

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6790580>

ANTONIO ROMANO & MARCO CARAFA

STUDI DI POPOLAZIONE DI *BOMBINA PACHYPUS*
(BONAPARTE, 1838) NEL PARCO NAZIONALE
DELLA MAIELLA (ABRUZZO)

RIASSUNTO

Nel corso del 2020 sono stati monitorati 10 siti noti di presenza di *Bombina pachypus* nel Parco Nazionale della Maiella. In 6 di essi la specie è ancora presente con un numero adeguato di individui tali da consentire l'elaborazione di stime demografiche. Sono stati registrati inoltre la sex ratio e parametri biometrici, come la lunghezza e la massa corporea. Infine, considerando anche i dati disponibili del 2016, è stata effettuata una valutazione delle possibili minacce e dello stato complessivo delle popolazioni.

Parole chiave. Maiella, Ululone appenninico, popolazione.

SUMMARY

Population studies of Bombina pachypus (Bonaparte, 1838) in the Maiella National Park (Abruzzo). *Bombina pachypus* populations were monitored in 10 sites in the Maiella National Park, during 2020. In 6 sites, the species is still present with an adequate number of individuals and demographic estimates were performed. Sex ratio and biometric parameters, such as length and body mass, were also recorded. Finally, considering available data from 2016, an assessment of the possible threats and of the status of the populations was carried out.

Key words. Appennine Yellow-bellied toad, CMR, demography, Maiella, population.

INTRODUZIONE

Le indagini svolte nel territorio del Parco Nazionale della Maiella (Abruzzo, PNM) sulle popolazioni di *Bombina pachypus* (Bonaparte, 1838)

sono state effettuate nell'ambito del "Progetto di monitoraggio delle popolazioni di anfibi di cui all'allegato II e IV della Direttiva 92/43/CEE e s.m.i." (finanziamento "Direttiva Biodiversità" del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, ex cap. 1551; Autorizzazione Ministeriale prot. 17193 del 04.08.2017). L'Ululone appenninico è ben distribuito sull'intero territorio del Parco Nazionale della Maiella dove vive sia in ambienti forestali che in ambienti più aperti, dalle aree incolte ai pascoli continui. Nel Parco i siti riproduttivi maggiormente utilizzati sono rappresentati da pozze residuali in alveo torrentizio, da piccole pozze a carattere stagionale, talvolta da torrenti e ruscelli nonché, raramente, da vasche-abbeveratoio (CARAFA, 2007).

MATERIALI E METODI

Nel corso del 2020 sono stati eseguiti monitoraggi in 10 siti riproduttivi di *Bombina pachypus* (Tab. 1), in un'area complessiva di 187,930 km² (Fig.1).

Tabella 1.

Siti riproduttivi di *Bombina pachypus* monitorati nel 2020 nel P. N. della Maiella, tipologia dei siti, valutazione dell'idroperiodo (in base alle osservazioni anche in anni precedenti), del successo riproduttivo (sulla base dell'abbondanza di neo-metamorfozati e giovani di 1 anno) e delle minacce alle popolazioni.

Tipologia: PR= pozza residuale in alveo;

FA = fontanile-abbeveratoio; ST = stagno; PS = Pozze sorgive

Reproductive sites of Bombina pachypus monitored in 2020 in the Maiella National Park, type of sites, evaluation of the hydroperiod (based on observations also in previous years), reproductive success (based on the abundance of newly metamorphosed and 1 year old juveniles) and threats to populations.

Typology: PR = residual pool in the riverbed;

FA = fountain-drinking trough; ST = tin; PS = Spring pools.

SITO	Intervallo Campion.	Tipo	Idroperiodo	Successo riprod.	Stabilità	Minacce
S. Valentino 350 m slm	2016-2020	PR	Semi-perenne	Basso	Inapplicabile	Non presenti
F.te Luigi 630 m slm	2018-2020	FA+PR	Perenne	Medio	Stabile	Non presenti

S. Bartolomeo 650 m slm	2017-2020	PR	Perenne	Alto	Stabile	Disturbo antropico
C. Civita 850 m slm	2017-2020	FA	Perenne	Esiguo	Inapplicabile	Non presenti
P.te Luciano A 1125 m slm	2019-2020	ST	Perenne	Basso	Stabile	Interramento
P.te Luciano B 1000 m slm	2018-2020	PR	Semi-perenne	Esiguo	Inapplicabile	Non presenti
C. Croce 1280 m slm	2018-2020	PR	Perenne	Esiguo	Stabile	Disturbo antropico
Pignataro 1060 m slm	2020	PS	Perenne	Alto	Stabile	Non presenti
Sorg.te Coccia 1400 m slm	2017-2020	PS	Perenne	Esiguo	Stabile	Interramento, alta presenza di predatori delle larve (odonati)
Polledrara 1840 m slm	2017-2020	PS	Stagionale	Esiguo	Inapplicabile	Interramento, idroperiodo insufficiente

Sono stati eseguiti almeno due sopralluoghi per ogni sito con periodicità tra le singole sessioni di rilevamento di 15-30 giorni, a partire dall'inizio dell'attività della popolazione. Per ciascun individuo sono stati registrati i seguenti dati: *identità*: tramite fotografia digitale del pattern ventrale e successivo riconoscimento; *sexo*: maschio, femmina, giovane immaturo; *massa corporea*: tramite bilancia digitale (precisione al decimo di grammo); *dimensioni*: muso-urostilo, misurata digitalmente con il programma ImageJ utilizzando le foto scattate per l'identificazione individuale. I dati raccolti sono stati elaborati attraverso il metodo di Cattura-Marcatura-Ricattura (CMR). Per le popolazioni con più di due occasioni positive (rinvenimento di ululoni nel sito) è stata effettuata, in base ai dati di CMR, una stima demografica, mediante l'uso del software CAPTURE (OTIS *et al.*, 1978) e il modello "nullo", Null-Model $M(0)$. Infatti il "Closure test" non è risultato significativo ($p > 0.5$) per nessuna delle popolazioni analizzate che pertanto possono considerarsi "chiuse" nel periodo di studio.

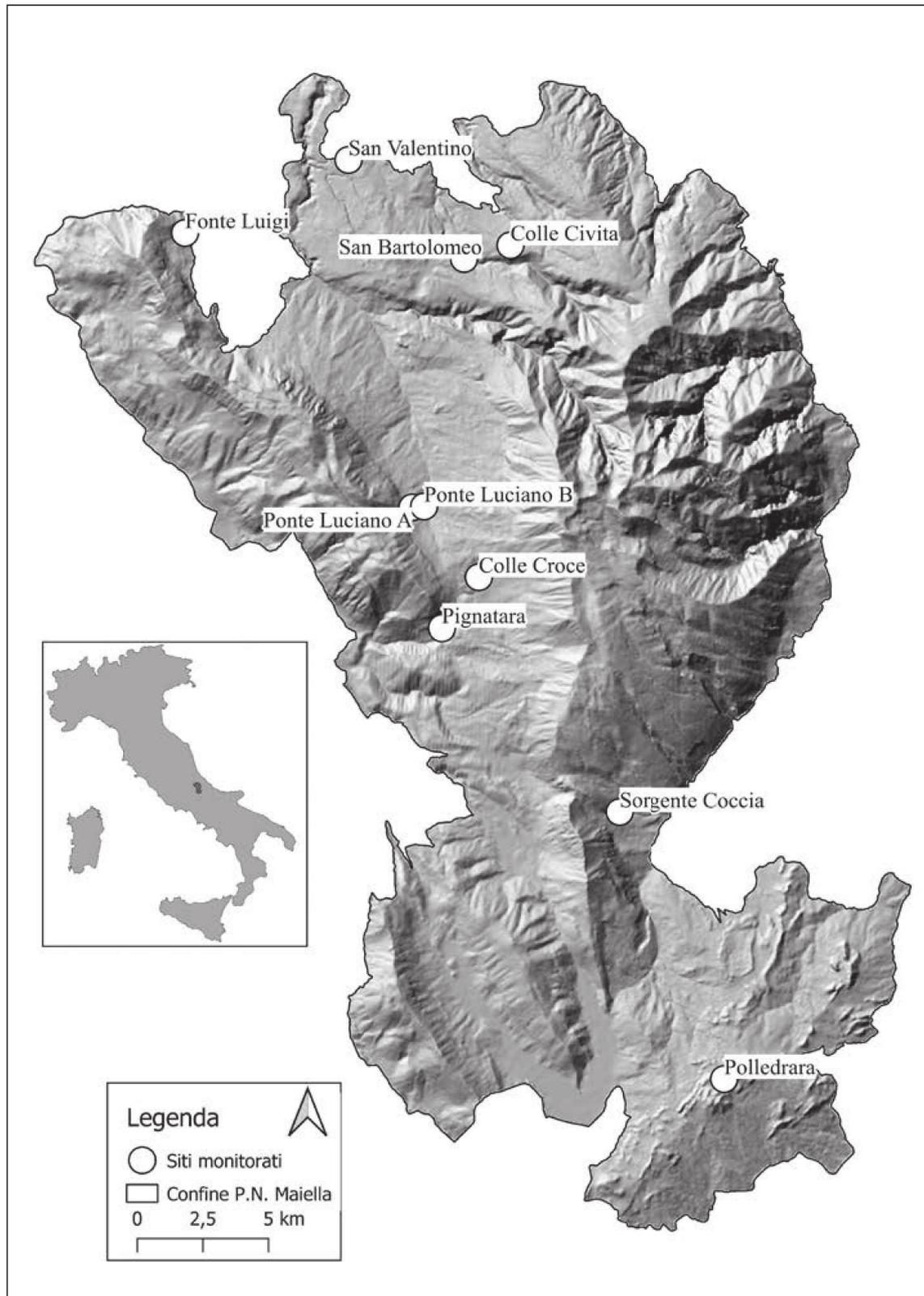


Fig. 1 — Distribuzione e denominazione dei 10 siti riproduttivi di *Bombina pachypus* monitorati nel P. N. della Maiella/Distribution and denomination of the 10 *Bombina pachypus* reproductive sites monitored in Maiella N. P.

La Sex Ratio (SR), seguendo i criteri raccomandati da WILSON & HARDY (2002), è stata calcolata come la proporzione di maschi sessualmente maturi: $SR = \text{maschi}/(\text{maschi} + \text{femmine})$. Scostamenti significativi dall'equilibrio della SR sono stati verificati per ogni popolazione con il test binomiale a due code, con significatività a 0.05. Il test binomiale, se non significativo ($p > 0.05$), indica che la popolazione è bilanciata nel rapporto dei sessi. In base a questo rapporto e al numero di individui di entrambi i sessi è stata calcolata la *Effective population size* (N_e). Il numero di riproduttori di una popolazione (N_e) generalmente non coincide con gli individui adulti censiti o stimati (N), e in alcuni casi è molto minore. La stima di N_e avviene o tramite metodi di analisi genetica o tramite formule empiriche basate sul rapporto dei sessi.

In questo caso è stata utilizzata l'equazione $N_e = (4 * N_m * N_f) / (N_m + N_f)$, dove N_m = numero di maschi, N_f = numero di femmine (Wright, 1938). Tale equazione è ampiamente usata per ottenere stime demografiche di N_e (ad es. JEHLE *et al.*, 2001; SCHMELLER & MERILA, 2007). Inoltre per valutare la stabilità della popolazione è stato calcolato il rapporto N_e/N (NUNNEY, 1993). Come regola generale, popolazioni animali stabili mostrano valori di N_e/N variabili tra 0.5 e 1 (NUNNEY & ELAM, 1994; NUNNEY, 1995), mentre popolazioni fluttuanti assumono valori inferiori a 0.5 (FRANKHAM, 1995; KALINOWSKI & WAPLES, 2002).

Le differenze nelle biometrie (lunghezza muso-urostilo, LMU, e massa corporea, W) sono state indagate tramite il test di U Mann-Whitney solo sugli individui adulti a livello intra-popolazionale e tramite l'Anova di Kruskal Wallis tra adulti a livello inter-popolazionale.

Per molti dei siti monitorati nel 2020 erano disponibili anche dati dai 2 ai 4 anni precedenti. In base al numero medio di metamorfosati osservati alla fine della stagione riproduttiva nei vari anni, valutati in categorie di numerosità (*inesistente* = nessun neometamorfosato; *esiguo* = 1-10 neometamorfosati; *basso* = 11-30; *medio* = 31-50; *alto* > 50), al numero di potenziali ed evidenti minacce rilevate, e dei risultati di stabilità delle popolazioni (N_e/N) è stata infine redatta una tabella di rischio di estinzione delle singole popolazioni indagate.

RISULTATI

Il numero di sessioni indicato in Tab. 2 si riferisce ai rilevamenti con esito positivo per la presenza di animali. Alcuni rilevamenti infatti hanno dato esito negativo (assenza di animali) perché i siti erano privi di acqua. In altri casi invece (es. Colle Civita), nonostante la perenne presenza di acqua nell'abbeveratoio, la presenza della specie è stata saltuaria e con numeri esigui di

individui, tale da rendere inapplicabili le stime demografiche. Pertanto le stime demografiche sono state elaborate solo su 6 dei 10 siti monitorati (Tab. 2, Fig. 2).

Per quanto riguarda la Sex Ratio, anche essa è stata calcolata in queste sei popolazioni. Tutte le popolazioni avevano una SR che non si discostava significativamente dall'equilibrio, come anche confermato dai valori di N_e prossimi a 1 (Tab. 3).

Relativamente alle biometrie (LMU e peso, Tab. 4) a livello intra-popolazione non sono emerse differenze tra maschi e femmine per nessuna delle 5 popolazioni studiate (F.te Luigi, S. Bartolomeo, P.te Luciano A, Pignataro, Sorg.te Coccia; Colle Croce aveva numeri di individui troppo esigui per statistiche robuste). Alcune delle popolazioni confrontate attraverso l'Anova di Kruskal Wallis, differivano invece tra loro per le dimensioni ($H = 39.09$; $p < 0.001$; Fig. 3) e per le masse corporee ($H = 33.18$; $p < 0.001$; Fig. 4). Nelle figure 3 e 4 sono restituite graficamente tali differenze tramite boxplot e indicati i confronti a coppie statisticamente significativi ($p < 0.05$) con test di U di Mann-Whitney e correzione di Bonferroni.

Tabella 2.

Stime demografiche in base ai dati di CMR per le popolazioni di *Bombina pachypus* monitorate nel 2020 nel P. N. della Maiella. p : probabilità di cattura; E.S: Errore Standard; I.C. Intervallo di confidenza al 95%.

Demographic estimates based on CMR data for Bombina pachypus populations monitored in 2020 in Maiella N. P.; p: probability of capture; E.S: Standard Error; I.C. 95% confidence interval.

SITO	N sessioni	TOT Individui	TOT catture	Probabilità cattura	Stima	E.S.	I.C. 95%
S. Valentino	inapplicabile						
F.te Luigi	6	39	96	0.395	41	1.615	40-47
S. Bartolomeo	6	27	69	0.417	28	1.167	28-34
C. Civita	inapplicabile						
P.te Luciano A	5	17	20	0.087	46	21.593	25-123
P.te Luciano B	inapplicabile						
C. Croce	4	12	17	0.248	17	4.597	14-35
Pignataro	6	39	87	0.347	42	2.186	40-49
Sorg.te Coccia	4	49	113	0.561	50	1.557	50-57
Polledrara	inapplicabile						

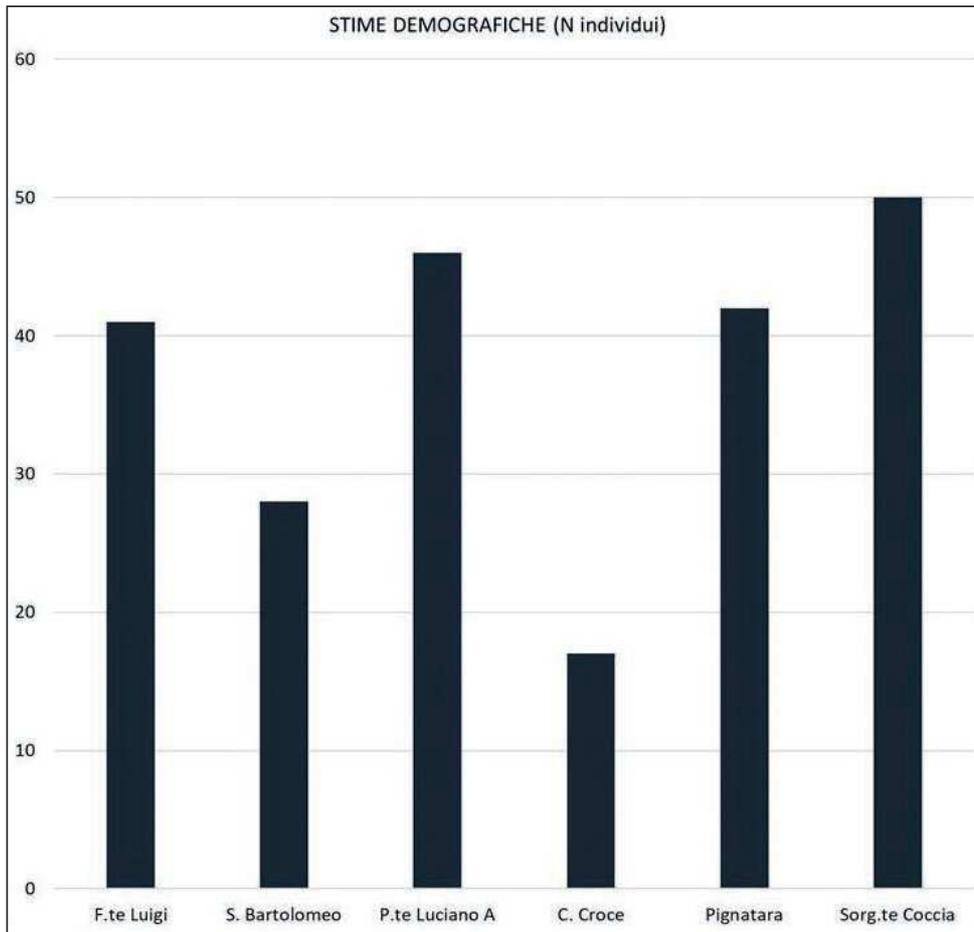


Fig. 2 — Stime demografiche per l'anno 2020 di sei popolazioni di *Bombina pachypus* nel P. N della Maiella/Demographic estimates for the year 2020 of six populations of *Bombina pachypus* in Maiella N. P.

Tabella 3.

Sex ratio (SR), e suo scostamento dall'equilibrio (p SR), delle popolazioni di *Bombina pachypus* monitorate nel 2020 nel P. N. della Maiella; N_e = Effective population size.
 Sex ratio (SR), and its deviation from the equilibrium (p SR), of the *Bombina pachypus* populations monitored in 2020 in Maiella N. P.; N_e = Effective population size.

SITO	N adulti	SR	p SR	N_e	N_e/N	Stabilità popolazione test binomiale
F.te Luigi	39	0.658	0.0730	34.211	0.900	stabile
S. Bartolomeo	19	0.368	0.3593	17.684	0.931	stabile
P.te Luciano A	17	0.471	1	16.941	0.997	stabile
C. Croce	9	0.556	1	8.889	0.988	stabile
Pignatara	18	0.722	0.0963	14.444	0.802	stabile
Sorg.te Coccia	49	0.367	0.0854	34.211	0.900	stabile

Tabella 4.

Biometrie (LMU = lunghezza muso-urostilo in mm; W = massa corporea in grammi) di cinque popolazioni di *Bombina pachypus* monitorate nel 2020 nel P. N. della Maiella, suddivise per maschi (M) e femmine (F).

Biometrics (LMU = snout-urostyle length in mm; W = body mass in grams) of five populations of Bombina pachypus monitored in 2020 in Maiella N. P., divided into males (M) and females (F).

SITO	n M/ n F	LMU M mm	LMU F mm	W M g	W F g
		media \pm d.s. (range)	media \pm d.s. (range)	media \pm d.s. (range)	media \pm d.s. (range)
F.te Luigi	24/15	46.9 \pm 3.59 (39.3-52.5)	46.7 \pm 3.78 (38.56-51.24)	10.31 \pm 1.57 (7.47-12.61)	9.75 \pm 1.85 (6.05-12.36)
S. Bartolomeo	10/13	43.2 \pm 4.99 (34.18-50.6)	39.5 \pm 7.47 (32.8-52.8)	8.5 \pm 2.17 (6.34-12.44)	7.3 \pm 4.17 (3.59-15.86)
P.te Luciano A	11/5	46.2 \pm 4.58 (38.4-51.8)	49.16 \pm 3.60 (45.2-53.8)	9.22 \pm 2.00 (6.25-12.8)	11.98 \pm 2.24 (9.77-15.55)
Pignataro	13/5	44.3 \pm 4.36 (35.6-48.6)	41.4 \pm 4.63 (34.4-47)	9.5 \pm 2.18 (6.13-12.25)	7.8 \pm 2.10 (4.5-9.93)
Sorg.te Coccia	16/28	40.3 \pm 4.59 (32.2-47.4)	40.7 \pm 4.39 (33.6-49.6)	7.6 \pm 2.05 (3.63-10.99)	7.3 \pm 2.14 (4.0-12.01)

Infine, per quanto riguarda la valutazione complessiva dello status delle popolazioni, in base ai dati pregressi e ai criteri esposti nei Materiali e Metodi, emerge che alcune popolazioni hanno un successo riproduttivo estremamente basso, di cui talvolta si riesce ad individuare la potenziale causa (es. massiva presenza di invertebrati predatori delle larve, fenomeni di interrimento e conseguente idroperiodo insufficiente al completamento della metamorfosi etc.) e pertanto risultano essere esposti ad una seria minaccia di estinzione (Tab. 1).

DISCUSSIONE

Per la maggior parte delle popolazioni nel PNM la situazione appare nel complesso abbastanza positiva. Alcune di esse sono costituite da un numero relativamente elevato di individui (alcune decine) e hanno un

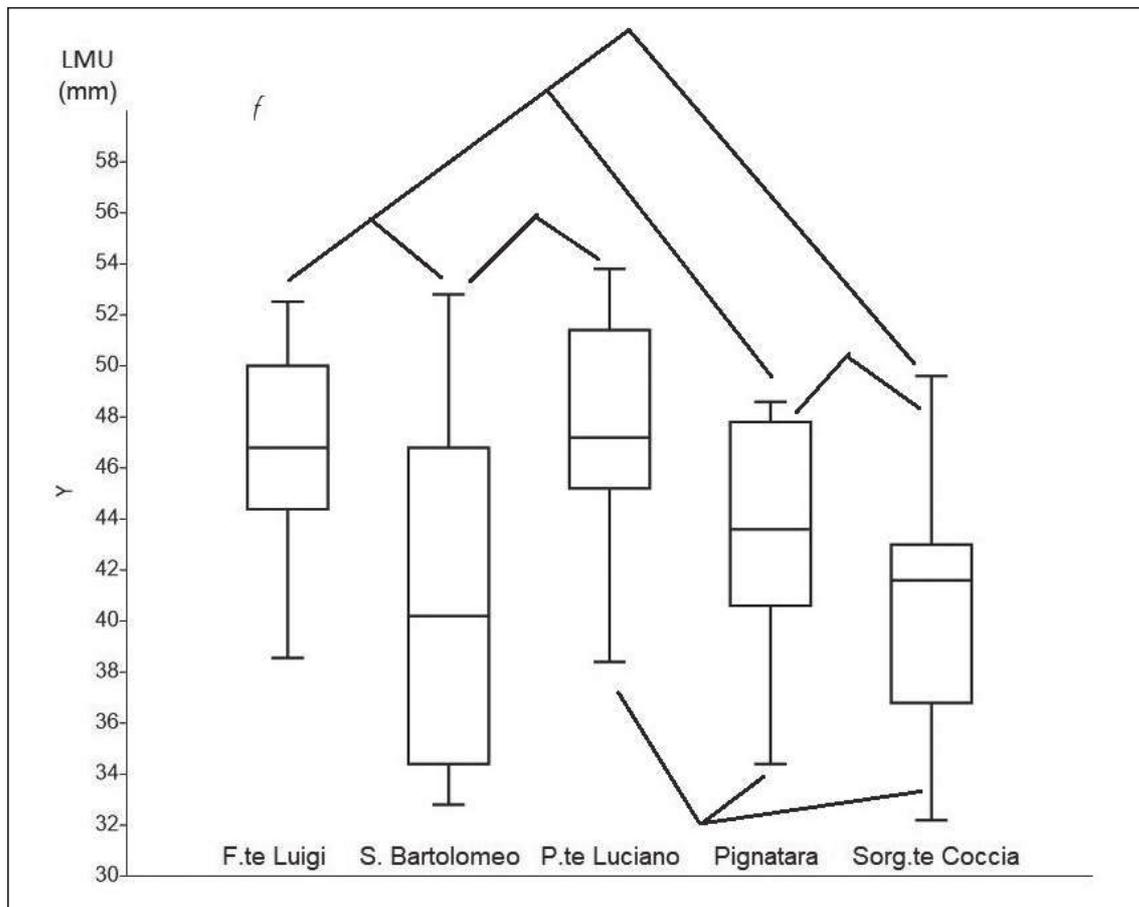


Fig. 3 — Box plot delle lunghezze muso-urostilo (LMU, in mm) delle di *Bombina pachypus* nelle popolazioni monitorate nel 2020 nel P. N. della Maiella. Il rettangolo rappresenta l'intervallo tra il 25° e il 75° percentile dei valori di LMU, la linea orizzontale interna indica la mediana. I valori minimi e massimi sono delimitati dalle linee verticali. Le differenze statisticamente significative tra coppie di popolazioni ($p < 0.05$; test di U di Mann-Whitney e correzione di Bonferroni) sono indicate dalle linee spezzate/Box plot of snout-urostyle lengths (LMU, in mm) of *Bombina pachypus* in the populations monitored in 2020 in Maiella N. P. The rectangle represents the interval between the 25th and 75th percentile of the LMU values, the internal horizontal line indicates the median. The minimum and maximum values are delimited by vertical lines. Statistically significant differences between pairs of populations ($p < 0.05$; Mann-Whitney U test and Bonferroni correction) are indicated by the broken lines.

buon successo riproduttivo. I valori di *Effective population size* (N_e) calcolati per queste popolazioni di poco inferiori all'unità, suggeriscono che esse sono demograficamente stabili e che assumono il ruolo "source" nella dinamica delle popolazioni. Inoltre il parametro della sex ratio che appare bilanciato, fenomeno non comune né in *B. variegata* (ad es. DI CERBO & BIANCARDI, 2004) né in *B. pachypus* (ad es. MATTOCCIA *et al.*, 2006), contribuisce ulteriormente alla valutazione positiva dello status di queste popolazioni. Tuttavia per altre si evidenziano rischi di estinzione dovuti principalmente a fenomeni non antropici, quali:

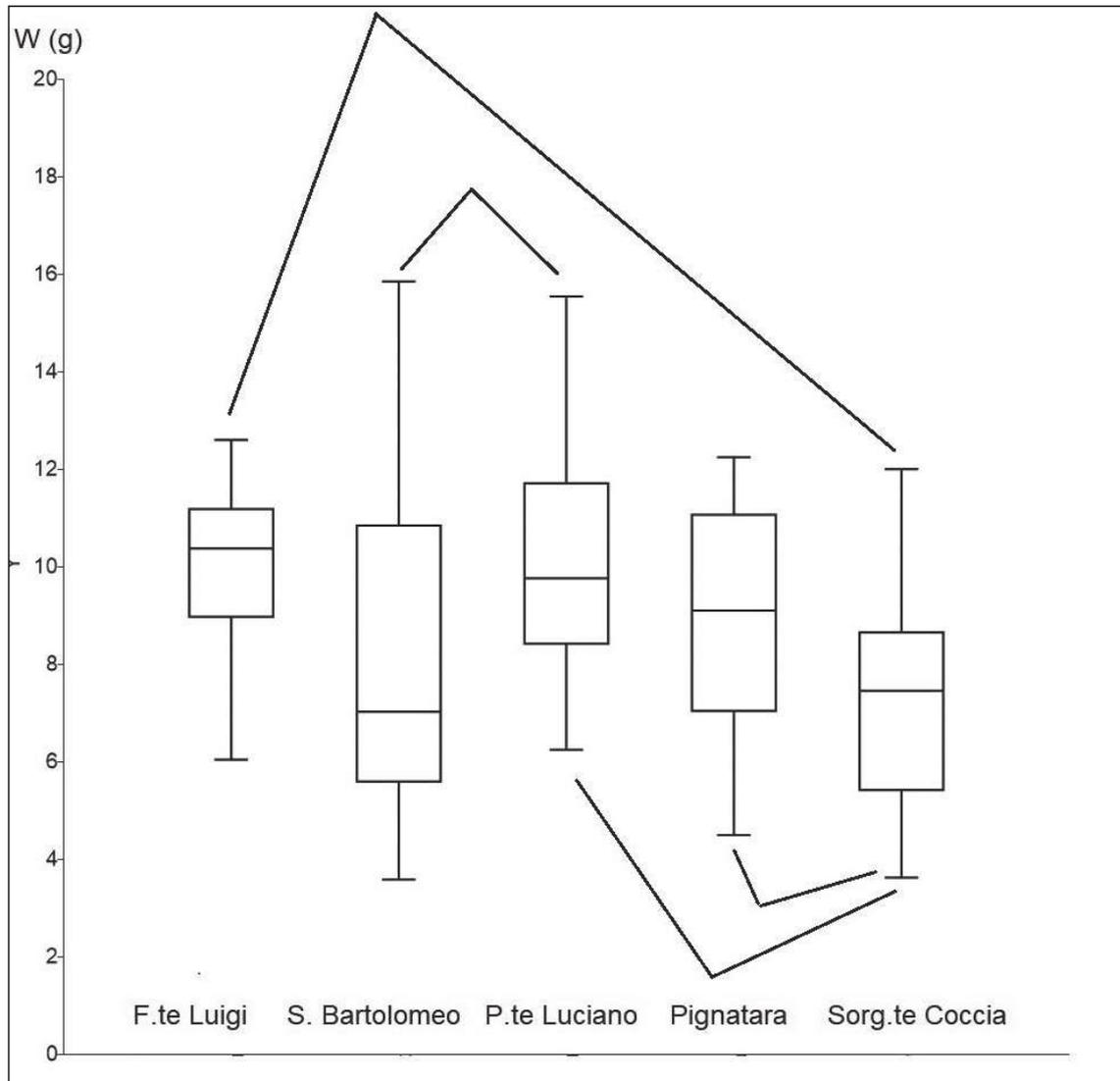


Fig. 4 — Box plot delle masse corporee (W, in grammi) di *Bombina pachypus* nelle popolazioni monitorate nel 2020 nel P. N. della Maiella. Il rettangolo rappresenta l'intervallo tra il 25° e il 75° percentile dei valori di W, la linea orizzontale interna indica la mediana. I valori minimi e massimi sono delimitati dalle linee verticali. Le differenze statisticamente significative tra coppie di popolazioni ($p < 0.05$; test di U di Mann-Whitney e correzione di Bonferroni) sono indicate dalle linee spezzate/Box plot of the body mass (W, in grams) of *Bombina pachypus* in the populations monitored in 2020 in Maiella N. P. The rectangle represents the interval between the 25th and 75th percentile of the W values, the internal horizontal line indicates the median. The minimum and maximum values are delimited by vertical lines. Statistically significant differences between pairs of populations ($p < 0.05$; Mann-Whitney U test and Bonferroni correction) are indicated by the broken lines.

- A. progressivo interrimento con conseguente idroperiodo insufficiente al completamento della metamorfosi (es. Polledrara). Il fenomeno di interrimento, con conseguente riduzione del volume d'acqua dispo-

nibile, agisce contestualmente in modo drammatico negli anni caratterizzati da scarse precipitazioni estive.

- B. scarso successo riproduttivo dovuto a presenza consistente di predatori delle larve (principalmente larve di Odonati Anisotteri) in siti di piccole dimensioni (meno di 10 m²) sebbene la *Effective population size* sia buona (es. Sorg.te Coccia)
- C. numerosità esigue e scarso successo riproduttivo le cui cause sono di difficile individuazione (es. abbeveratoio di Colle Civita)

Le minacce A e B possono essere mitigate o eliminate con interventi volti, per la situazione A, ad aumentare la dimensione e dunque la capacità dei siti stessi e, per la situazione B, a ridurre la pressione predatoria sugli stadi pre-adulti attraverso l'istallazione di barriere per gli invertebrati o con la realizzazione di siti riproduttivi alternativi con substrato meno idoneo alle larve di insetti. Queste opzioni sono attualmente in fase progettuale.

Le lunghezze e i pesi medi di alcune popolazioni differiscono significativamente tra loro. Gli anfibii hanno una crescita indeterminata e una differenza nel pattern di longevità/mortalità che può spiegare talvolta variazioni nelle taglie corporee tra popolazioni (ANGILLETTA *et al.*, 2004; CVETKOVIC *et al.*, 2009). Effettivamente le taglie e i pesi inferiori si sono riscontrati in un torrente mediterraneo (San Bartolomeo) che come tipologia è tipicamente caratterizzato da alluvioni imprevedibili e frequenti all'inizio della primavera, il che potrebbe influire sulla longevità media della popolazione e quindi sulla sua taglia media. L'altro sito con taglie inferiori appare più stabile (Sorg.te Coccia), con elevato numero di individui, ma forse con disponibilità trofica ridotta date le piccole dimensioni. I dati biometrici sono in elaborazione per valutare differenze nel Body Condition Index tra le popolazioni, che può riflettere lo stato di salute e può essere correlato alla qualità dell'habitat e alla disponibilità di cibo (ad es. POPE & MATTHEWS, 2002; SCHULTE-HOSTEDDE *et al.*, 2005). Tale indice è infatti largamente usato come strumento di gestione nella biologia di conservazione, in quanto, ad esempio, la capacità di dispersione può essere fortemente condizionata dal BCI (DUBOIS *et al.*, 2010).

BIBLIOGRAFIA

- ANGILLETTA M. J. JR, NIEWIAROWSKI P.H., DUNHAM A.E., LEACHE A.D. & PORTER W.P., 2004. Bergmann's clines in ectotherms: illustrating a life-history perspective with sceloporine lizards. *Am. Nat.*, 164: E168–E183.
- CARAFÀ M., 2007. Atlante degli Anfibi del Parco Nazionale della Majella. Documenti tecnico-scientifici del Parco Nazionale della Majella (5). Ed. Ente Parco Naz. Majella, pp. 135.
- CVETKOVIC D., TOMASEVIC N., FICETOLA G.F., CRNOBRNJA-ISAILOVIĆ J. & MIAUD C., 2009. Berg-

- mann's rule in amphibians: combining demographic and ecological parameters to explain body size variation among populations in the common toad *Bufo bufo*. *J. Zool. Syst. Evol. Res.*, 47: 171-180.
- DI CERBO A.R. & BIANCARDI C.M., 2004. Seasonal activity and thermobiology of *Bombina v. variegata* in Lombardy (Seriana Valley, northern Italy). *Ital. J. Zool.*, 71(S2): 143-146.
- DUBOIS G.F., LE GOUAR P.J., DELETTRE Y.R., BRUSTEL H. & VERNON P., 2010. Sex-biased and body condition dependent dispersal capacity in the endangered saproxylic beetle *Osmoderma eremita* (Coleoptera: Cetoniidae). *J. Insect Conserv.*, 14: 679-687.
- FRANKHAM R., 1995. Effective population size/adult population size ratios in wildlife: a review. *Genetic Res.*, 66: 95-107.
- JEHLE R., ARNTZEN J.W., BURKE T., KRUPA A.P. & HÖDL W., 2001. The annual number of breeding adults and the effective population size of syntopic newts (*Triturus cristatus*, *T. marmoratus*). *Mol. Ecol.*, 10: 839-850.
- KALINOWSKI S.T. & WAPLES R.S., 2002. Relationship of effect to census size in fluctuating populations. *Conserv. Biol.*, 16: 129-136.
- MATTOCCIA M., CARI B., ROMANO A. & ANGELINI C., 2006. Osservazioni sull'ecologia di alcune popolazioni di *Bombina pachypus* (Amphibia: Bombinatoridae) nei Monti Lepini (Lazio). Pp. 161-166 in: Zuffi M.A.L. (ed.), Proc. V Congr. naz. Soc. Herpetol. Ital., Firenze University Press, Firenze.
- NUNNEY L., 1993. The influence of mating system and overlapping generations on effective population size. *Evolution*, 47: 1329-1341.
- NUNNEY L., 1995. Measuring the ratio of effective population size to adult numbers using genetic and ecological data. *Evolution*, 49: 389-392.
- NUNNEY L. & ELAM D.R., 1994. Estimating the effective population size of conserved populations. *Conserv. Biol.*, 8: 175-184.
- OTIS D., BURNHAM K.P., WHITE G.C. & ANDERSON D.R., 1978. Statistical inference from capture data on closed animal populations. *Wildl. Monographs*, 62:1-135.
- POPE K.L. & MATTHEWS K.R., 2002. Influence of anuran prey on the condition and distribution of *Rana muscosa* in the Sierra Nevada. *Herpetologica*, 58: 354-363.
- SCHMELLER D.S. & MERILA J., 2007. Demographic and genetic estimates of effective population and breeding size in the amphibian *Rana temporaria*. *Conserv. Biol.*, 21: 142-151.
- SCHULTE-HOSTEDDE A.I., ZINNER B., MILLER J.S. & HICKLING G.J., 2005. Restitution of mass-size residuals: validating body condition indices. *Ecology*, 86: 155-163.
- WILSON K. & HARDY I.C.W., 2002. Statistical analysis of sex ratios: an introduction. Pp. 48-92 in: Hardy I.C.W. (ed.), Sex Ratios – Concepts and Research Methods. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- WRIGHT S., 1938. Size of population and breeding structure in relation to evolution. *Science*, 87: 430-431.

Indirizzo degli autori — A. ROMANO, CNR- IBE, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per la BioEconomia, Via dei Taurini, 19 - 00100 Roma (I); e-mail: antonioromano71@gmail.com; antonio.romano@ibe.cnr.it; M. CARAFA, Ente Parco Nazionale della Maiella, Via Badia, 28 - 67039 Sulmona (L'Aquila, I); e-mail: marco.carafa@parcomaiella.it