



**Analisi preliminare dei fattori ecologici che determinano la distribuzione dei maschi di salamandra pezzata (*Salamandra salamandra*) durante la stagione riproduttiva**

Andrea CONTI\*, Roberta PENNATI, Raoul MANENTI

*Dipartimento di Bioscienze, Università degli Studi di Milano, Via Celoria 26, 20133 Milano, Italia.*

*\*Corresponding author: contiandrea93@gmail.com*

**Riassunto** *Salamandra salamandra* (Linnaeus, 1758) è un anfibio ampiamente distribuito in Europa ed è generalmente associato ad aree con estesa copertura boschiva. Dopo la metamorfosi la salamandra pezzata è un animale esclusivamente terrestre. Generalmente viene riportato che solamente le femmine ritornano all'acqua per deporre le larve. L'obiettivo di questo studio è di verificare se durante la stagione riproduttiva vi siano dei fattori che influenzano la scelta dei siti in cui i maschi di *S. salamandra* sono attivi rispetto ai siti di deposizione delle femmine. Durante i mesi di ottobre e novembre del 2013 e 2014 sono stati campionati 6 siti tra le province di Lecco, Como e Monza e Brianza comprendenti altrettante pozze sorgive. Di notte sono stati campionati gli adulti di salamandra attivi, determinandone il sesso, misurandone la lunghezza, il peso e valutando la distanza dal sito di deposizione. Inoltre i siti sono stati caratterizzati dal punto di vista delle caratteristiche del microhabitat. Nel complesso sono state osservate 214 salamandre di cui 144 maschi. Tramite analisi multivariata eseguita con la costruzione di modelli lineari misti (LMMs) è emerso che i maschi attivi occupano zone significativamente più vicine alle pozze dove depongono le femmine, con maggiore copertura di lettiera di foglie e minore pendenza. Inoltre è stato evidenziato un effetto significativo della taglia riguardo alla distanza dei maschi dal sito di deposizione, con i maschi più grossi significativamente più vicini al sito di deposizione. I risultati della ricerca evidenziano come i siti di attività dei maschi durante il periodo riproduttivo siano scelti in base alla distanza dal sito di deposizione ed in base a specifiche caratteristiche dei microhabitat. Quindi anche i maschi ritornano verso l'acqua e verosimilmente vi è una competizione, con quelli di taglia maggiore che riescono ad occupare le aree più prossime alle pozze dove è più elevata la probabilità di incontrare le femmine.

**Abstract** *Salamandra salamandra* (Linnaeus, 1758) is an amphibian widely distributed in Europe and it is generally found in extended forest covered areas. After metamorphosis, the fire salamander is an exclusively terrestrial animal. Generally it's reported that only female returns to water in order to depose the larvae. The target of this study is to verify whether during the breeding season is there any factor that influences the choice of sites in which males of *S. salamandra* are active compared with site of deposition of females. During the months of October and November of 2013 and 2014, 6 sites were sampled in the provinces of Lecco, Como and Monza and Brianza including as many spring pools. By night the active adults of salamander were sampled. Some biometric parameters like weight, sex and length were checked, as well as the distance from the breeding site. Moreover, the sites were marked from the point of view of the features of microhabitat. All in all we observed 214 salamanders, of which 144 were males. Through multivariate analysis performed with the construction of linear mixed models (LMMs) it came out that active males occupy areas with greater leaf litter and lower slope, significantly closer to pools where females depose larvae. The study highlighted a significant effect of the size of males respect to the distance from deposition site, indeed the biggest males were found significantly closer to the deposition site. The research shows that factors as the deposition site location and some specific features of microhabitat directly influence the activity site of males during the breeding season. Then also males return to water and probably there is a competition, with the biggest ones that occupy the areas closer to the pools where there is a higher probability to meet the females.

**Keywords** Reproduction, territoriality, fire salamander, breeding site.

### Introduzione

La salamandra pezzata frequenta per lo più ambienti boschivi a latifoglie, tipici degli orizzonti submontano e montano inferiore (castagneto e faggeta), dove è facilmente osservabile nei pressi di rii e torrenti. Sulle Alpi alle quote maggiori, si osserva anche in pozze di abbeverata o temporanee e in abbeveratoi (Di Cerbo & Razzetti, 2004). La sottospecie nominale è diffusa prevalentemente tra 250 e 1.000 m. s.l.m. La salamandra pezzata è stata osservata durante tutti i mesi dell'anno (Di Cerbo & Razzetti, 2004).

In nord Italia, la salamandra pezzata solitamente mostra due principali picchi di deposizione, uno in primavera (aprile-maggio) e l'altro in autunno (ottobre-novembre). Le larve deposte in autunno solitamente svernano in acqua e metamorfosano nella primavera dell'anno successivo (Romeo *et al.*, 2015). Il parto può avvenire in una sola volta o a più riprese, scaglionato in un arco di tempo anche di varie settimane (Lanza *et al.*, 2009).

Gli adulti di salamandra pezzata solitamente occupano come rifugi le zone vicine alle radici degli alberi, con la presenza a volte di gallerie di piccoli mammiferi, abbandonate o no, oppure in qualsiasi fessura che mantenga un buon livello di umidità anche nelle ore

più calde (Joly, 1968). L'accoppiamento avviene a terra, più spesso in primavera-estate ma anche in autunno, e per lo più di notte. Il maschio in fregola si sposta attivamente, si erge sulle zampe anteriori e mostra un'attiva respirazione bucco-faringea, che ha tra l'altro una funzione olfattiva, permettendogli di percepire con maggiore efficacia l'odore della femmina (Lanza *et al.*, 2009).

L'obiettivo di questo studio è stato di individuare preferenze nell'occupazione dell'ambiente da parte di adulti di *S. salamandra* durante il periodo riproduttivo. In particolare si voleva verificare se i siti dove i maschi sono attivi fossero scelti in maniera casuale oppure se i maschi li scelgono in funzione di alcune caratteristiche del microhabitat e della distanza dal sito di deposizione. Inoltre si voleva verificare se la taglia e il peso dei maschi avessero un ruolo nella scelta del sito. Spesso infatti, soprattutto in testi divulgativi, si ritiene che la frequentazione dei siti umidi dopo la metamorfosi sia una prerogativa delle femmine di questa specie.

### Materiali e Metodi

La ricerca è stata svolta presso 6 siti riproduttivi in Lombardia, tra le province di Como, Lecco e Monza Brianza. Gli adulti di salamandra pezzata attorno ai 6 siti riproduttivi sono stati ricercati durante i mesi di ottobre e novembre del 2013 e del 2014 tramite sopralluoghi notturni, caratterizzati da transetti, effettuati in notti piovose. Come periodo di riproduzione si è deciso di considerare quello autunnale dato che è il periodo in cui è di solito riportata una maggior contattabilità dei maschi rispetto a quello primaverile (Schulte *et al.*, 2007).

Per ogni stagione di rilievo sono stati effettuati almeno 2 ripetizioni di ogni transetto. Sono stati individuati 26 transetti e lungo essi sono stati rilevati 72 differenti plots del raggio di 2,5 metri, distanti tra loro almeno 5 metri e disposti fino ad una distanza totale di 30 metri dal sito riproduttivo.

Per quanto riguarda i rilievi notturni, per ogni individuo catturato è stato determinato il sesso, generalmente le femmine sono più grandi dei maschi e l'identificazione del sesso si basa unicamente sulle dimensioni della cloaca ed eventualmente su rigonfiamenti ventrali che riguardano le femmine gravide. La cloaca è rigonfia nei maschi e piatta nelle femmine (Catenazzi, 1998). Ad ogni individuo è stata scattata una foto dorsale su carta millimetrata per poterne calcolare con esattezza la lunghezza totale con il programma Image J, è stato misurato il peso, con dinamometro PESOLA (precisione 0.1 g), la pendenza massima del punto in cui è stato rinvenuto tramite clinometro (BevelBox) e la sua distanza dal sito riproduttivo è stata rilevata tramite GPS GarminEtrex 10 (precisione 3 m). Le foto dorsali sono state utilizzate anche per riconoscere gli individui ed escludere le ricatture avvenute dalle analisi morfometriche, dall'analisi sull'effetto della distanza dei maschi dal sito riproduttivo e, in futuri studi, stimare le variazioni di densità delle popolazioni tra più stagioni.

Nel corso di rilievi diurni sono invece state registrate diverse variabili ambientali per ogni plot, quali la copertura arbustiva, la profondità della lettiera di foglie, l'inclinazione del terreno, il numero di alberi di diametro massimo superiore a 50 cm e la distanza del

plot dal sito riproduttivo. Tramite il programma "Presence 5.5" è stata stimata la detection probability dei maschi e la loro probabilità di occupazione dei diversi plot. Quest'ultimo valore è stato utilizzato come variabile dipendente nella costruzione di modelli lineari misti (LMMs) che sono stati utilizzati per valutare la relazione tra la presenza dei maschi e le variabili ambientali registrate. Una seconda analisi è stata effettuata utilizzando come variabile dipendente la distanza dal sito riproduttivo e come variabili indipendenti la pendenza del punto di rinvenimento dei maschi nel corso dei sopralluoghi notturni e la loro lunghezza totale. Per questa analisi sono stati considerati i punti di primo rinvenimento dei maschi, escludendo quelli relativi a successive ricatture dello stesso individuo. Le analisi sono state effettuate in ambiente R 3.2 e i pacchetti lme e car.

### Risultati

Negli anni 2013 e 2014, durante i mesi di ottobre e novembre, sono state osservate complessivamente 214 salamandre di cui 144 maschi. In particolare nell'anno 2013 sono state osservate 18 salamandre femmina e 53 maschi, mentre nell'anno 2014 sono state osservate 41 salamandre femmina e 90 maschi. Per alcune salamandre non è stato possibile rilevare la lunghezza, il peso ed il sesso perché al momento del rinvenimento si trovavano all'interno di rifugi.

Dai dati raccolti è stato possibile stimare la lunghezza media delle salamandre nei due anni di osservazione, mentre il peso medio è stato calcolato solo per quanto riguarda i dati relativi al 2014.

Nel 67% dei rilievi notturni è stata trovata almeno una femmina nell'atto di deporre nel sito riproduttivo di ciascuna località; in tutte le pozze delle località monitorate erano comunque presenti larve neonate.

La detection probability è risultata più elevata nei maschi ( $P = 0,81$ ) che nelle femmine ( $P = 0,54$ ), con un maggior numero di maschi osservati rispetto alle femmine ed un rapporto di circa 2:1.

Il 90 % dei plots posti a 5 e 10 m di distanza è risultato occupato da maschi. Oltre i 10 metri sono risultati occupati dai maschi solo l'11 % dei plots. L'analisi tramite LMMs sulla scelta dei plots conferma che i maschi durante la stagione riproduttiva prediligono i plots più vicini al sito riproduttivo ( $F = 22,66$ ;  $P < 0,001$ ) e mostra inoltre che prediligono quelli con lettiera di foglie più profonda ( $F = 9,53$ ;  $P < 0,01$ ) e minore pendenza ( $F = 4,89$ ;  $P = 0,03$ ).

Inoltre è stato rilevato una correlazione significativa tra la taglia e la distanza dei maschi dal sito di deposizione: i maschi più grossi stanno significativamente più vicini al sito di deposizione ( $F = 11,66$ ;  $P < 0,001$ ).

### Discussione

I due diversi anni di campionamento hanno consentito di avere dati attendibili per poter delineare i fattori che determinano la distribuzione dei maschi di salamandra pezzata.

La differenza nel numero di maschi e femmine rinvenuti conferma precedenti osservazioni che indicano come le femmine risultino essere più attive durante i mesi tra marzo e maggio, mentre i maschi tra i mesi di maggio e novembre (Schulte *et al.*, 2007). I risultati

della ricerca evidenziano come i siti di attività dei maschi durante il periodo riproduttivo siano scelti in base alla distanza dal sito di deposizione ed in base a specifiche caratteristiche dei microhabitat. Quindi anche i maschi sembrano attratti dagli specchi d'acqua e verosimilmente vi è una competizione, con quelli di taglia maggiore che riescono ad occupare le aree più prossime alle pozze dove è più elevata la probabilità di incontrare le femmine. I risultati di questa ricerca sono in accordo con quanto osservato in una ricerca sugli spostamenti e l'home range di una popolazione abruzzese di *S. s. gigliolii* (Carafa & Biondi, 2007) in cui è stato osservato che, pur essendo sostanzialmente sedentari, i maschi possono raggiungere occasionalmente il sito riproduttivo. Tale studio, effettuato tramite riconoscimento fotografico (Carafa & Biondi, 2004) su un elevato numero di individui mostra anche come i maschi abbiano spazi vitali inferiori rispetto alle femmine (Carafa & Biondi, 2007).

La nostra ricerca potrebbe essere estesa anche alle specie del genere *Salamandra* con abitudini completamente terrestri, che quindi non utilizzano siti riproduttivi acquatici, per comprendere se i comportamenti riproduttivi dei maschi siano legati a specifiche caratteristiche ecologiche dei microhabitat in cui essi sono attivi.

### Bibliografia

- Carafa, M., Biondi, M. (2004): application of a method for individual photographic identification during a study on *Salamandra salamandra gigliolii* in central Italy. *Ital. J. Zool., Suppl.* **2**: 181-184.
- Carafa, M., Biondi, M., (2008): Movimento ed orientamento in *Salamandra appenninica*. In: Carafa, M., Di Francesco, N., Di Tizio, L., Pellegrini, M. (eds), *Atti 1° Congresso Societas Herpetologica Italica Sezione Abruzzo "Antonio Bellini"* (Caramanico Terme, PE, 25-27 maggio 2007). Talea Edizioni, Atessa, CH: 83-96.
- Catenazzi, A., (1998): *Ecologie d'une population de Salamandre tachetée au Sud des Alpes, travail de diplôme*. Institut de Zoologie, Faculté de Sciences, Université de Neuchâtel. Pp: 106 + 11 annexes.
- Di Cerbo, A., Razzetti, E. (2004): Salamandra pezzata *Salamandra salamandra* (Linnaeus, 1758). Bernini, F., Bonini, L., Ferri, V., Gentili, A., Razzetti, E., Scali, S. (eds), *Atlante degli Anfibi e dei Rettili della Lombardia*. Provincia di Cremona, Cremona: 64-66.
- Joly, J. (1968): Données écologiques sur la salamandre tachetée *Salamandra salamandra* (L.), Masson & Cie, Paris, 12e série, **10 (3)**: 301-366.
- Lanza, B., Nistri, A., Vanni, S. (2009): Anfibi d'Italia. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, I.S.P.R.A. Grandi & Grandi Editori, Savignano sul Panaro (Mo).
- Romeo, G., Giovine, G., Ficetola, G.F., Manenti, R. (2015): Development of the fire salamander larvae at the altitudinal limit in Lombardy (north-western Italy): effect of two cohorts occurrence on intraspecific aggression. *North-Western Journal of Zoology* **11 (2)**: 234-240.
- Schulte, U., Kusters, D., Steinfartz, S., 2007 - A PIT tag based analysis of annual movement patterns of adult fire salamanders (*Salamandra salamandra*) in a Middle European habitat. *Amphibia-Reptilia* **28**: 531-536.