

UNIVERSITATEA OVIDIUS DIN CONSTANȚA
ȘCOALA DOCTORALĂ DE ȘTIINȚE APLICATE
DOMENIUL BIOLOGIE

REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

DINAMICA POPULAȚIILOR DE ECTOTERME



(teză în cotutelă)

Conducători de doctorat,

Dr. Dan Cogălniceanu (Universitatea “Ovidius” din Constanța, România)

Dr. Miguel Angel Carretero (Universitatea din Porto, Portugalia)

Student doctorand,

Ochiană (Vlad) Elena-Sabina

CONSTANȚA, 2023

There is no vertebrate group facing greater survival problems today. Turtles saw the great dinosaurs come and go and are now facing their own extinction crisis.
— John L. Behler

CUPRINSUL INTEGRAL AL TEZEI

MULȚUMIRI	i
LISTA ABREVIERILOR.....	iii
ABSTRACT	iv
REZUMAT	v
INTRODUCERE.....	1
Ectothermele în Antropocen	2
Importanța temperaturii.....	2
Modificări în aria de distribuție.....	4
SCOPUL STUDIULUI	6
PREZENTAREA SPECIILOR ȘI A ZONELOR DE STUDIU	8
 CAPITOLUL I	
Dinamica populațiilor de țestoase în apropierea limitei de distribuție	23
Descrierea bazei de date.....	35
Diferențe în dimensiune și în dimorfism sexual	37
Parametrii populaționali în sudul Deltei Dunării	39
Influența variabilelor climatice asupra dimensiunii	43
 CAPITOLUL II	
Evaluarea vârstei la țestoase pe baza mai multor metode.....	49
Formarea anuală a inelelor de cheratină.....	56
Scheletocronologia aplicată pe diferite elemente scheletice	57
Liniile de stopare a creșterii vs inelele de creștere de cheratină	58
Modele de creștere	60
 CAPITOLUL III	
Cicatricile și malformațiile țestoaselor ca indicatori ai impactului uman	65
Cicatricile antropogene	73
Cicatricile naturale	74
Malformații	75

CAPITOLUL IV

Utilizarea cicatricilor în deducerea selecția sexuală la șopârle	81
Dimorfismul sexual	87
Polimorfismul culorilor	88
Cicatricile ca indicator al competiției între masculi	90
Cicatricile femelelor ca indicator al intensității selecției sexuale	93

CAPITOLUL V

Managementul și conservarea reptilelor	97
Coexistența omului cu fauna sălbatică	98
Cum percep vizitatorii reptilele dintr-un sit arheologic	98
Impactul antropic într-o arie protejată	105
Speciile alogene și impactul lor asupra faunei locale	112
Răspândirea mediată a speciilor alogene	112
Folosirea interacțiunilor biotice pentru conservare	118

CONCLUZII.....	127
-----------------------	------------

REFERINȚE	129
------------------------	------------

LISTĂ DE FIGURI.....	159
-----------------------------	------------

LISTĂ DE TABELE	165
------------------------------	------------

ANEXE.....	167
-------------------	------------

LISTĂ DE PUBLICAȚII	187
----------------------------------	------------

MULȚUMIRI

Le sunt profund recunoscătoare mentorilor mei, Dan Cogălniceanu și Miguel Carretero, pentru grija și generozitatea cu care mi-au îndrumat parcursul academic, pentru tot efortul investit în mine și în această teză și pentru prietenia și deschiderea cu care m-au primit în echipele lor. De asemenea, vreau să le mulțumesc membrilor comisiei mele de îndrumare. Domnului conferențiar Marius Skolka a crezut mereu în mine, mi-a pus în brațe numeroase cărți de-a lungul anilor și mi-a împărtășit pasiunea sa molipsitoare pentru cunoaștere. Raluca Băncilă mi-a oferit ajutor și m-a îndrumat ori de câte ori am avut nevoie, iar dna profesor Lucica Tofan m-a încurajat continuu în toată această perioadă.

Pe lângă aceste persoane, Florina Stănescu mi-a oferit enorm de mult sprijin, îndrumare, prietenie și încredere. De asemenea, le sunt recunoscătoare lui Ruben Iosif, Tibor Hartel, Laurențiu Rozyłowicz, Diana și Paul Székely, Cristina Preda, Daniyar Memedemin, Marian Tudor, Rodica Plăiașu, Zbyszek Boratyński, Quentin Groom, Sofie Meeus și Brahim Chergui pentru ca mi-au împărtășit cu răbdare din cunoștințele lor vaste de-a lungul anilor.

Doresc să le mulțumesc pentru colaborare Alexandrei Telea, Geaninei Fănaru, Lekshmi Sreelatha, Olexandrei Oskyrko, Danielle Klomp, Guillem Perez y de Lanuza și Jasmijn Hillaert. Le sunt recunoscătoare colegilor și voluntarilor care au contribuit la colectarea datelor, în special lui Ovidiu Drăgan, Alina Croitoru, Sebastian Topliceanu, Miruna Vizireanu, Teodora Tănase, Ștefan Maxim, Marian Ungureanu, Gabriel Ene și Lavinia Voiculescu.

Nu în ultimul rând, le mulțumesc arheologilor Cătălin Pavel pentru conversațiile deosebit de interesante, prietenie și sprijin, și lui Liviu Iancu pentru generozitatea sa, fără de care aș fi pierdut multe alte zile de teren căutând animalele în zonele greșite.

Mulțumesc administrațiilor Parcului Național Munții Măcinului și Rezervației Biosferei Delta Dunării pentru eliberarea permiselor de cercetare, Muzeului de Istorie Națională și Arheologie Constanța pentru facilitarea colaborării și personalului Complexului Arheologic Histria pentru ajutorul acordat de-a lungul anilor în ceea ce privește accesul și informațiile.

Asociația Chelonia România mi-a oferit sprijin financiar și logistic continuu pe parcursul anilor de licență, masterat și doctorat. În timpul doctoratului am beneficiat de susținere prin granturi oferite de Ministerului Educației și Cercetării din România, CNCS - UEFISCDI, PN-III-P1-1.1-TE-2019-1233, de COST în cadrul acțiunilor CA18221

PERIAMAR și CA17122 Alien CSI, de Academia Oamenilor de Știință din România și de proiectul Excelența academică și valori antreprenoriale - sistem de burse pentru asigurarea oportunităților de formare și dezvoltare a competențelor antreprenoriale ale doctoranzilor și postdoctoranzilor (ANTREPRENORDOC), cofinanțat din Fondul Social European prin Programul Operațional Capital Uman, 2014-2020, Contract nr. 36355/23.05.2019 POCU/380/6/13 - Cod SMIS: 123847. Cercetările din Pirinei au fost sprijinite de proiectele 28014 02/SAICT/2017 și 30288 02/SAICT/2017 ale Fundației Portugheze pentru Știință și Tehnologie (FCT) și de un grant al Ministerului spaniol al Științei și Inovării (CGL2011-23751).

Vreau să adresez cele mai calde mulțumiri întregii familii, dar mai ales soțului și fiicei mele, care au crezut în mine, mi-au fost mereu alături și m-au ajutat să-mi găsesc motivația în momentele dificile. Sper ca în viitor Iris să descopere un domeniu care să îi placă cel puțin la fel de mult cât iubesc eu direcția de cercetare expusă în această teză.

CUVINTE CHEIE: parametrii demografici, schimbări climatice, vârsta și parametrii de creștere, impact antropic, selecție sexuală, specii invazive, interacțiuni biotice.

INTRODUCERE GENERALĂ

Până în prezent au fost descrise 12000 de specii de reptile la nivel mondial, dintre care 3% sunt reprezentate de țestoase și 34% de șopârle (Uetz și colab., 2023). Factori antropici precum pierderea habitatului, poluarea, braconajul, speciile invazive și bolile duc la un declin, alarmant (Gibbons și colab., 2000, Böhm și colab., 2013, Stanford și colab., 2020).

Prevenirea extincției țestoaselor în secolul XXI necesită protejarea habitatelor naturale rămase, în special a hotspoturilor de diversitate (Stanford și colab., 2020). În acest context, studiile de monitorizare pe termen lung sunt esențiale pentru a dezvălui tendințele în ceea ce privește mărimea sau sănătatea populației (Gibbons și colab., 2000). Potrivit Turtle Conservation Coalition (2018), în istoria recentă, 10 taxoni de au dispărut deja.

Șopârlele constituie un grup eterogen de reptile, multe dintre ele confruntându-se cu un risc serios de dispariție din cauza arealului fragmentat sau foarte redus. Cu toate acestea, informațiile disponibile pentru a evalua în mod adecvat acest risc pentru toate speciile sunt insuficiente (Meiri și colab., 2018). Prin urmare, șopârlele necesită mai multă atenție în studiile taxonomice, ecologice și de conservare.

În prezent, ne confruntăm cu o criză gravă a biodiversității la nivel global (Ceballos și colab., 2015; Rull, 2022). Cele mai vulnerabile sunt populațiile care trăiesc la limita arealului de răspândire și care au o capacitate limitată de a se răspândi și de a coloniza noi teritorii (Foden și Young, 2016). Schimbările globale amenință în special organismele ectoterme, precum reptilele, acestea fiind mai vulnerabile la creșterea temperaturilor medii la nivel global. Efectele sunt amplificate de alterările antropice care pot afecta multiple aspecte ale funcției și structurii ecosistemului, provocând deteriorarea habitatelor (Mona și colab., 2019) și declinul speciilor (Gibbons și colab., 2000; Botejue și Wattavidanage, 2012; Janiawati și colab., 2016).

Scopul principal al tezei este de a aduce informații noi cu privire la adaptările ciclurilor de viață ale vertebratelor ectoterme care trăiesc la limita arealului. Pentru aceasta am ales două specii model, cu distribuție largă în zona centrală a Palearcticului de vest și m-am axat asupra populațiilor care ocupă zone apropiate fie de limita latitudinală a arealului, fie de limita altitudinală. Teza este structurată în cinci capitole, fiecare fiind conceput în jurul unui obiectiv independent:

- (i) Caracterizarea dinamicii populațiilor de țestoase în apropierea limitei nordice de distribuție;
- (ii) Evaluarea corelației dintre mărime și rata de creștere la țestoase;

- (iii) Estimarea impactului antropic asupra țestoaselor care locuiesc în arii protejate;
- (iv) Identificarea unor strategii de menținere a polimorfismului în populațiile de șopârle;
- (v) Gestionarea și conservarea eficientă a populațiilor de reptile.

PREZENTAREA GENERALĂ A SPECIILOR MODEL

Testudo graeca (Linnaeus, 1758) - Țestoasa dobrogeană (Figura 1A) este o specie prioritară pentru conservare în cadrul Uniunii Europene (Directiva Habitate, 1992), fiind inclusă în anexa II alături de alte „specii de plante și animale de interes comunitar a căror conservare necesită desemnarea zonelor speciale de habitate”. Este considerată vulnerabilă conform Uniunii Internaționale pentru Conservarea Naturii (IUCN; Cox și Temple, 2009), care subliniază necesitatea unor activități specifice de conservare și gestionare.

Podarcis muralis (Laurenti, 1768) - Șopârla de ziduri (Figura 1B) este o specie de interes comunitar în cadrul Uniunii Europene, fiind inclusă în anexa IV alături de alte „specii de animale și plante de interes comunitar care necesită o protecție strictă” (Directiva Habitate, 1992). În prezent, are o tendință stabilă, fiind evaluată cel mai recent ca neamenințată cu dispariția de către IUCN (Böhme et al., 2009; Cox și Temple, 2009).

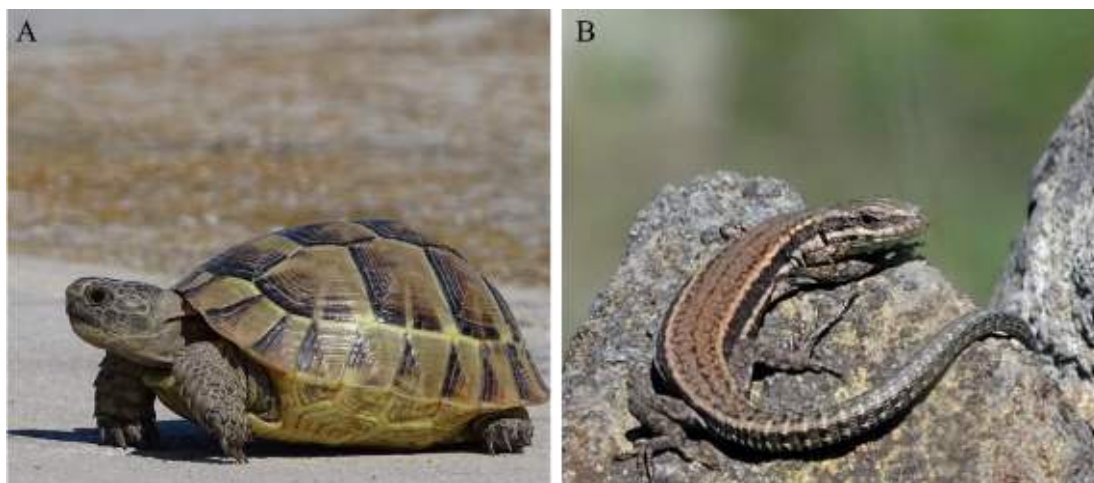


Figura 1. Speciile țintă. A – Țestoasa dobrogeană (*Testudo graeca*) fotografiată în nordul grindului Saele, Dobrogea, Romania și B – Șopârla de ziduri (*Podarcis muralis*), fotografiată în refugiul Fornet, Pirinei, Spania (original).

PREZENTAREA GENERALĂ A ZONELOR DE STUDIU

Au fost studiate mai multe populații ale celor două specii țintă, în două zone geografice distincte din Europa, aproape de limita latitudinală a arealului (în cazul țestoasei dobrogene) și, respectiv, altitudinală (în cazul șopârlei de ziduri).

Am inventariat mai multe populații de țestoase dobrogene, în diferite habitate, majoritatea incluse în cadrul rețelei Natura 2000 și situate la altitudini cuprinse între nivelul mării, în Rezervația Biosferei Delta Dunării, și 455 m în munții hercinici, Parcul Național Munții Măcinului (Figura 2A).

Șopârlele de ziduri au fost inventariate în 12 populații din Pirineii Centrali (nord-estul Spaniei). Indivizii au fost eșantionați în Valea Aran, în cadrul sitului Natura 2000 Baish Aran (ES5130004), protejat atât de Directiva Păsări, cât și de Directiva Habitate, la altitudini cuprinse între 995 și 2072 m (Figura 2B).

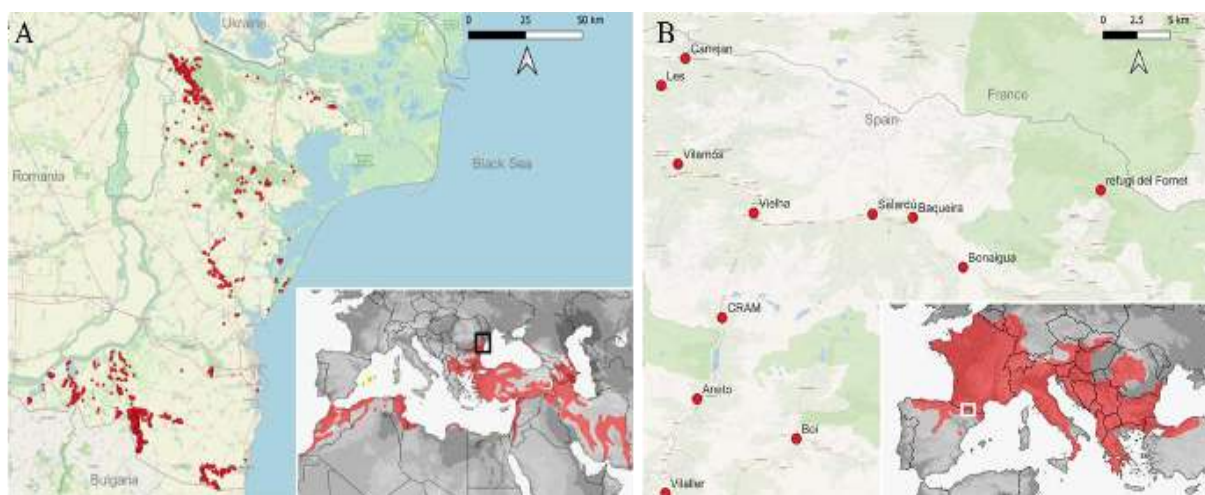


Figura 2. Zonele în care au fost studiate speciile țintă (original) și distribuția speciilor în palearcticul de vest (roșu - zona de răspândire nativă, galben - introducere; sursa: Midtgaard, 2019). A - Distribuția și punctele de colectare ale datelor pentru țestoasa dobrogeană (*Testudo graeca*) în Dobrogea, sud-estul României. B - Distribuția și locurile de prelevare ale șopârlelor de ziduri (*Podarcis muralis*) în Valea Aran, Pirineii Centrali, Spania.

Capitolul I. Dinamica populațiilor de țestoase în apropierea limitei de distribuție

INTRODUCERE

Studiile pe termen lung care vizează țestoasele beneficiază de avantajul oferit de longevitatea acestor reptile. Una dintre cele mai importante trăsături ale reptilelor este dimensiunea corpului. Aceasta influențează ciclul de viață și fitness-ul (Bailey et al., 2020) și este utilizată în mod frecvent ca indicator al efectului condițiilor de mediu asupra populațiilor (Chamaillé-Jammes et al., 2006; Moldowan et al., 2022). Astfel, ea poate furniza informații despre stabilitatea populației, modelele de distribuție și riscul de extincție (Peters 1983; Calder 1984). Deoarece influența temperaturii este majoră, reptilele sunt deosebit de sensibile la variațiile acesteia (Gatten Jr, 1984; Angilletta et al., 2004; Vitt și Caldwell, 2013). Conform regulii lui Bergmann (Angilletta et al., 2004), o scădere a temperaturii, care apare în mod natural odată cu creșterea altitudinii sau latitudinii, determină o creștere a dimensiunii corpului.

Pentru acest studiu, am folosit un set mare de date, colectate în Dobrogea, România, pentru a (i) determina dacă există diferențe între populații în ceea ce privește dimensiunea corporală și dimorfismul sexual, (ii) evalua dimensiunea, structura și densitatea unei populații monitorizate pe termen lung și (iii) determina ce variabile climatice pot explica variația dimensiunii țestoaselor.

PRINCIPALELE REZULTATE ȘI DISCUȚII

Diferențe în mărimea corporală și în dimorfismul sexual

În Dobrogea, dimensiunea țestoaselor (CCL, Figura 1) a variat independent de gradientul latitudinal și nu a respectat regula lui Bergmann, dovedită pentru *Testudo graeca* în cazul distribuției globale (Werner et al., 2016 și Anexa 1). Cu toate acestea, la această specie, variațiile de mărime pot fi determinate de factori precum precipitațiile anuale sau amplitudinea termică (Carretero et al., 2005). Țestoasele din sudul Dobrogei au avut o dimensiune corporală mai mare, dar un fitness mai scăzut în comparație cu populațiile din centrul și nordul Dobrogei. Dimorfismul sexual în dimensiunile corporale a fost prezent în toate cele trei regiuni, dar în sud s-a evidențiat o tendință opusă, masculii fiind mai mari decât media generală. Acest lucru ar putea fi interpretat prin prisma selecției sexuale,

dimensiunile mai mari ale masculilor evoluând ca o adaptare pentru creșterea succesului în lupte sau pentru a face posibilă împerecherea forțată cu femelele (Berry și Shine, 1980).

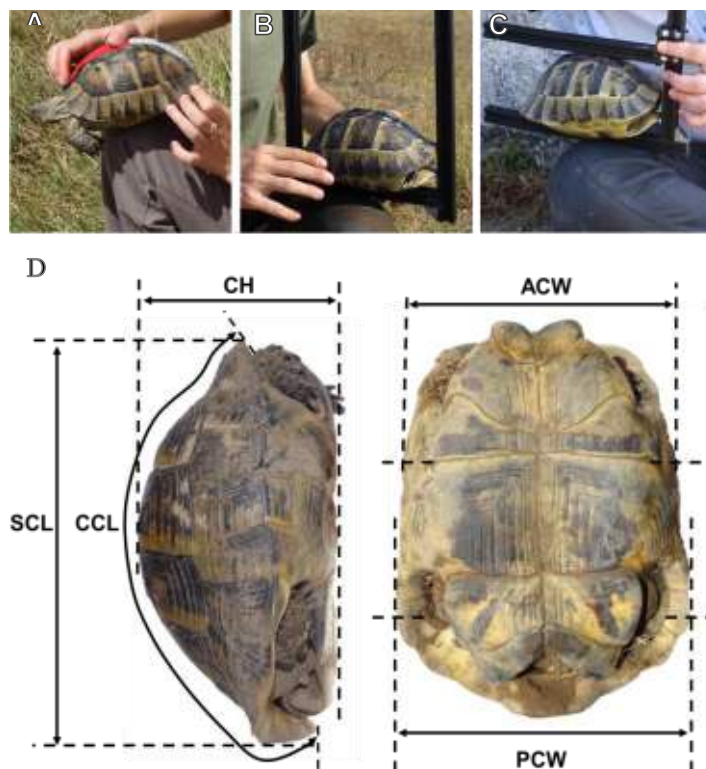


Figura 3. Metodologia de măsurare a țestoaselor pe teren – A, B și C, și măsurătorile morfometrice înregistrate – D: lungimea dreaptă a carapacei (SCL), lungimea curbă a carapacei (CCL), înălțimea carapacei (CH), lățimea anterioară a carapacei (ACW) și lățimea posterioară a carapacei (PCW).

Parametrii populaționali în sudul Deltei Dunării

La Histria, o populație intens monitorizată din centrul Dobrogei, măsurătorile morfometrice au permis explorarea dimorfismului sexual pe un set de date mai mare decât până acum (niciun dimorfism raportat anterior de Buică și colab., 2013) și au permis confirmarea unui dimorfism sexual normal al mărimilor. Densitatea observată, de aproximativ 14 adulți/ha și 20 de țestoase/ha, depășește densitatea observată anterior pentru această populație, de 5 țestoase/ha (Buică și colab., 2013). De asemenea, am estimat o populație de 748 ± 23 adulți, cu o densitate de 23 de adulți/ha, mai mare decât cea raportată anterior pentru această specie.

Creșterea dimensiunii corpului ca răspuns la schimbările climatice

Datele colectate la Histria au arătat o creștere a dimensiunii corpului țestoaselor odată cu aridizarea habitatului. În această populație, creșterea dimensiunii corporale poate fi explicată prin plasticitatea fenotipică, determinată de "regula resurselor", ceea ce înseamnă

că dimensiunea corporală este influențată în mod fundamental de disponibilitatea hranei (Aragón și Fitze, 2014). Astfel, o creștere a valorilor unor variabile climatice (e.g., ierni mai calde și mai umede) a influențat creșterea dimensiunii, probabil ca o consecință a extinderii sezonului de creștere activă a plantelor (Ottersen și colab., 2001; Vespremeanu-Stroe și Tătui, 2005).

Capitolul II. Evaluarea vârstei la țestoase pe baza mai multor metode

INTRODUCERE

Parametrii de vârstă sunt esențiali pentru o mai bună înțelegere a adaptărilor și a compromisurilor ciclurilor de viață (Caswell, 1982; Medica și colab., 2012). Aceștia pot fi studiați prin capturare-marcare-recapturare (CMR) și prin sclerocronologie (i.e., scheletocronologie și numărare inelelor de creștere de pe carapace). Interpretarea liniilor de stopare a creșterii din țesutul osos (LAG) prin scheletocronologie la țestoase este limitată la animale moarte, în schimb vârsta poate fi determinată prin numărarea inelelor de creștere de pe carapace (SGA) atât la animalele moarte, dar și la cele vii. Studiul de monitorizare pe termen lung a unei populații de *Testudo graeca*, început în 2010, a oferit prilejul de a testa și compara toate cele trei metode pentru estimarea vârstei la țestoase.

Am folosit datele furnizate de CMR pentru (i) a evalua dacă inelele de creștere de pe carapace se depun anual. Am colectat o varietate de oase din carcasele de țestoase, ceea ce ne-a permis (ii) să testăm utilitatea scheletocronologiei în diferite elemente scheletice și, atunci când erau disponibile scuturi de cheratină de la aceiași indivizi, (iii) să comparăm evaluările vârstei obținute prin scheletocronologie cu SGA. În cele din urmă, (iv) am caracterizat traiectoriile de creștere în populația de țestoase pe baza metodelor de evaluare a vârstei.

PRINCIPALELE REZULTATE ȘI DISCUȚII

Numărarea inelelor de creștere de pe carapacea țestoaselor este o metodă validă și neinvazivă de evaluare a vârstei la animalele de până la 26 de ani. Fotografiiile colectate în

timpul studiilor CMR au arătat că un nou inel de cheratină se formează anual la 71% dintre țestoasele eșantionate, în mod similar cu rezultatele raportate în populațiile de *T. hermanni* din nord-estul Spaniei (Bertolero și colab., 2005).

Abaterile de la vârsta preconizată au crescut semnificativ odată cu timpul trecut între capturi. Cea mai mare abatere (i.e., 10 ani) a fost observată la un singur individ cu vârsta estimată de 40 de ani. Evaluarea vârstei pe baza LAG-urilor a fost similară pe diferite elemente scheletice în 58% dintre animale (Figura 2) și nu a putut fi realizată pe vertebre, mandibule și falange.

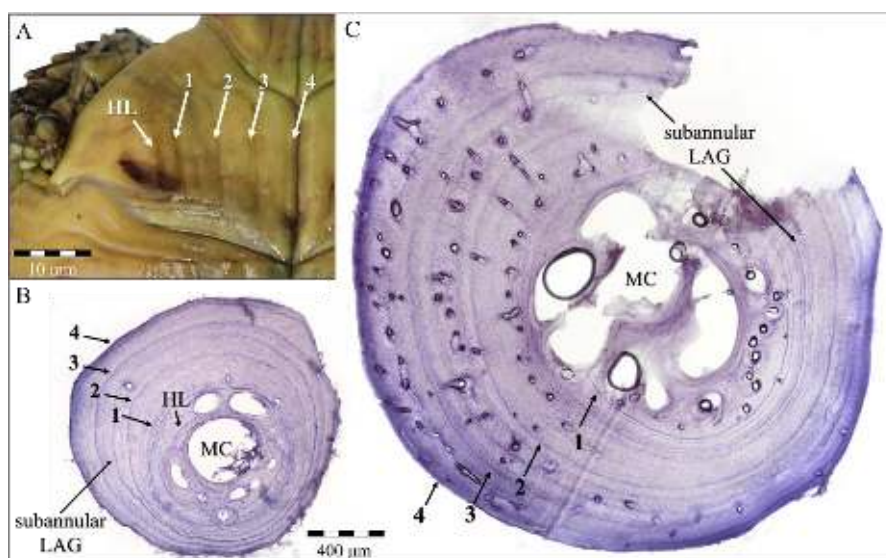


Figura 4. Estimarea vârstei la o țestoasă dobrogeană (*Testudo graeca*) în vârstă de patru ani. Inelele de creștere de pe plastron și liniile de creștere din interiorul țesutului osos sunt indicate cu săgeți. A. fotografie care include detalii ale scutului humeral din cheratină, B. secțiune transversală prin radius și C. secțiune transversală prin femur colectat de la același individ. HL - linie de eclozare, MC - cavitate medulară, subannular LAG - linie subanulară de creștere.

Resorbția endosteală și remodelarea osoasă au avut loc cu o rată mai mare în pubis, coracoid, ischium și tibie, împiedicând observarea LAG-urilor formate în primii ani de viață. Cel mai mare număr de LAG-uri au fost vizibil în ulnă, radius și femur, urmate de humerus, scapulă, fibulă și ilium. Rezultatele sunt similare cu cele publicate de Ehret (2007) la *Gopherus polyphemus*, care a concluzionat că humerusurile și femururile sunt cele mai potrivite pentru numărarea LAG-urilor. Scheletocronologia a subestimat în general vârsta evaluată prin SGA, diferențele crescând odată cu vârsta. Cea mai mare vârstă evaluată doar prin LAG-uri a fost de 28 de ani, prin SGA de 30 de ani, iar prin SGA și CMR de 40 de ani.

Tabelul 1. Parametrii de creștere Von Bertalanffy la *Testudo graeca* (n = 30), liniilor de creștere din țesutul osos (LAG) și a inelelor de creștere de pe carapace (SGA). SE = eroare standard, CI 95% = intervale de confidență de 95 %, SCL_{max} = mărimea asimptotică (cm), k = coeficient de creștere.

Method	Parameter	Estimate	SE	CI 95%
LAGs	SCL_{max}	20.46	1.07	18.25-22.67
	k	0.20	0.03	0.12-0.28
SGA	SCL_{max}	19.58	0.69	18.19-21.40
	k	0.17	0.03	0.10-0.21

Modelul de creștere Von Bertalanffy s-a potrivit în mod egal vârstei estimate prin fiecare din cele două metode (Tabelul 1). Vârsta la maturitatea sexuală în această populație este atinsă cel mai devreme la 6-7 ani. Într-un alt studiu (Díaz-Paniagua și colab., 2001), s-a constatat că cea mai timpurie maturitate sexuală la *T. graeca* în sudul Spaniei a fost de 5-6 ani. Modelele de creștere au indicat o traiectorie care începe să scadă abia după primii 10 ani de viață. Această strategie poate oferi un avantaj în condiții optime, permițând țestoaselor să atingă dimensiuni mai mari și, astfel, să maximizeze supraviețuirea și randamentul reproductiv (Heino și Kaitala, 1999; Ejsmond și colab., 2010; Armstrong și colab., 2018).

Capitolul III. Cicatricile și malformațiile țestoaselor ca indicatori ai impactului uman

INTRODUCERE

Țestoase sunt animale longevive care se deplasează lent și sunt adesea afectate de activitățile umane (Meek, 2007). Deși fauna sălbatică din ariile protejate beneficiază de măsurile de conservare, presiunea impactului antropic este încă prezentă, animalele suferind adesea atât în interiorul, cât și în afara acestor situri (Anderson și Mammides, 2020). Astfel, deși ariile protejate tind să atenueze impactul uman, o parte considerabilă din fauna sălbatică este afectată de activitățile antropice (Watson și colab., 2016).

Țestoasele sunt afectate și de factori naturali, cei mai periculoși fiind pantele abrupte sau abraziunile habitatului. Cu toate acestea, interacțiunile directe sau factorii derivați din

activitățile antropice, e.g., loviri intenționate, vehiculele sau intervențiile mecanizate (Hailey, 2000; Biaggini și Corti, 2018; Vlad et al., 2020) duc mai frecvent la uciderea sau vătămarea gravă a țestoase. Factorii de mediu (temperatura și umiditatea) pot influența proliferarea agenților patogeni, cum ar fi virusurile, bacteriile sau fungii și pot duce la infecții (Hatt, 2010).

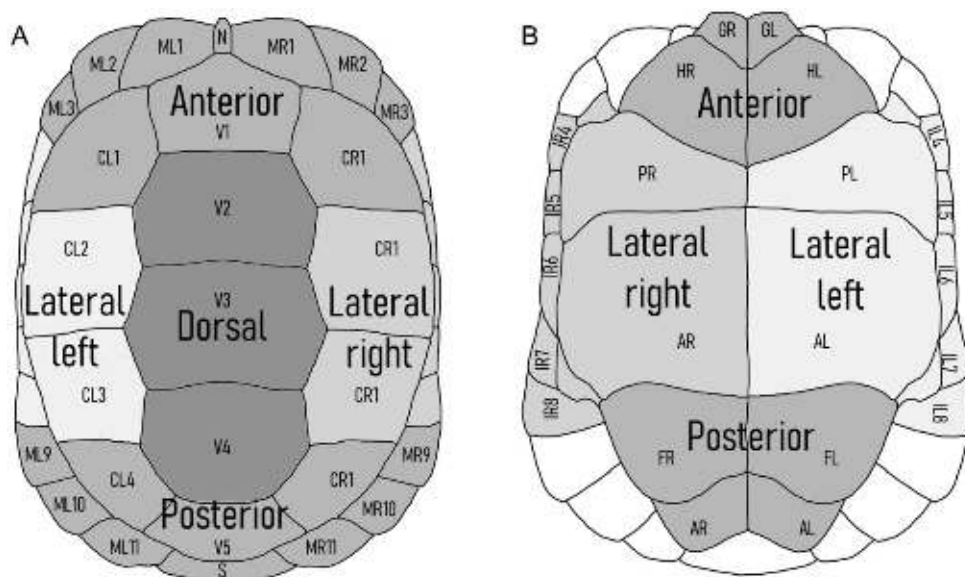


Figura 5. Plăcile cornoase la țestoasa dobrogeană: A. Carapace: N - nucală, M - marginală, V - vertebrală, C - costală, S - supracaudală și B. Plastron: G - gulară, H - humerală, P - pectorală, A - abdominală, F - femurală, A - anală, I - inframarginală. Regiunile țestului sunt marcate cu nuanțe de gri pentru anterior, posterior și lateral.

Am evaluat amploarea impactului uman asupra a trei populații de țestoase, care se află în rezervații naturale din Dobrogea, România. Am testat două ipoteze: (i) cicatricile de pe carapace și plastron, cuantificate pe baza fotografiilor digitale, sunt indicatori ai impactului direct (natural sau cauzat de om) și (ii) malformațiile sunt indicatori atât ai instabilității în timpul dezvoltării, cât și ai factorilor de stres din mediul înconjurător.

PRINCIPALELE REZULTATE ȘI DISCUȚII

Procentul de țestoase neafectate de cicatrici sau malformații diferă între populațiile. Cele mai multe țestoase cu carapace neafectată au fost înregistrate la Histria, în sudul Deltei Dunării (H-DD), ceea ce sugerează că indivizii care populează acest sit beneficiază de un grad mai mare de protecție decât celelalte două populații. În total, doar 15% dintre animale au carapacea sănătoasă, fără cicatrici (nici naturale, nici antropice) sau malformații. Cele mai multe dintre aceste animale sunt adulți tineri, acest lucru fiind în concordanță cu

constatările făcute de Buică și colab. (2014). La țestoasele afectate, în funcție de populație, cicatricile sunt localizate diferit, unele zone (Figura 3) fiind mai afectate.

Cicatricile ca indicatori ai impactului direct

Cicatricile naturale au fost prezente în toate populațiile într-o proporție ridicată. Așa cum au afirmat Buică și colab. (2014), abundența cicatricilor a fost mai mare pe carapace decât pe plastron. Cele mai afectate țestoase au fost cele de la Dunele Marine de la Agigea (DMA). În general, pe carapacea țestoaselor din H-DD și Podișul Nord Dobrogean (PND) au fost prezente mai puține cicatrici, însă, dacă luăm în considerare doar la zgârieturile determinate de abraziunile din habitat, țestoasele din PND au fost cele mai afectate. Țestoasele din DMA au avut cel mai mare procent de dermatomicoze și urme de colți de canide.

Cicatricile antropogene au fost prezente în toate populațiile, dar într-o proporție diferită. În timp ce în DMA doar trei țestoase aveau răni pe carapace, în PND aproape un sfert dintre acestea erau rănite. În H-DD am găsit cinci țestoase cu carapacea afectată de incendii de vegetație, în timp ce în PND doar una și în DMA niciuna.

Malformațiile ca indicatori ai factorilor de stres

Țestoase din PND au avut un procent mai mare de malformații în comparație cu celelalte două populații, chiar dacă diferența nu a fost statistic semnificativă. Având în vedere corelația pozitivă dintre malformații și cicatricile de origine naturală, precum și faptul că această populație a fost cea mai afectată de impactul antropic, acest lucru ar putea fi considerat un indicator pentru prezența factorilor de stres din mediul, care ar putea determina instabilitatea dezvoltării la indivizii tineri.

Populațiile studiate se află în habitate naturale, protejate în cadrul Rețelei Natura 2000, dar sunt situate în diferite regiuni ale Dobrogei, animalele fiind expuse la diferite tipuri de impact. Întrucât țestoasele din cele trei populații au fost supuse unor niveluri diferite de agresiune, putem concluziona că analiza cicatricilor se dovedește a fi un instrument valoros pentru a deduce statutul de protecție primit de populațiile acestei specii.

Capitolul IV. Utilizarea cicatricilor în deducerea selecției sexuale la șopârle

INTRODUCERE

Presiunile de mediu care acționează asupra organismelor pot determina răspunsuri plastice, selecție sau ambele, ceea ce duce la variații fenotipice în cadrul indivizilor din aceeași populație (White și Kemp, 2016). În rândul reptilelor, polimorfismul culorii a fost documentat pentru numeroase specii, fiind descris pentru cel puțin șapte familii de șopârle (Stuart-Fox și colab., 2021). La lacertide, interacțiunile intraspecifice din timpul perioadei de reproducere și întâlnirile agonistice din cadrul sezonului de activitate lasă cicatrici temporare (Galeotti și colab., 2010, Carretero și colab., 2018), care dispar, de obicei, la următoarea năpârlire. Aceste cicatrici pot oferi informații cu privire la presiunea de selecție la care sunt supuse animalele.

Șopârta de ziduri (*Podarcis muralis*) este o specie polimorfă, în aceeași populație existând mai multe morfe cu culoare ventrala diferită, care variază în frecvență și în utilizarea microhabitatului sau succesul în lupte, fapt adesea interpretat prin prisma selecției sexuale. Cu toate acestea, nu a fost încă evaluată legătura dintre culoare și nivelul de agresivitate suferit de morfe, dedus prin cuantificarea cicatricilor corporale.

Pe baza imaginilor digitale realizate în timpul sezonului de reproducere, am urmărit dacă polimorfismul din populațiile din Pirinei este menținut prin strategii alternative de interacțiune, specifice fiecărei morfe, prin cuantificarea cicatricilor din trei regiuni ale corpului.

Pentru aceasta, am formulat următoarele ipoteze: (i) la masculi, frecvența interacțiunilor ar putea semnaliza strategii comportamentale diferite, iar (ii) tentativele de acuplare nu depind de culoarea femelei, ci de mărime.

PRINCIPALELE REZULTATE ȘI DISCUȚII

Cicatricile s-au dovedit a fi un indicator indirect, dar informativ, asupra intensității selecției sexuale la șopârta de ziduri. Ca atare, sexele diferă puternic în ceea ce privește modelele de cicatrice.

Cicatricile ca indicator al competiției între masculi

Nivelul de agresivitate a fost explicat de dimensiunea capului în raport cu corpul, de fenotip și de interacțiunea dintre fenotip și lungime (Tabelul 2). Săptămâna de colectare a fost, de asemenea, un factor semnificativ, animalele având mai multe cicatrici cu trecerea timpului, așa cum era de așteptat. Majoritatea masculilor au avut mai multe cicatrici odată cu creșterea dimensiunii. Conform altor studii, masculii identifică potențialii competitori pe baza mărimii, a greutateii sau a familiarității, iar comportamentul agresiv ar putea fi un răspuns la o potențială amenințare, ridicată de conspecifici nerezidenți și identificați pe baza mirosului (Carazo și colab., 2008). Semnalele cromatice precum și prezența femelelor mediază de asemenea intensitatea luptelor (Briffa, 2014; López și Martín, 2002).

Tabelul 2. Rezultatele arată efectele fenotipului (MORPH), lungimii (SVL), dimensiunii capului în raport cu corpul (rPL), săptămânii de eșantionare (WEEK) și interacțiunile cu cicatricile din zona cefalică și toracică pentru masculi și inghinală pentru femele. Situl a fost utilizat ca *random factor* în toate modelele. MS – *media pătratică*, $F_{n, d}$ – *F cu gradele de libertate pentru numitor și numărător*

Fitted model	MS	$F_{n, d}$	p
Competiția dintre masculi			
MORPH	53.25	2.73 _{4, 481}	0.028
SVL	5.70	1.17 _{1, 481}	0.27
rPL	76.85	15.79 _{1, 481}	< 0.001
WEEK	413.37	16.99 _{5, 481}	< 0.001
MORPH*SVL	52.97	2.72 _{4, 481}	0.029
Selecția femelelor de către masculi			
MORPH	12.82	4.74 _{4, 346}	< 0.001
SVL	5.98	2.21 _{1, 344}	0.13
WEEK	5.58	2.06 _{5, 11}	0.14
MORPH*SVL	12.80	4.73 _{4, 346}	< 0.001

Cicatricile femelelor ca indicator al intensității selecției sexuale

Prezența cicatricilor de copulare a fost explicată de săptămâna în care au fost colectate animalele și de interacțiunea dintre fenotip și lungime. Rezultate contrazic ipoteza curtării preferențiale influențate de miros și care nu depinde de fenotip, identificată la alte specii ale genului *Podarcis* (López și colab., 2002). Majoritatea femelelor au avut mai multe cicatrici cu creșterea dimensiunii, sugerând împerechere și paternitate multiplă (Oppliger și colab., 2007).

În general, rezultatele confirmă faptul că cicatricile pot fi informative în ceea ce privește selecția sexuală mediată fie de competiția dintre masculi, fie de selecția femelelor

de către masculi la șopârle, oferind în același timp o indicație indirectă, dar solidă, că astfel de forțe selective diferă între morfe. Sunt necesare studii complementare pentru a valida aceste rezultate și în alte populații și specii și pentru a deduce diferențele comportamentale, prin intermediul unor experimente de manipulare în condiții controlate.

Capitolul V. Managementul și Conservarea reptilelor

INTRODUCERE

Instituirea ariilor protejate contribuie la conservarea faunei sălbatice, care este pusă în pericol de utilizarea nesustenabilă a terenurilor, de expansiunea urbană galopantă și de schimbările climatice (Popescu și colab., 2013; Devitt și colab., 2015). Cu toate acestea, biodiversitatea este prezentă și în afara zonelor protejate și, deoarece multe specii necesită arii de răspândire mai largi decât poate oferi orice zonă protejată, gradul de protecție este insuficient pentru a preveni perturbarea și declinul. Siturile arheologice prezintă un nivel ridicat de diversitate a reptilelor (Báez și colab., 2016, Attum și colab., 2022) și, prin urmare, ar putea fi utilizate pentru a deduce natura relației dintre oameni și aceste vertebrate ectoterme.

O amenințare reală la adresa faunei sălbatice este reprezentată de speciile alogene, o parte dintre acestea având potențial invaziv și dăunând speciilor native (Corti, 2006). Din punct de vedere comportamental, speciile invazive sunt frecvent mai proactive și mai agresive decât cele native. Acestea din urmă sunt afectate de această concurență și, în cele din urmă, dispar. O modalitate de anticipare a impactului speciilor alogene asupra faunei sălbatice constă în examinarea modului în care acestea interacționează atât în regiunile native, cât și în cele invadate.

Acest capitol este axat pe studii de caz care evidențiază (i) percepția publicului și neajunsurile apărute în urma interacțiunilor oamenilor cu reptilele din situl arheologic Histria, (ii) problemele ridicate de managementul deficitar în cadrul aceluiași sit, inclus în Rezervația Biosferei Delta Dunării, și (iii) abordări legate de managementul speciilor alogene, care au potențialul de a amenința biodiversitatea la scară globală.

PRINCIPALELE REZULTATE ȘI DISCUȚII

1. Coexistența omului cu fauna sălbatică

Cum percep vizitatorii reptilele dintr-un sit arheologic

Există diferențe semnificative în percepția vizitatorilor asupra reptilelor care populează situl arheologic Histria. Aceștia au avut în general o percepție pozitivă asupra țestoase, dar una negativă sau neutră asupra șerpilor, în ciuda faptului că speciile sunt neveninoase (Tabelul 3). Acest lucru susține faptul că oamenii au o percepție negativă asupra speciilor care au potențialul de a ridica conflicte (Barthwal și Mathur, 2012). Femeile au fost mai predispuse să fie deranjate de șerpi, așa cum s-a arătat și în alte studii (e.g., Alves și colab., 2014).

Tabelul 3. Parametrii care evaluează factorii determinanți ai gradului de deranj și răspunsul emoțional față de țestoase și șerpi, pe baza chestionarului aplicat în situl arheologic Histria.

Parametrii	Nivelul de deranj			Răspunsul emoțional		
	SE	β	p	SE	β	p
Varstă	0.01	0.01	0.296	0.01	-0.01	0.223
Sex = 'masculin'	0.23	-1.04	<0.001	0.19	-0.13	0.496
Naționalitate = 'română'	0.42	1.1	0.009	0.35	0.7	0.048
Nivel de educație = 'liceu'	0.27	-0.52	0.054	0.25	0.24	0.344
Vizită = 'cel puțin a doua vizită'	0.24	-0.58	0.016	0.2	0.13	0.511
Ghid = 'vizită ghidată'	0.39	-0.65	0.100	0.31	0.52	0.101
RBDD = 'conștienți de gradul de protecție'	0.23	-0.59	0.013	0.21	-0.56	0.009
Categorie de reptile = 'Țestoase'	0.53	0.11	0.839	0.43	-0.49	0.256
Categorie de reptile = 'Șerpi'	0.42	3.66	<0.001	0.38	2.87	<0.001

Majoritatea vizitatorilor au arătat interes pentru conservarea faunei sălbatice, acest lucru fiind în concordanță cu alte studii care sugerează că oamenii doresc să protejeze resursele naturale și culturale (de exemplu, Holtorf și Ortman, 2008). Coexistența sau interacțiunile anterioare cu șerpii ar putea diminua percepțiile negative (Pinheiro și colab., 2016). Prin urmare, se poate considera oportună crearea unui context educațional favorabil pentru a contribui la diminuarea repulsiei față de șerpi la Histria.

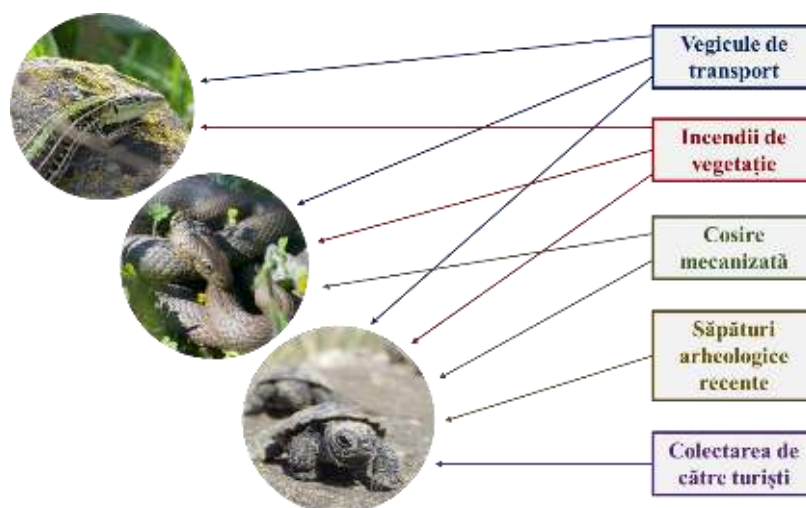


Figura 6. Principalii factori care afectează reptilele din nordul digului Saele.

Impactul antropic în ariile protejate

Mai mulți factori afectează reptilele care populează acest sit și zonele adiacente, din nordul grindului Saele (Figura 4). Multe țestoase au fost găsite moarte după cosirea mecanizată. Deși reducerea înălțimii vegetației menține un habitat adecvat și diminuează riscul incendiilor de vegetație (Chergui și colab., 2019), trebuie să se acționeze cu prudență, fiind recomandate tehnicile de cosire tradiționale. Modelul demografic al țestoase presupune o creștere lentă și o maturitate sexuală întârziată. Astfel, mortalitatea adulților constituie un risc ridicat de dispariție a populației. Prin urmare, adulții, și în special femelele mari, trebuie să fie prioritare în conservare (Bertolero și colab., 2007). Un alt risc este reprezentat de săpăturile arheologice recente. Secțiunile trebuie verificate constant pentru a ne asigura că înăuntru nu sunt animale căzute. Moartea celor căzute ar putea fi evitată prin instalarea unor rampe înclinate pe care animalele să poată ieși. Deoarece situl arheologic atrage mulți vizitatori, riscul ca animalele să fie ucise pe drum crește. Un alt factor care ar putea modifica structura populației este colectarea țestoaselor, ca animale de companie. În această populație am observat tentative de colectare, documentate și în alte publicații.

Cele două studii incluse în acest subcapitol oferă dovezi ale necesității implementării unui management integrativ pentru protecția comună a patrimoniului bio-cultural. O cooperare mai strânsă între administrația rezervației biosferei și situl arheologic ar putea aduce beneficii valoroase în acest sens (Vanderplank și colab., 2014).

2. Specii alogene și impactul lor asupra faunei locale

Răspândirea mediată a speciilor alogene

Analizele moleculare au arătat că șopârlele italiene de ziduri de la care am prelevat probe în Alba Iulia, România, aparțin unei singure clade, originare din Toscana. Astfel nu este clar dacă au existat introduceri repetate. Cu toate acestea, în cadrul aceluiași studiu (Oskyrko și colab., 2022b) am raportat existența unei populații cu origini mixte în București. Prezența indivizilor tineri la Alba Iulia susține capacitatea ridicată a acestei specii de a stabili populații în afara arealului de distribuție nativ, folosind nu numai substratul stâncos pentru a se hrăni, a se termoregla și a găsi adăpost, ci și vegetația (Corti, 2006). Acest lucru permite ca specia să fie transportată cu mai multe tipuri de materiale, de la materiale de construcție la plante și materiale asociate cu agricultura și grădinăritul (Silva-Rocha și colab., 2014). Deși prezența speciei a fost raportată rapid, nu au fost luate măsuri de control, de izolare sau de eradicare și nu se efectuează în prezent nicio monitorizare a răspândirii și a potențialului impact al speciei.

Folosirea interacțiunilor biotice pentru conservare

Pentru o mai bună înțelegere a modului în care speciile alogene interacționează cu fauna sălbatică nativă, am realizând o analiză a literaturii și am construit rețele de interacțiuni biotice (Figura 7). Astfel, am evidențiat interacțiunile care au loc între iguana verde, alogenă invazivă în Insulele Cayman, și iguana albastră, endemică și pe cale de dispariție. Rezultatele au arătat că s-ar putea stabili concurență între cele două specii în primul rând pentru resursa trofică (Vlad și colab., 2022, 2023). Prin urmare, dacă plantele pe care se bazează dieta iguanei albastre sunt consumate de un competitor, aceasta va avea de suferit. Utilizarea habitatului este un alt factor care poate afecta speciile indigene, la fel ca în cazul altor squamate (Damas-Moreira și colab., 2019; Limnios și colab., 2021).

Singura modalitate de a stopa răspândirea speciilor alogene invazive este gestionarea și reglementarea adecvată (Falcón și colab., 2013), precum și monitorizarea acestora pe termen lung (Burton și Ribera-Milán, 2014). Campaniile de educare sunt esențiale pentru a diminua dorința de a deține aceste animale, pentru a reduce riscul de evadare din captivitate și a preveni eliberarea lor neglijentă în natură.

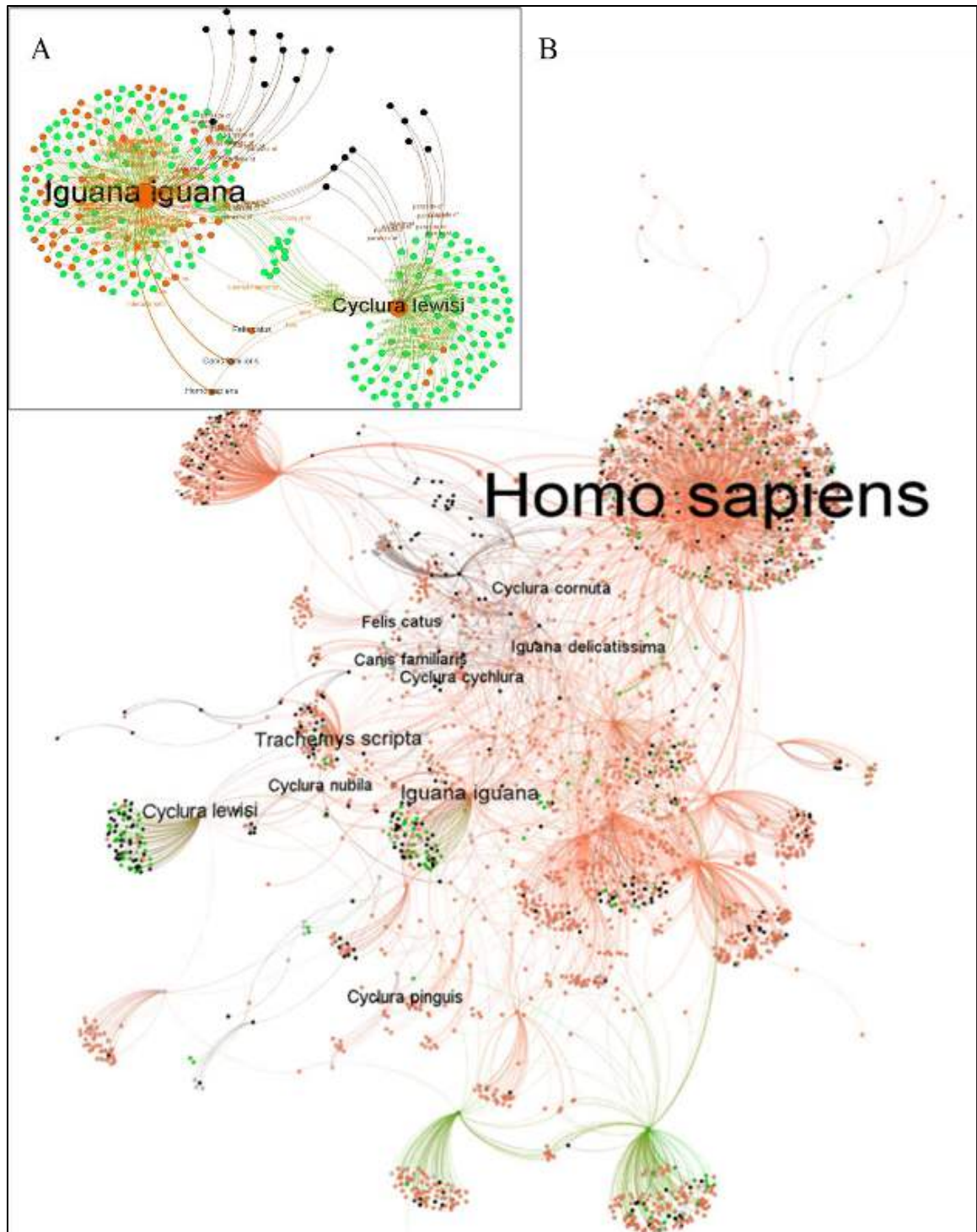


Figura 7. Rețele de interacțiune A. interacțiuni primare între cele două specii de iguane (i.e., iguana albastră – *Cyclura lewisi* și iguana verge – *Iguana iguana*) din Grand Cayman și alți taxoni și B. interacțiuni primare și secundare ale iguanei verzi din zona sa de răspândire nativă și invazivă (violet - animale, verde - plante, negru -patogeni).

Concluzii

Capitolul I. Dimensiunea țestoase variază, dar nu de-a lungul unui gradient latitudinal la limita nordică de distribuție, în Dobrogea (România), și există un dimorfism sexual al dimensiunii corporale inversat în unele populații. Într-o populație din sudul Deltei Dunării, există o densitate mai mare decât raportată anterior și, împreună cu numărul mare de indivizi tineri, aceasta indică o populație prosperă. O creștere a valorii variabilelor climatice determină ierni mai calde și mai umede influențează creșterea lungimii și a masei corporale.

Capitolul II. Creșterea continuă la țestoasele din sudul Deltei Dunării (România) după atingerea maturității sexuale într-un ritm rapid cel puțin încă trei-patru ani, permite țestoaselor să atingă dimensiuni mai mari și astfel să maximizeze supraviețuirea și randamentul reproductiv. În cadrul aceleiași populații, longevitatea este de cel puțin 40 de ani. Deși evaluarea vârstei la țestoase este dificilă, combinarea metodelor crește semnificativ precizia.

Capitolul III. Țestoasele neafectate de cicatrici sau malformații variază semnificativ între populațiile aflate la limita nordică de distribuție, în Dobrogea (România). Acest studiu arată că analiza cicatricilor este un instrument valoros pentru a deduce statutul de protecție de care beneficiază această specie și sugerează că populațiile studiate, situate în cadrul ariilor protejate Natura 2000, sunt expuse la diferite tipuri de interacțiuni umane și au suferit niveluri diferite de agresiune.

Capitolul IV. La șopârlele de ziduri din Pirineii centrali (Spania), cicatricile lăsate de mușcături pot fi informative cu privire la modelele de selecție sexuală mediate fie de competiția dintre masculi, fie de selecția femelelor de către masculi, oferind în același timp și o dovadă indirectă, dar solidă, că astfel de forțe selective diferă între morfele de culoare la lacertide.

Capitolul V. Percepția vizitatorilor într-un sit arheologic din sudul Deltei Dunării (România) a fost negativă față de șerpi, dar pozitivă față de țestoase. Cei mai periculoși factori antropogeni care afectează reptilele care populează acest sit sunt cositul mecanizat, traficul rutier și săpăturile arheologice recente, cu pante abrupte, care nu permit animalelor să mai iasă. Aceste două studii au furnizat argumente în favoarea necesității implementării

unui management integrativ pentru conservarea comună a patrimoniului bio-cultural, fapt ce ar putea contribui la reducerea aversiunii față de șerpi și a impactului asupra faunei sălbatice în general.

Analizele moleculare arată că introducerile repetate ale speciilor alogene pot duce la stabilirea de noi populații în zonele invadate, cu origine unică sau multiplă. Pentru o mai bună înțelegere a modului în care speciile alogene interacționează cu fauna și flora nativă, este necesară o înțelegere generală a speciilor țintă. Acest lucru poate fi realizat prin construirea de rețele de interacțiuni biotice, care se dovedesc a fi instrumente utile pentru deducerea concurenței care s-ar putea stabili pentru hrănire, utilizarea habitatului sau a locurilor de cuibărit, dar și pentru riscul de transfer de agenți patogeni

Bibliografie Selectivă

- Böhm, M., Collen, B., Baillie, J. E., Bowles, P., Chanson, J., Cox, N., ... Mateo, J. A. (2013). The conservation status of the world's reptiles. *Biological conservation*, 157, 372-385.
- Botejue, W. M. S., Wattavidanage, J. (2012). Herpetofaunal diversity and distribution in Kalugala proposed forest reserve. *Amphibian and Reptile Conservation* 5(2):65-80.
- Ceballos, G., Ehrlich, P. R., Barnosky, A. D., García, A., Pringle, R. M., Palmer, T. M. (2015). Accelerated modern human-Induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science Advances*, 1, e1400253. doi:10.1126/sciadv.1400253
- Foden, W.B. and Young, B.E. (eds.) (2016). *IUCN SSC Guidelines for Assessing Species' Vulnerability to Climate Change*.
- Gibbons, J. W., Scott, D. E., Ryan, T. J., Buhlmann, K. A., Tuberville TD, Metts BS, Greene JL, Mills T, Leiden Y, Poppy S, Winne, C. T. (2000). The Global Decline of Reptiles, Déjà Vu Amphibians. *BioScience*, 50(8), 653-666.
- Janiawati, I. A. A., Kusriani, M. D., Mardiasuti, A. (2016). Structure and composition of reptile communities in human modified landscape in Gianyar Regency, Bali. *HAYATI journal of Biosciences*, 23(2), 85-91.
- Meiri, S., Bauer, A. M., Allison, A., Castro-Herrera, F., Chirio, L., Colli, G., Das, I., Doan, T.M., Glaw, F., Grismer, L.L., Hoogmoed, M., Kraus, F., LeBreton, M., Meirte, D., Nagy, Z.T., Nogueira, C., Oliver, P., Pauwels, O.S.G., Pincheira-Donoso, D., Shea, G., Sindaco, R., Tallowin, O.J.S., Torres-Carvajal, O., Trape, J.F., Uetz, P., Wagner, P., Wang, Y., Ziegler, T., Roll, U. (2018). Extinct, obscure or imaginary: the lizard species with the smallest ranges. *Diversity and Distributions*, 24(2), 262-273.
- Mona, M. H., El-Naggar, H. A., El-Gayar, E. E., Masood, M. F., Mohamed, E. S. N. (2019). Effect of human activities on biodiversity in nabq protected area, south sinai, Egypt. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 45(1), 33-43.
- Rull, V. (2022). Biodiversity crisis or sixth mass extinction? Does the current anthropogenic biodiversity crisis really qualify as a mass extinction?. *EMBO reports*, 23(1), e54193.
- Stanford, C.B., Iverson, J.B., Rhodin, A.G.J., van Dijk, P., Mittermeier R.A., ... Walde A.D. (2020). Turtles and tortoises are in trouble. *Current Biology*, 30(12), R721-R735
- Uetz, P., Freed, P., Aguilar, R., Reyes, F., Hošek, J. (2022). The Reptile Database. <http://www.reptile-database.org> [accessed 24.02.2023]