Introducere

Secarea bălților de reproducere înainte de metamorfoza mormolocilor este adesea o sursă importantă de mortalitate pentru amfibieni, astfel că dezvoltarea rapidă a larvelor este favorabilă în medii aride, cum ar fi deșerturile. Totuși, din cauza limitărilor fiziologice, dezvoltarea accelerată poate avea ca efect scăderea ratei de supraviețuire și este corelată cu dimensiunea redusă la metamorfoză, ceea ce afectează negativ fitness-ul individului în stadiile de dezvoltare ulterioare (Morey & Reznick 2000; Altwegg & Reyer 2003). Ca urmare, în zonele unde bălțile au o durată imprevizibilă, plasticitatea fenotipică a duratei larvare este benefică pentru supraviețuire (Newman 1992; Padilla & Adolph 1996). Simulând riscul de secare al bălții de reproducere, s-a urmărit dacă (1) mormolocii manifestă plasticitate fenotipică în ceea ce privește rata de creștere și dezvoltare până la metamorfoză; (2) atât nivelul constant scăzut de apă, cât și un nivel descrescător declanșează un răspuns similar de accelerare a dezvoltării; (3) dezvoltarea rapidă este corelată cu dimensiunea redusă la metamorfoză; și (4) rata de mortalitate diferă între diferitele tratamente. Premisa a fost că atât mormolocii din tratamentul constant scăzut, cât și cei care se confruntă cu scăderea nivelului apei ar trebui să se dezvolte mai rapid și să se metamorfozeze la dimensiuni reduse, cu o rată de mortalitate crescută. De asemenea, deoarece mormolocii sunt în mod special vulnerabili în perioada dintre declanșarea metamorfozei (apariția membrelor anterioare afectând negativ înotul) și stadiul în care pot supraviețui în afara apei (Wassersug & Sperry 1977), este de așteptat ca la mormolocii expuși unui regim de reducere a nivelului apei metamorfoza să se desfășoare accelerat,

permițând o tranziție către mediul terestru mai rapidă în comparație cu tratamentele cu nivelul apei constant (Walsh 2010).

Materiale și metode

Mormolocii de *C. stolzmanni* au fost expuși la unul din cele trei tratamente experimentale: nivel de apă constant ridicat (2000 ml), constant scăzut (500 ml) sau în descreștere (începând cu 2200 ml și redus zilnic până la 250 ml). S-a urmărit creșterea lor până la două etape ale ciclului de viață: declanșarea metamorfozei - stadiul G42, marcat de apariția membrilor anterioare (Gosner 1960), respectiv stadiul G45, caracterizat prin resorbția majorității cozii, moment ce marchează tranziția la mediul terestru, astfel că indivizii pot supraviețui în cazul secării bălții. În aceste două etape, parametrii măsurați au fost vârsta și dimensiunea corporală, precum și rata de supraviețuire.

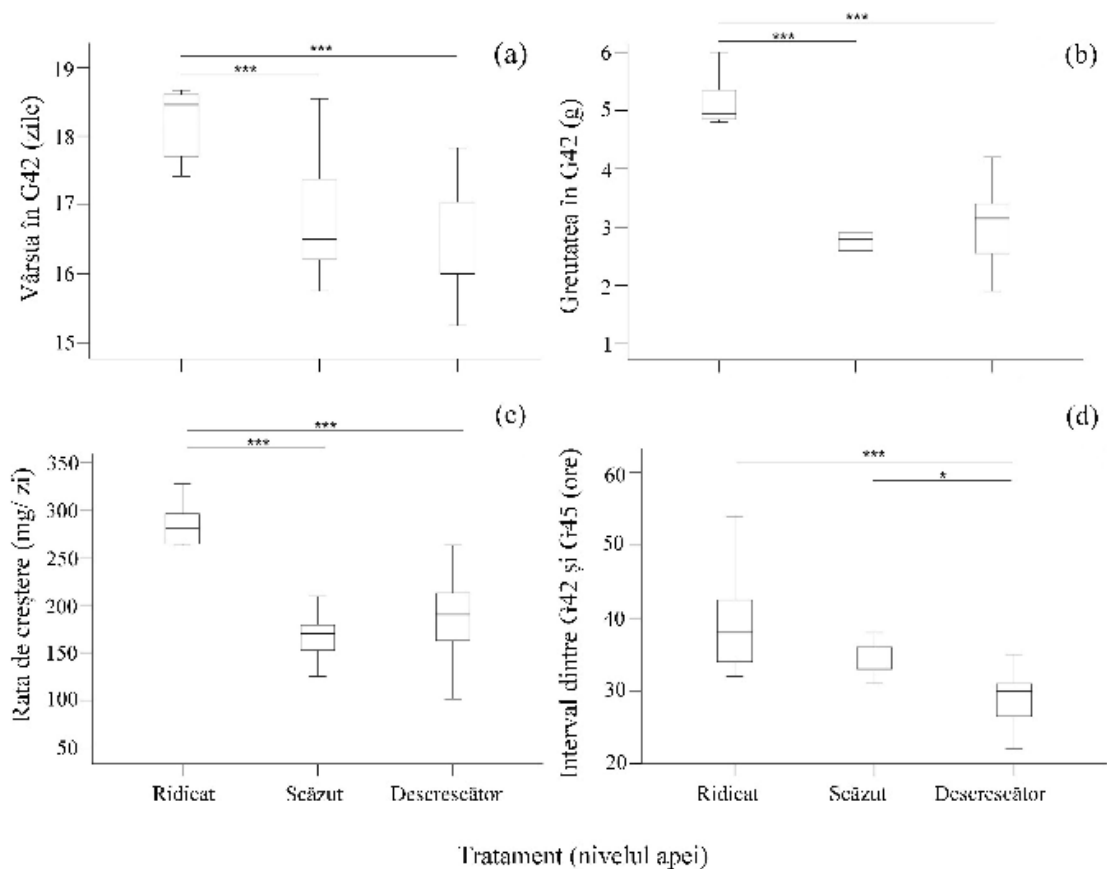


Figura 3. Parametrii de metamorfoză la mormolocii de *Ceratophrys stolzmanni* crescuți în apă cu diferite niveluri: constant ridicat, constant scăzut și descrescător. (a) vârsta în stadiul de dezvoltare G42; (b) dimensiunea în G42; (c) rata de creștere până în G42; (d) intervalul necesar pentru tranziția din G42 în G45. * $p < 0.05$, *** $p < 0.001$.

Principalele rezultate și discuții

Nivelul apei a avut un important efect asupra momentului de producere a metamorfozei în specia *C. stolzmanni*, reacția de accelerare a dezvoltării fiind evidentă ca răspuns la ambele semnale de pericol de secare. Indivizii expuși la riscul de secare au avut un ritm de dezvoltare intens (fig. 3a), putând părăsi apa mai repede, dar dimensiunea lor la metamorfoză a fost redusă (fig. 3b). Dimpotrivă, mormolocii care au fost crescuți în condiții favorabile, cu un nivel constant ridicat al apei, și-au amânat metamorfoza, iar rata lor de creștere a fost cea mai intensă (fig. 3c), mai mare comparativ cu alte specii de anure pentru care astfel de informații sunt disponibile în literatura de specialitate. Intervalul în care mormolocii sunt cel mai vulnerabili din cauza reducerii mobilității (Wassersug & Sperry 1977), adică între declanșarea metamorfozei și momentul în care juvenilii au putut supraviețui în mediul terestru, a fost semnificativ cel mai scurt pentru mormolocii expuși la descreșterea nivelului apei (fig. 3d).

CAPITOLUL 2

STADIUL JUVENIL ȘI DECLANȘAREA MATURITĂȚII SEXUALE

2.1 PARTIȚIONAREA NIȘEI TEMPORALE ÎNTRE ADULȚI ȘI JUVENILI CA REZULTAT AL INTERACȚIUNII DINTRE CELE DOUĂ STADII DE VIAȚĂ

Introducere

Prin divergență în nișa ecologică, organismelor au posibilitatea diversificării exploatarei resurselor de habitat și hrană, reducând competiția atât interspecifică, cât și între diferite clase de vârstă ale aceleiași specii (Lima et al. 1998; Eskew et al. 2009). Speciile de broaște săpătoare au posibilități limitate de hrănire, deoarece ies la suprafață doar în timpul sau imediat după ploi, în cursul sezonului umed. În plus, broaștele *C. stolzmanni* consumă frecvent alți amfibieni, iar activitatea lor este limitată la nivelul solului, ceea ce sugerează existența unei competiții pentru resurse trofice între juvenili și adulți, precum și potențialul prădării juvenilor de către adulți. În acest context, s-a testat existența unei divergențe ontologice în nișa temporală

utilizată. Premisa a fost că, pentru a evita competiția cu adulții, dar și pentru a reduce riscurile de a fi consumați de către indivizi conspecifici, juvenalii vor adopta stil de viață diurn. În plus, s-a investigat indicele de condiție corporală al juvenalilor în funcție de momentul din zi când erau activi.

Materiale și metode

Studiul activității broaștelor săpătoare s-a realizat pe un transect de 2.5 km, prin monitorizarea indivizilor ieșiți la suprafață atât pe parcursul zilei cât și al nopții, de la începutul sezonului de activitate, când adulții ies din estivare, până la o săptămână după metamorfoza juvenalilor. Pentru testarea ipotezei interacțiunii dintre juvenali și adulți, observațiile din teren au fost completate printr-un experiment de laborator (fig. 4a). În cadrul acestui experiment, s-a testat modificarea comportamentului juvenalilor determinată de percepția vizuală a adulților în imediata lor vecinătate.

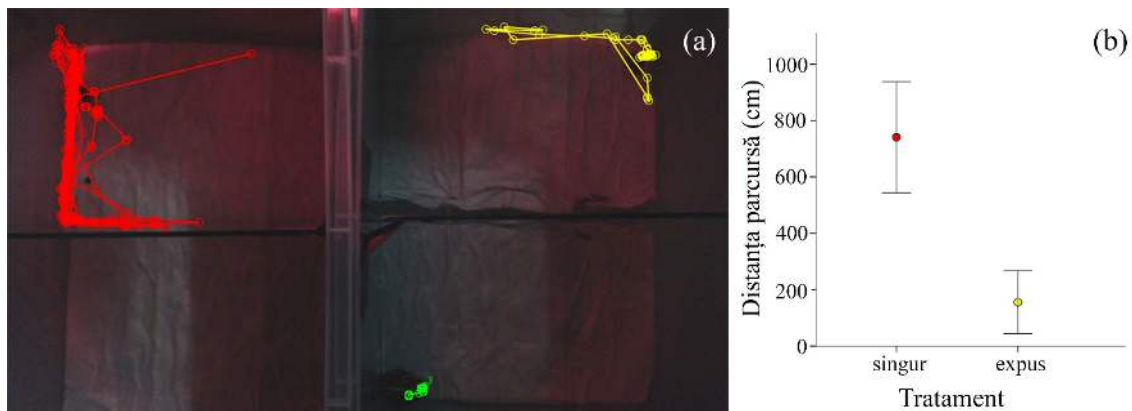


Figura 4. Efectul prezenței adulților asupra activității juvenalilor: (a) Design experimental: incinta dreaptă – juvenil expus în partea superioară (traseul galben) și un adult în partea inferioară (traseul verde), incinta stângă – juvenil singur (ne-expus), în partea superioară (traseu roșu) și arena goală în partea inferioară. Arenele sunt separate printr-un perete transparent de sticlă, în timp ce incintele sunt separate printr-un perete opac. Traseele reprezintă distanța parcursă de indivizi pe parcursul unei ore; (b) distanța parcursă de indivizii juvenali (medie ± eroare standard) din cele două tratamente experimentale: roșu – juvenil singur (ne-expus); galben – juvenil expus vizual prezenței unui adult.

Principalele rezultate și discuții

Imediat după metamorfoză, juvenilii au adoptat un stil de viață diurn, în contrast cu activitatea strict nocturnă a adulților conspecifici. În special juvenilii mai mici și cu un indice de condiție corporală scăzut au fost activi pe timpul zilei, când condițiile meteorologice sunt considerate adverse pentru amfibieni, adică temperatură ridicată și umiditate relativă redusă.

Pe de altă parte, în cadrul experimentului de laborator, juvenilii expuși vizual prezenței unui adult au demonstrat o evidentă tendință de reducere a activității (fig. 4b); lipsa mobilității poate fi interpretată ca un răspuns anti-prădător, oferind suport ipotezei conform căreia divergența ontogenetică în nișa temporală este cauzată cel puțin parțial de interacțiunile intraspecifice. În acest context, divergența în tiparele de activitate funcționează ca o modalitate de reducere a presiunii de prădare și a competiției pentru resurse.

2.2 CONSECINȚELE UNUI MEDIU ACVATIC NEFAVORABIL - METAMORFOZA LA DIMENSIUNI REDUSE AFECTEAZĂ SUPRAVIEȚUIREA ȘI CREȘTEREA ÎN MEDIUL TERESTRU

Introducere

Speciile cu un ciclu de viață complex, cum sunt majoritatea amfibienilor, sunt capabile să exploateze diferite nișe ecologice și să valorifice la nivel optim diverse resurse în cele două etape discrete ale ciclului de dezvoltare (Wilbur 1980; Laudet 2011). Dimensiunea corpului la producerea metamorfozei reprezintă un parametru important, reflectând interacțiunea complexă dintre costurile și beneficiile vieții în mediul acvatic și terestru, având un puternic impact asupra fitness-ului individual (Wilbur & Collins 1973; Altwegg & Reyer 2003; Rudolf & Rödel 2007). Condițiile la care mormolocii sunt expuși în mediul acvatic determină apariția unei game largi de dimensiuni la metamorfoză. Experimentul își propune urmărirea efectelor fenotipurilor extreme de dimensiune la metamorfoză asupra performanțelor juvenililor, în faza terestră, pe parcursul primului sezon de activitate, înainte ca broaștele să înceapă estivarea. S-a urmărit dacă juvenilii care la metamorfoză au avut cele mai mici dimensiuni sunt capabili să pondereze urmările negative ale acestui parametru prin: (1) modificări alometrice de morfologie sau performanță (deschidere mai mare a gurii care ar permite ingerarea unor alimente proporțional mai mari; picioare mai lungi; capacitate îmbunătățită de săritură); (2) rate de creștere intensificate.

Materiale și metode

Din populația studiată, s-au selectat indivizii care la metamorfoză au avut dimensiunea cea mai mare ($n = 20$) și cea mai mică ($n = 20$); aceștia au fost crescuți în condiții de laborator favorabile pentru activitate, hrănire și creștere (hrană *ad-libitum* și umiditate a substratului crescută). Parametrii măsurați au fost mobilitatea și dimensiunea capului la completarea metamorfozei, precum și rata de supraviețuire și rata de creștere pe parcursul unui sezon de activitate, adică două luni.

Principalele rezultate și discuții

Dimensiunea la metamorfoză a avut un efect profund asupra fitness-ului broaștelor săpătoare în stadiul juvenil. Indivizii mari la metamorfoză au beneficiat de mobilitate crescută și au avut craniile mai late, sugerând că au șanse mai mari să găsească hrană și să scape de atacurile prădătorilor. De asemenea, ei au supraviețuit în procent mai mare pe parcursul experimentului. Totuși, indivizii care la metamorfoză aveau talie mică au avut rate de creștere mai intense, astfel că diferența dintre cele două categorii s-a redus până la începutul estivării (sfârșitul experimentului).

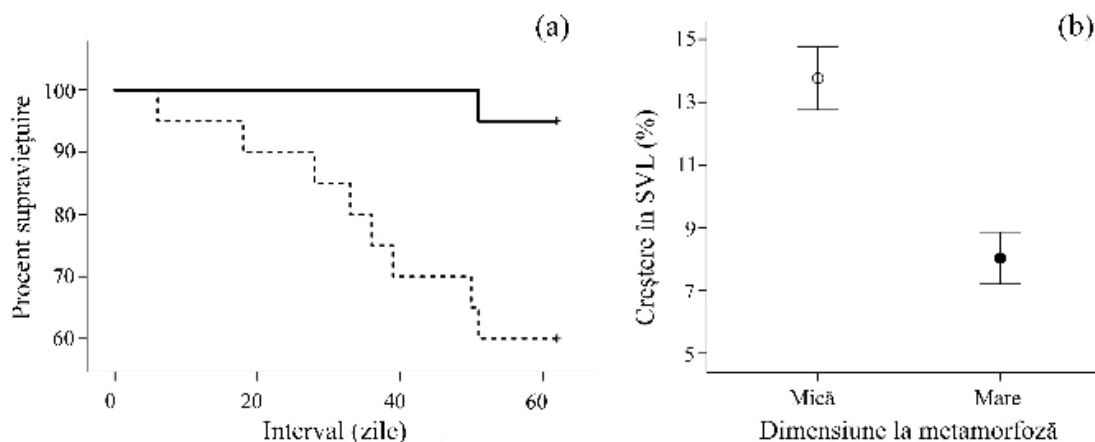


Figura 5. Rata de supraviețuire și creștere a juvenililor de *Ceratophrys stolzmanni*, pe parcursul experimentului (62 de zile), în funcție de dimensiunea lor la metamorfoză: (a) curbele de supraviețuire Kaplan-Meier: linie punctată – talie mică la metamorfoză; linie continuă – talie mare la metamorfoză; (b) rata de creștere în lungime corporală (medie $\pm$ eroare standard).

2.3 DEMOGRAFIA ȘI TIPARELE DE CREȘTERE ALE POPULAȚIEI STUDIAȚE

Introducere

Măsurile eficiente de conservare necesită cunoașterea istoriei naturale a speciilor vizate, precum și a factorilor care influențează riscul de extincție și capacitatea populației de revenire după perturbații (Selwood et al. 2015). Parametrii populaționali, cum sunt longevitatea, vârsta de atingere a maturității sexuale și modelele de creștere pe parcursul vieții sunt variabile ale căror cunoaștere este esențială în dezvoltarea strategiilor de conservare (Biek et al. 2002). În acest context, s-au investigat pentru prima oară tiparele de creștere și maturizare, precum și structura pe vârste și longevitatea unei populații a speciei studiate.

Materiale și metode

Studiul se bazează pe analiza mostrelor provenite de la 153 de adulți și 92 de juvenili întâlniți pe parcursul sezonului ploios al anului 2015 în zona de studiu. Pentru estimarea vârstei adulților s-a folosit metoda scheletocronologică. Tiparele de creștere post-metamorfică au fost deduse folosind modelul de creștere elaborat de von Bertalanffy, coroborat prin investigarea creșterii osoase.

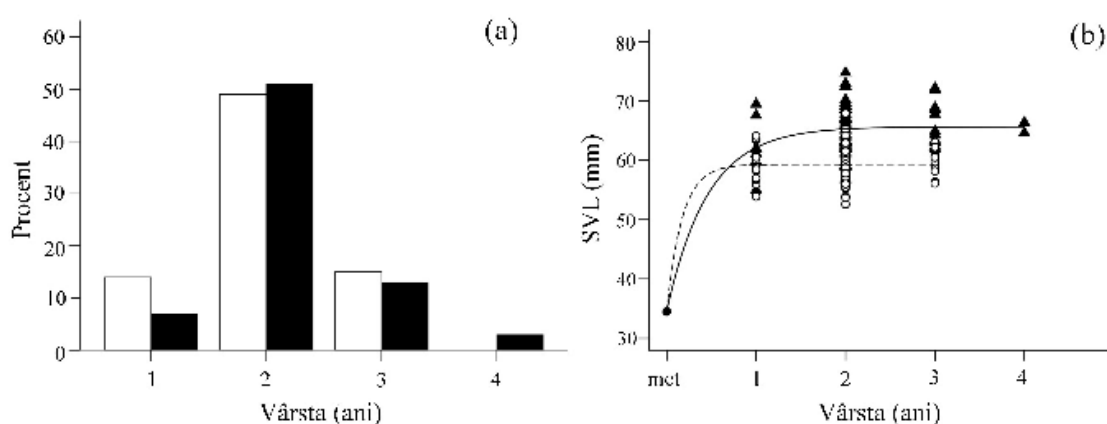


Figura 6. (a) Structura pe vârste a populației de *Ceratophrys stolzmanni* din Rezervația Ecologică Arenillas, Ecuador, determinată prin scheletocronologie. Alb - masculi, negru – femele; (b) tiparul de creștere descris de modelul von Bertalanffy pentru masculii (cercuri albe, linie punctată) și femelele (triunghiuri negre, linie continuă) de *C. stolzmanni*. met = metamorfoză, cerc negru = dimensiune la metamorfoză.

Principalele rezultate și discuții

Populația se caracterizează printr-o longevitate scăzută, vârsta medie fiind de doi ani în ambele sexe, și doar 2% dintre indivizii testați (doar femele) atingând vârsta de patru ani (fig. 6a). În populația analizată, ratele intense de creștere manifestate pe parcursul dezvoltării larvare se mențin și după metamorfoză, în stadiul juvenil, până la intrarea în prima estivare (fig. 6b). Deși primul sezon de activitate este scurt, atât masculii cât și femelele pot atinge maturitatea sexuală în cursul primului an de viață.

CAPITOLUL 3

ADAPTĂRI COMPORTAMENTALE LA MEDIILE XERICE

ÎN STADIUL TERESTRU

3.1 EFECTUL HIDRATĂRII SUBSTRATULUI ASUPRA ADÂNCIMII DE ÎNGROPARE

Introducere

Stilul de viață fosorial este considerat a fi o strategie comportamentală care oferă protecție împotriva condițiilor de mediu nefavorabile, cum ar fi temperaturile extreme și uscăciunea (Bentley 1966; Kinlaw 1999). Din cauza tegumentului permeabil, amfibienii realizează un schimb de lichide cu substratul cu care sunt în contact (Ruibal et al. 1969; Booth 2006). Ca urmare, este de așteptat ca broaștele săpătoare să-și aleagă adâncimea la care se îngroapă în funcție de umiditatea substratului, astfel că atunci când umiditatea solului este ridicată rămân în straturile superioare pentru nu a consuma energie săpând galerii. Totuși, atunci când sunt situate în sol uscat, ar trebui să sape în profunzime în căutarea unor condiții de umiditate favorabile rehidratării.

Materiale și metode

Într-un experiment de laborator, adulți de *C. stolzmanni* au fost amplasați în incinte înalte, ce ofereau broaștelor posibilitatea să se îngroape la adâncimi mari (până la 130 cm), dar permiteau permanent localizarea cu precizie a animalelor (fig. 7a). Indivizii au fost supuși la unul dintre cele două tratamente experimentale referitoare la gradul de umiditate a substratului – uscat (10%) sau umed (50%). Comportamentul lor a fost monitorizat pe durata a două nopți consecutive.

Principalele rezultate și discuții

Broaștele săpătoare și-au ales profunzimea galeriilor în funcție de umiditatea solului. Pe substrat umed, broaștele au rămas în straturile superficiale ale solului; dimpotrivă, broaștele amplasate pe substrat uscat s-au îngropat în profunzime în căutarea unor condiții osmotice favorabile (fig. 7b). Indivizii din această specie au fost capabili să sape rapid galerii adânci, de peste un metru, în decursul a doar câteva ore.

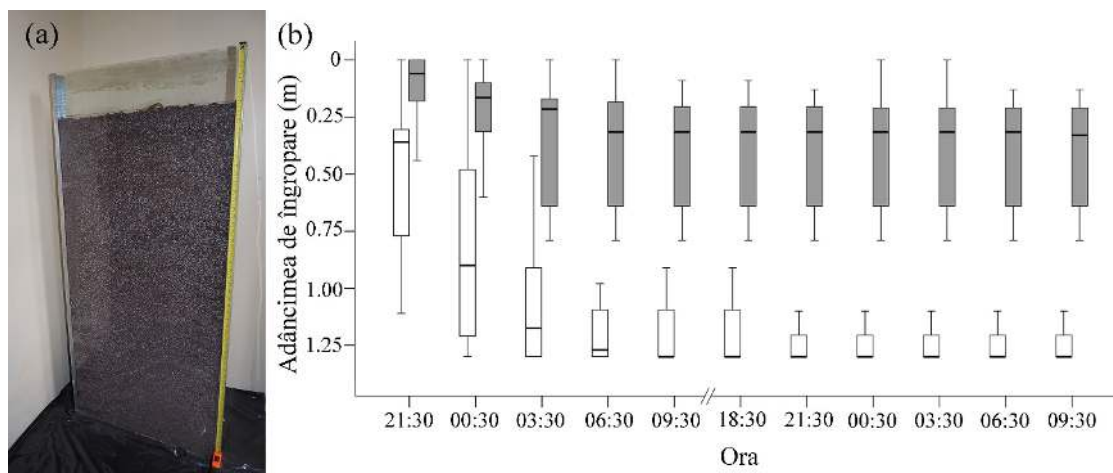


Figura 7. (a) Incintă experimentală; (b) adâncimea de îngropare la *Ceratophrys stolzmanni* din tratamentul cu substrat umed (gri) și uscat (alb), $n = 12$ / tratament, pe timpul experimentului (39 de ore), care a început la ora 18:30 când indivizii au fost introduși în incinte. Pe timpul zilei (intervalul dintre 9:30 și 18:30), localizarea broaștelor nu a fost monitorizată.

3.2 ACTIVITATEA AMFIBIENILOR FOSORIALI ÎN MEDIILE XERICE – DEPENDENȚA DE PRECIPITAȚII ȘI MOBILITATEA REDUSĂ

Introducere

La majoritatea speciilor, nivelul de activitate este dependent de condițiile meteorologice, indivizii manifestând variații importante în comportamentul de căutare a hranei în funcție de schimbările diurne și sezoniere ale parametrilor climatici (Ni et al. 2015; Vlašánek et al. 2018). În mediile cu puternic sezoniere, unde activitatea organismelor este posibilă doar pentru un interval scurt de timp din cauza limitărilor fiziologice, dependența dintre factorii de mediu și tiparele de comportament este exacerbată (Green et al. 2016), astfel că o proporție mare din indivizii unei populații își sincronizează activitatea atunci când condițiile de mediu sunt tolerabile (Timm et al. 2014). Broaștele săpătoare își petrec cea mai mare parte din viață ascunse în galerii subterane, unde sunt protejate de condiții climatice nefavorabile. În aceste specii, ieșirea la suprafață are ca scop hrănirea și reproducerea (Huey & Pianka 1981; Zug et al. 2001; Wells 2010). În acest context, am desfășurat un studiu de capturare–marcare–recapturare, cu scopul de a (1) identifica factorii de mediu care determină activitatea la broaștele săpătoare; (2) estima mobilitatea, condiția corporală și rata de creștere a indivizilor; (3) estima abundența și rata de supraviețuire în populația studiată.

Materiale și metode

Folosind un design de marcare bazat pe identificarea fotografică a indivizilor, au fost monitorizate broaștele adulte de pe un transect de 2.5 km din zona de studiu, pe durata a două luni din sezonul ploios. Fiecare individ întâlnit a fost măsurat, fotografiat și localizat folosind coordonate GPS. Pe durata studiului, s-au colectat date referitoare la mai mulți factori de mediu, cum ar fi temperatura, umiditatea relativă, producerea și cantitatea precipitațiilor, precum și ora la care indivizii sunt activi.

Principalele rezultate și discuții

În stadiul adult, indivizii de *C. stolzmanni* au fost activi strict pe durata nopții, iar principalul factor climatic care a influențat ieșirea din galerii a fost reprezentat de precipitații, majoritatea broaștelor săpătoare fiind active doar pe timpul sau la un interval scurt după ploaie. Atât

masculii cât și femelele au avut tipare similare de activitate, și în ceea ce privește intervalul de timp petrecut la suprafață, cât și în ceea ce privește suprafața totală folosită. Indivizii se deplasează pe distanțe relativ scurte, activitatea lor desfășurându-se pe suprafețe reduse. Condiția corporală a broaștelor s-a îmbunătățit pe timpul sezonului ploios (fig. 8), ceea ce sugerează o intensificare a oportunităților de hrănire corelată cu disponibilitatea crescută a apei în habitat. Nici distanța totală parcursă de indivizi, nici suprafața totală folosită nu au fost corelate cu dimensiunea sau indicele de condiție corporală al indivizilor. Abundența indivizilor în zona de studiu a fost estimată la 1461 adulți/ ha. Din numărul total de indivizi care se estimează că sunt prezenți pe transect, 32.5% au fost capturați și marcați la un moment dat pe timpul studiului.

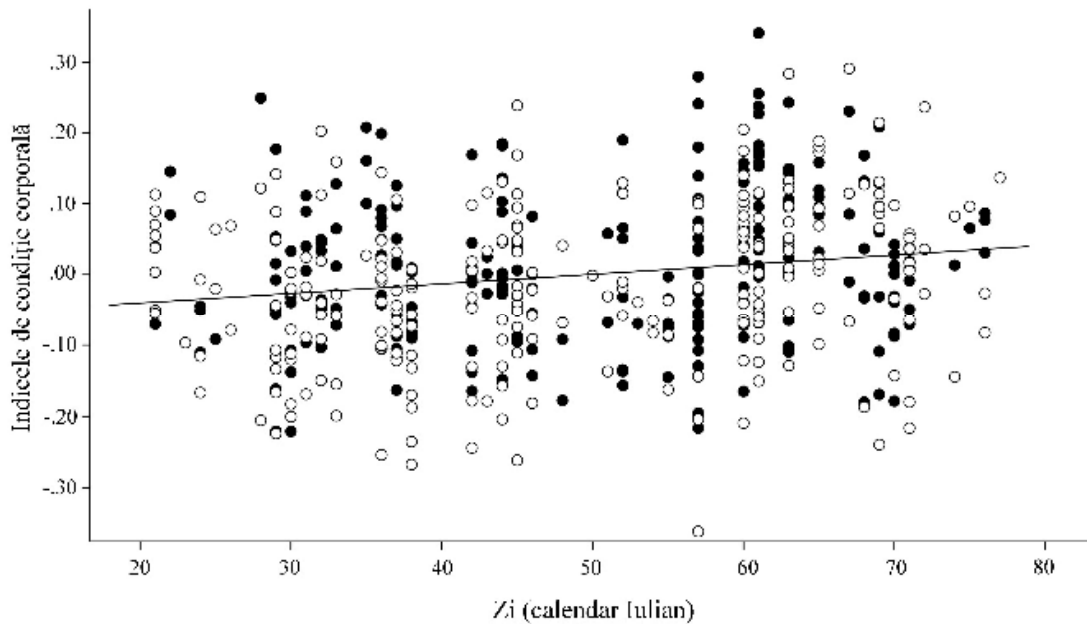


Figura 8. Relația dintre momentul din an (2016) și indicele de condiție corporală a indivizilor adulți de *Ceratophrys stolzmanni*, pe durata studiului. Masculi - negru, femele - alb.

3.3 DIETA BROAȘTELOR SĂPĂTOARE

Introducere

Informațiile referitoare la ecologia hrănirii și strategiile de obținere a hranei sunt esențiale pentru înțelegerea rolului speciilor în ecosistem. Broaștele săpătoare din familia Ceratophryidae beneficiază de o serie de particularități morfologice care le permit să înghită

prăzi relativ mari - au craniul robust, scurt și lat (de unde și numele Pac-Man care este folosit ca nume comun pentru broaștele din genul *Ceratophrys*; Fabrezi 2006); în plus, în partea anterioară a mandibulei prezintă două excrescențe cu rol de colți care facilitează imobilizarea prăzii (Fabrezi & Emerson 2003).

Materiale și metode

Studiul se bazează pe descrierea comportamentului trofic la specia *C. stolzmanni*, prin folosirea unor metode neinvazive, și anume observarea directă a comportamentului de hrănire în mediul natural și analiza conținutului gastro-intestinal al unui număr de 37 de indivizi găsiți morți în rezervație.



Figura 9. Anurofagie la *Ceratophrys stolzmanni*. (a, b) Canibalism la juvenili; (c) adult de *C. stolzmanni* atacând un *Leptodactylus labrosus*; (d) adult *C. stolzmanni* consumând un cadavru de *Trachycephalus jordanni*.

Principalele rezultate și discuții

Similar cu alte specii de broaște din același gen, dieta la *C. stolzmanni* este diversă, cuprinzând nevertebrate de mărimi și tipuri diferite, dintre care predomină gastropodele, himenopterele non-formicide și miriapodele, dar și vertebrate ca amfibieni și reptile. Atât juvenilii proaspăt metamorfozați cât și adulții atacă alte anure, inclusiv broaște din aceeași specie (fig. 9). În plus, consumă uneori cadavre, deși necrofagia este un comportament excepțional la anurele adulte (fig. 9d). Nu a existat vreo legătură între dimensiunea broaștei și dimensiunea prăzii pe care a consumat-o, chiar și indivizii de talie mare mâncând nevertebrate mici ca acarienii.

CAPITOLUL 4

STRATEGII REPRODUCTIVE

4.1 LIPSA COMPORTAMENTULUI DE SELECȚIE A PARTENERILOR SEXUALI ÎN AMFIBIENII CU REPRODUCERE EXPLOZIVĂ

Introducere

La speciile la care talia sau vârsta sunt corelate cu fertilitate sau fitness crescute, alegerea partenerilor sexuali pe baza acestor parametrii poate fi avantajoasă (Kokko et al. 2003). Totuși, în sistemele care se reproduc exploziv, alegerea activă a partenerilor este riscantă deoarece indivizii care sunt selectivi riscă să piardă ocazia reproducerii. În mediile xerice, deoarece bălțile de depunere ouălor sunt disponibile doar pe intervale scurte de timp, selecția determină o presiune importantă pentru evenimente de reproducere foarte scurte și sincronizate la nivel local. În zona de studiu, specia *C. stolzmanni* se reproduce exploziv pe parcursul unei nopți ce urmează după prima furtună puternică a sezonului ploios. Ceea ce reduce și mai mult numărul de ocazii de reproducere pentru indivizi este faptul că aceste broaște trăiesc puțin. De aceea, este de așteptat ca femelele mai mari să producă un număr mai mare de ouă, ceea ce determină existența unui dimorfism sexual, femelele fiind mai mari decât masculii. S-a analizat de asemenea modul în care dimensiunea corpului, vârsta sau condiția corporală afectează succesul reproductiv, fiind de așteptat ca indivizii mai mari sau mai experimentați să își aleagă parteneri cu caracteristici similare.

Materiale și metode

S-au desfășurat observații în teren la aceeași baltă de reproducere pe parcursul a doi ani consecutivi. Vârsta indivizilor a fost estimată folosind metoda scheletocronologică. Indivizii găsiți în amplexus au fost măsurați pentru a testa ipoteza că masculii mai mari (sau mai în vârstă) aleg femelele similare. S-a comparat numărul de ouă depuse și respectiv masa ponteii cu dimensiunea femelelor pentru a vedea dacă fertilitatea este corelată cu talia. Pentru a testa dacă dimensiunea sau condiția corporală influențează succesul reproductiv al masculilor, s-au comparat acești parametri pentru masculii care au fost capabili să atragă femele, comparativ cu cei rămași solitari după ce toate femelele de la balta de reproducere și-au găsit parteneri de amplex.

Principalele rezultate și discuții

Alegerea partenerilor sexuali la specia *C. stolzmanni* s-a făcut aleatoriu, cel puțin în ceea ce privește parametrii testați. Masculii mai mari nu au fost capabili să prindă în amplexus femele mai mari (fig. 10a), deși dimensiunea femelelor a fost corelată cu fertilitatea acestora. În plus, succesul masculilor nu a fost influențat de talia, condiția corporală sau vârsta acestora (fig. 10b). Aceste rezultate indică faptul că, în sistemele în care ocaziile de împerechere sunt rare și au durată scurtă, existența unui sistem aleatoriu de alegere a partenerilor sexuali este favorizat, chiar dacă există avantaje teoretice ale selectivității.

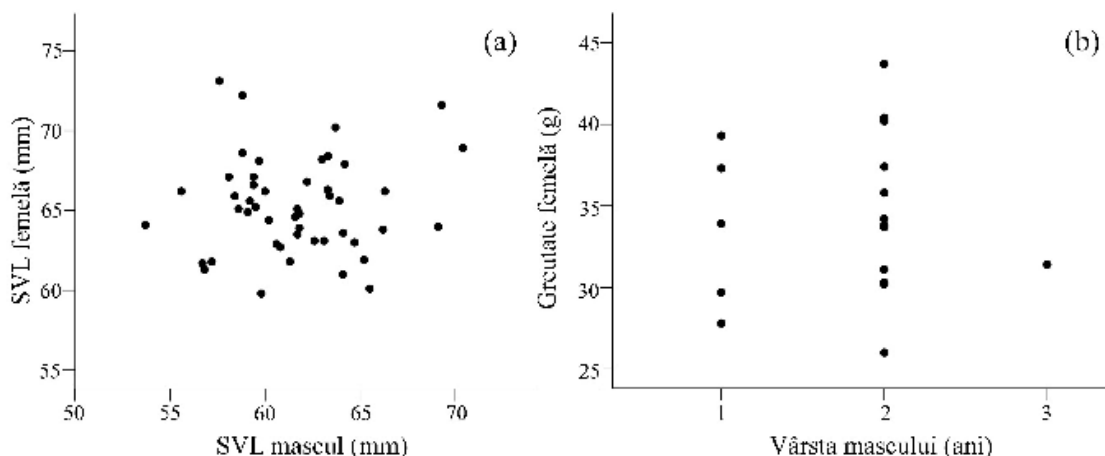


Figura 10. (a) Alegerea partenerilor sexuali (în amplex, $n = 49$), în funcție de lungimea corporală (SVL); (b) greutatea femelelor în funcție de vârsta partenerilor ($n = 19$) la *Ceratophrys stolzmanni*.

CONCLUZII GENERALE

Numeroase aspecte din viața broaștelor săpătoare au fost afectate profund și armonizate cu tiparele sezoniere de producere a precipitațiilor și cu schimbările în disponibilitatea apei din mediu lor natural. Cantitatea redusă de precipitații afectează atât stadiul de viață terestru cât și pe cel acvatic, adulții reducându-și drastic activitatea, iar mormolocii modificându-și tiparul de dezvoltare, adoptând o metamorfoză rapidă care este corelată cu reducerea fitness-ului în stadiile ulterioare, iar juvenilii maturizându-se mai rapid, ceea ce se face cu o reducere corespunzătoare a longevității. Pe de altă parte, specia dispune de o serie de adaptări ce îi permit să valorifice rarele ocazii când resursele pentru creștere sunt disponibile, prin sincronizarea reproducerii într-un interval scurt la începutul sezonului ploios, ceea ce oferă mormolocilor cele mai bune șanse de dezvoltare, prin reducerea consumului energetic prin reducerea mobilității în cazul activității de suprafață și prin alegerea profunzimii galeriilor. Rezultatele studiului sugerează că adaptările la circumstanțele dure din mediile xerice sunt similare la diferite anurele care adoptă stilul de viață săpător.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

- Altwegg R, Reyer HU (2003) Patterns of natural selection on size at metamorphosis in water frogs. *Evolution* **57**:872-882.
- Bentley PJ (1966) Adaptations of Amphibia to arid environments. *Science* **152**:619-623.
- Biek R, Funk WC, Maxell BA, Mills LS (2002) What is missing in amphibian decline research: insights from ecological sensitivity analysis. *Conserv. Biol.* **16**:728-734.
- Booth DT (2006) Effect of soil type on burrowing behavior and cocoon formation in the green-striped burrowing frog, *Cyclorana alboguttata*. *Can. J. Zool.* **84**:832-838.
- Duellman WE, Lizana M (1994) Biology of a sit-and-wait predator, the leptodactylid frog *Ceratophrys cornuta*. *Herpetologica* **50**:51-64.
- Duellman WE, Trueb L (1994) Biology of amphibians. Johns Hopkins University press, Baltimore, Maryland, USA.
- Eskew EA, Willson JD, Winne CT (2009) Ambush site selection and ontogenetic shifts in foraging strategy in a semi-aquatic pit viper, the Eastern cottonmouth. *J. Zool., Lond.* **277**:179-186.

- Fabrezi M (2006) Morphological evolution of Ceratophryinae (Anura, Neobatrachia). *J. Zool. Syst. Evol. Res.* **44**:153-166.
- Fabrezi M, Emerson SB (2003) Parallelism and convergence in anuran fangs. *J. Zool., Lond.* **260**:41-51.
- Fabrezi M, Quinzio SI (2008) Morphological evolution in Ceratophryinae frogs (Anura, Neobatrachia): the effects of heterochronic changes during larval development and metamorphosis. *Zool. J. Linn. Soc.* **154**:752-780.
- Faivovich J, Nicoli L, Blotto BL, Pereyra MO, Baldo D, Barrionuevo JS, Fabrezi M, Wild ER, Haddad CFB (2014) Big, bad, and beautiful: phylogenetic relationships of the horned frogs (Anura: Ceratophryidae). *S. Am. J. Herpetol.* **9**:207-227.
- Feder ME, Burggren WW (1992) Environmental physiology of the amphibians. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA.
- Gosner KL (1960) A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. *Herpetologica* **16**:183-190.
- Green T, Das E, Green DM (2016) Springtime emergence of overwintering toads, *Anaxyrus fowleri*, in relation to environmental factors. *Copeia* **104**:393-401.
- Hixon MA, Pacala SW, Sandin SA (2002) Population regulation: historical context and contemporary challenges of open vs. closed systems. *Ecology* **83**:1490-1508.
- Huey RB, Pianka ER (1981) Ecological consequences of foraging mode. *Ecology* **62**:991-999.
- Kinlaw A (1999) A review of burrowing by semi-fossorial vertebrates in arid environments. *J. Arid Environ.* **41**:127-145.
- Kokko H, Brooks R, Jennions MD, Morley J (2003) The evolution of mate choice and mating biases. *Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* **270**:653-664.
- Laudet V (2011) The origins and evolution of vertebrate metamorphosis. *Curr. Biol.* **21**:R726-R737.
- Lima P, Magnusson A, Ernest W (1998) Partitioning seasonal time: interactions among size, foraging activity and diet in leaf-litter frogs. *Oecologia* **116**:259-266.
- Morey S, Reznick D (2000) A comparative analysis of plasticity in larval development in three species of spadefoot toads. *Ecology* **81**:1736-1749.
- Newman RA (1992) Adaptive plasticity in amphibian metamorphosis. *Bioscience*:671-678.
- Ni Q, Xie M, Grueter CC, Jiang X, Xu H, Yao Y, Zhang M, Li Y, Yang J (2015) Effects of food availability and climate on activity patterns of western black-crested gibbons in an isolated forest fragment in southern Yunnan, China. *Primates* **56**:351-363.

- Padilla DK, Adolph SC (1996) Plastic inducible morphologies are not always adaptive: the importance of time delays in a stochastic environment. *Evol. Ecol.* **10**:105-117.
- Quinzio SI, Fabrezi M, Faivovich J (2006) Redescription of the tadpole of *Chacopryus pierottii* (Vellard, 1984) (Anura, Ceratophryidae). *S. Am. J. Herpetol.* **1**:202-209.
- Rudolf VHW, Rödel MO (2007) Phenotypic plasticity and optimal timing of metamorphosis under uncertain time constraints. *Evol. Ecol.* **21**:121-142.
- Ruibal R, Tevis Jr L, Roig V (1969) The terrestrial ecology of the spadefoot toad *Scaphiopus hammondi*. *Copeia* **1969**:571-584.
- Selwood KE, McGeoch MA, Mac Nally R (2015) The effects of climate change and land-use change on demographic rates and population viability. *Biol. Rev.* **90**:837-853.
- Shine R, Brown GP (2008) Adapting to the unpredictable: reproductive biology of vertebrates in the Australian wet-dry tropics. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences* **363**:363-373.
- Smith MA, Green D (2005) Dispersal and the metapopulation paradigm in amphibian ecology and conservation: are all amphibian populations metapopulations? *Ecography* **28**:110-128.
- Steindachner F (1882) Batrachologische Beiträge. Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-Naturwissenschaftliche, Wien, Austria.
- Timm BC, McGarigal K, Cook RP (2014) Upland movement patterns and habitat selection of adult eastern spadefoots (*Scaphiopus holbrookii*) at Cape Cod National Seashore. *J. Herpetol.* **48**:84-97.
- Vlašánek P, Fric ZF, Zimmermann K, Novotný D, Čížek O, Klečková I, Vrba P, Kadlec T, Konvička M (2018) Do butterfly activity data from mark-recapture surveys reflect temporal patterns? *J. Insect. Behav.* **31**:385-401.
- Walsh PT (2010) Anuran life history plasticity: Variable practice in determining the end-point of larval development. *Amphibia-Reptilia* **31**:157-167.
- Wassersug RJ, Sperry DG (1977) The relationships of locomotion to differential predation on *Pseudacris triseriata* (Anura: Hylidae). *Ecology* **58**:830-839.
- Wells KD (2010) The ecology and behavior of amphibians. University of Chicago Press, Chicago, USA.
- Wilbur HM (1980) Complex life cycles. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* **11**:67-93.
- Wilbur HM, Collins JP (1973) Ecological aspects of amphibian metamorphosis. *Science* **182**:1305-1314.

Zug GR, Vitt LJ, Caldwell JP (2001) Herpetology - an introductory biology of amphibians and reptiles. Academic Press, London, UK.

LUCRĂRI ȘTIINȚIFICE INCLUSE ÎN TEZĂ

Articole în reviste de specialitate:

Székely D, Cogălniceanu D, Székely P, Denoël M (2018) Dryness affects burrowing depth in a semi-fossorial amphibian. *Journal of Arid Environments* **155**:79-81. doi: 10.1016/j.jaridenv.2018.02.003.

Székely D, Denoël M, Székely P, Cogălniceanu D (2018) Breed fast, die young: demography of a poorly known fossorial frog from the xeric Neotropics. *Salamandra* **54**:37-44.

Székely D, Székely P, Denoël M, Cogălniceanu D (2018) Random size-assortative mating despite size-dependent fecundity in a Neotropical amphibian with explosive reproduction. *Ethology* **124**: 218-226. doi: 10.1111/eth.12724.

Székely D, Denoël M, Székely P, Cogălniceanu D (2017) Pond drying cues and their effects on growth and metamorphosis in a fast developing amphibian. *Journal of Zoology* **303**:129-135. doi: 10.1111/jzo.12468.

În revizie:

Székely D, Gaona FP, Székely P, Cogălniceanu D. What does a Pacman eat? Macrophagy and necrophagy in a generalist predator (*Ceratophrys stolzmanni*). Submitted for publication at *PeerJ* journal.

Participări la congrese științifice:

Székely D, Székely P, Stănescu F, Cogălniceanu D, Sinsch U (2017) Breed fast, die young - Demography of a Neotropical fossorial frog. 19th European Congress of Herpetology, Salzburg, Austria.

Székely D, Székely P, Denoël M, Cogălniceanu D (2016). Who are the winners in the race against desiccation – phenotypic plasticity in a fossorial toad. I Congreso Argentino-Paraguayo de Herpetología, Posadas, Argentina and Encarnacion, Paraguay.

Székely D, Székely P, Denoël M, Cogălniceanu D (2016) Phenotypic plasticity in a fossorial toad from a Pacific xeric forest (Ecuador). XIV Congreso Luso-Español de Herpetología, Lleida, Spain.

ALTE LUCRĂRI ȘTIINȚIFICE

Articole în reviste de specialitate:

Székely P, Eguiguren JS, **Székely D**, Ordóñez-Delgado L, Armijos-Ojeda D (2018) A new minute *Pristimantis* (Amphibia: Anura: Strabomantidae) from the Andes of southern Ecuador. PLOS ONE 13:e0202332. doi: 10.1371/journal.pone.0202332.

Stănescu F, **Székely D**, Székely P, Topliceanu S, Cogălniceanu D (2017) The impact of salinity on early-developmental stages in two sympatric spadefoot toads and implications for amphibian conservation in coastal areas. *Hydrobiologia* **792**:357-366. doi: 10.1007/s10750-016-3074-2.

Székely D, Cogălniceanu D, Székely P, Denoël M (2017) Out of the ground: coexisting fossorial species differ in their emergence and movement patterns. *Zoology* **121**:49-55. doi: 10.1016/j.zool. 2016.12.003.

Stănescu F, Iosif R, Székely P, **Székely D**, Cogălniceanu D (2016) Mass migration of *Pelobates syriacus* (Boettger, 1889) metamorphs. *Herpetozoa* **29**:87-89.

Székely P, Cogălniceanu D, **Székely D**, Páez N, Ron SR (2016) A new species of *Pristimantis* from southern Ecuador (Anura, Craugastoridae). *ZooKeys* 606:77-97. doi: 10.3897/zookeys.606. 9121.

Székely P, Armijos-Ojeda D, Ordóñez-Delgado L, **Székely D**, Cogălniceanu D (2016) Amphibia, Anura, Bufonidae, *Rhaebo ecuadorensis* Mueses-Cisneros, Cisneros-Heredia & McDiarmid, 2012, and Anura, Hylidae, *Phyllomedusa tarsius* (Cope, 1868): range extensions and first records for Zamora-Chinchipe province, Ecuador. *Check List* **12**:1-5. doi: 10.15560/12.5.1966.

Székely P, **Székely D**, Armijos-Ojeda D, Jara-Guerrero A, Cogălniceanu D (2016) Anfíbios de un bosque seco tropical: Reserva Ecológica Arenillas, Ecuador. *Revista Ecosistemas* **25**:24-34. doi: 10.7818/ECOS.2016.25-2.04.

Székely D, Székely P, Cogălniceanu D (2015) *Pelobates syriacus* (Syrian Spadefoot). Cannibalism. *Herpetological Review* **46**:76-77.

Cogălniceanu D, Roşioru D, Székely P, **Székely D**, Buhaciuc E, Stănescu F, Miaud C (2014) Age and body size in populations of two syntopic spadefoot toads (genus *Pelobates*) at the limit of their ranges. *Journal of Herpetology* **48**:537-545. doi: 10.1670/13-101.

Stănescu F, Buhaciuc E, Székely P, **Székely D**, Cogălniceanu D (2014) Facultative paedomorphosis in a population of Smooth Newt (*Lissotriton vulgaris*, Caudata, Salamandridae) from the Danube Delta Biosphere Reserve (Romania). *Turkish Journal of Zoology* **38**:114-117.

Cogălniceanu D, Rozyłowicz L, Székely P, Samoilă C, Stănescu F, Tudor M, **Székely D**, Iosif R (2013) Diversity and distribution of reptiles in Romania. *ZooKeys* **341**:49-76. doi: 10.3897/zookeys.341.5502.

Cogălniceanu D, Székely P, Iosif R, **Székely D**, Stănescu F (2013) Life history and conservation of spadefoot toads (genus *Pelobates*) in Romania. *FrogLog* **21**:24-26.

Cogălniceanu D, Székely P, **Székely D**, Roşioru D, Băncilă RI, Miaud C (2013) When males are larger than females in ectotherms: reproductive investment in the eastern spadefoot toad *Pelobates syriacus*. *Copeia* **4**:699-706.

Székely P, Iosif R, **Székely D**, Stănescu F, Cogălniceanu D (2013) Range extension for the Eastern spadefoot toad *Pelobates syriacus* (Boettger, 1889) (Anura: Pelobatidae). *Herpetology Notes* **6**:481-484.

Participări la congrese ştiinţifice:

Cogălniceanu D, Székely P, **Székely D**, Armijos-Ojeda D, Aguirre N (2016) When is a species inventory complete? Herpetofauna of Reserva Buenaventura, Ecuador. I Congreso Argentino-Paraguayo de Herpetologia, Posadas, Argentina and Encarnacion, Paraguay.

Stănescu F, **Székely D**, Székely P, Cogălniceanu D (2016) El impacto de la salinidad sobre el desarrollo temprano en dos sapos de espuelas (Anura: Pelobatidae). I Congreso Argentino-Paraguayo de Herpetologia, Posadas, Argentina and Encarnacion, Paraguay.

Székely P, **Székely D**, Armijos-Ojeda D, Cogălniceanu D (2016) Reptiles from a tropical dry forest: Reserva Ecologica Arenillas, Ecuador. I Congreso Argentino-Paraguayo de Herpetologia, Posadas, Argentina and Encarnacion, Paraguay.

- Stănescu F, Băncilă R, Székely P, **Székely D**, Iosif R, Buhaciuc E, Cogălniceanu D (2015) Potential influence of climate conditions on body condition of Syrian spadefoot toads, *Pelobates syriacus*. 18th European Congress of Herpetology, Wroclaw, Poland.
- Székely D**, Stănescu F, Székely P, Denoël M, Cogălniceanu D (2015) Behavioral effects of exposure to salinity on tadpoles of two syntopic species of spadefoot toads (genus *Pelobates*). 18th European Congress of Herpetology, Wroclaw, Poland.
- Bogdan M, Iosif R, **Székely D**, Székely P, Buhaciuc E, Stănescu F, Cogălniceanu D (2014) The status of *Testudo graeca* and *T. hermanni* populations in southeastern Romania. 6th Annual Zoological Congress of “Grigore Antipa” Museum (CZGA), Bucharest, Romania.
- Buhaciuc E, Stănescu F, Székely P, **Székely D**, Samoilă C, Iosif R, Băncilă R, Roșioru D, Cogălniceanu D (2014) What shapes species distribution? A case study on spadefoot toads (genus *Pelobates*). Ecology and Evolutionary Biology Symposium, Istanbul, Turkey.
- Cajade R, Székely P, **Székely D**, Marangoni F, Cogălniceanu D (2014) Los anuros se alimentan durante los eventos reproductivos?: un estudio de caso con las especies acuáticas *Bombina bombina* y *B. variegata*. I Congreso Paraguayo de Herpetología, San Lorenzo, Paraguay.
- Stănescu F, **Székely D**, Székely P, Cogălniceanu D (2014) Salinity tolerance in early developmental stages in *Pelobates fuscus* (Laurenti, 1768) and *Pelobates syriacus* (Boettger, 1889) (Anura: Pelobatidae). 6th Annual Zoological Congress of “Grigore Antipa” Museum (CZGA), Bucharest, Romania.
- Topliceanu TS, Stănescu F, **Székely D**, Székely P, Cogălniceanu D (2014) Age-related parameters in a *Pelobates fuscus* (Laurenti, 1768) (Anura: Pelobatidae) population from NW Romania over a decade. 5th Annual Zoological Congress of “Grigore Antipa” Museum (CZGA), Bucharest, Romania.
- Buhaciuc E, Cogălniceanu D, Roșioru D, Székely P, **Székely D**, Stănescu F, Miaud C (2013) Age and body size in populations of two syntopic spadefoot toads (genus *Pelobates*) at the limit of their ranges. Aquatic Biodiversity International Conference, Sibiu, Romania.
- Cogălniceanu D, Székely P, **Székely D**, Stănescu F, Buhaciuc E, Samoilă C, Iosif R, Băncilă R, Roșioru D (2013) Life history strategies of spadefoot toads (genus *Pelobates*). 5th Annual Zoological Congress of “Grigore Antipa” Museum (CZGA), Bucharest, Romania.
- Iosif R, Stănescu F, Székely P, **Székely D**, Buhaciuc E, Roșioru D, Cogălniceanu D (2013) Life history strategies in spadefoot toads (genus *Pelobates*). BIOTA Symposium. Biodiversitate: Tradiții și Actualitate, Cluj-Napoca, Romania.

Székely D, Denoel M, Székely P, Cogălniceanu D (2013) Differences in locomotor activity in two syntopic spadefoot toad species (genus *Pelobates*). 17th European Congress of Herpetology, Veszprem, Hungary.

Székely P, Băncilă R, **Székely D**, Cogălniceanu D (2013) Variation in body size and sexual dimorphism in two *Pelobates fuscus* populations. 17th European Congress of Herpetology, Veszprem, Hungary.

Roşioru D, Székely P, **Székely D**, Buhaciuc E, Stănescu F, Miaud C, Cogălniceanu D (2012) Population structure of two syntopic spadefoot toads (genus *Pelobates*) at the limit of their ranges. 12th International Congress on the Zoogeography, Ecology and Evolution of Southeastern Europe and the Eastern Mediterranean), Athens, Greece.

Stănescu F, Iosif R, **Székely D**, Székely P, Cogălniceanu D (2012) Salinity tolerance in *Pelobates fuscus* tadpoles. 4th Annual Zoological Congress of “Grigore Antipa” Museum (CZGA), Bucharest, Romania.

Prelegeri publice:

“Estudios a largo plazo de las poblaciones de anfibios y reptiles en Rumania”. On 27 October 2014 at National University of Misiones, Posadas, Argentina and on 3 November 2014 at National University of North-East, Corrientes, Argentina.

“Behavioral strategies in amphibians living in xeric environments: an analysis of movement and resource use across life stages”. On 5 October 2016 at Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador.