

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6787248>

SARA LEFOSSE, GALILEO ZECCHIN, VALENTINA PIGATO,  
ALESSANDRO RIGA & LUCIO BONATO

COSA È SUCCESSO ALL'HABITAT DI *SALAMANDRA*  
*ATRA AURORAE* DOPO LA “TEMPESTA VAIA” DEL 2018?  
PRIME VALUTAZIONI IN UNO DEI SITI PIÙ NOTI

RIASSUNTO

Un evento meteorologico eccezionale (tempesta Vaia) ha causato nel 2018 l'abbattimento di oltre 40000 ettari di foresta nel Nord Italia. Sono state coinvolte anche parti dell'Altopiano dei Sette Comuni dove vive *Salamandra atra aurorae*, già minacciata dalle pratiche moderne di utilizzazione selvicolturale. Per comprendere gli effetti della tempesta Vaia sull'habitat occupato da *S. a. aurorae*, è stata fatta una prima valutazione nell'area dove la presenza di questo endemita è maggiormente documentata, con 148 punti di rinvenimento sparsi su 258 ha precedentemente coperti da foresta continua. Circa il 23% dell'intera superficie ha subito l'abbattimento di quasi il 100% degli alberi presenti. Gli alberi sono stati poi quasi completamente rimossi ed è prevedibile che queste zone non saranno più adatte alle esigenze microclimatiche di *S. a. aurorae* per il prossimo futuro. Invece, in un'area dove sono stati abbattuti solo alberi sparsi e dove 47 plot di 30 m<sup>2</sup> sono stati monitorati sia prima della tempesta Vaia (anni 2014-2015) sia nell'anno immediatamente successivo (2019), la maggior parte dei plot occupati da salamandre prima della tempesta sono risultati occupati anche dopo e i plot occupati prima di Vaia sono stati perturbati in modo simile agli altri. Gli schianti hanno interessato anche altre aree dell'Altopiano occupate da *S. a. aurorae* e la rimozione del legname è stata svolta in maggior parte senza adottare misure idonee a mitigare l'impatto sull'habitat e sulle salamandre.

*Parole chiave:* Salamandra di Aurora, endemismo, tempesta di vento, selvicoltura, perdita di habitat.

SUMMARY

*What's happened to the habitat of Salamandra atra aurorae after the 2018 "Vaia storm"? A preliminary assessment in one of the most known sites of occurrence. In 2018, an extreme weather event (the Vaia windstorm) razed more than 40,000 ha of woods in northern Italy. The event also hit those parts of the Sette Comuni Plateau inhabited by the narrow endemic Salamandra atra aurorae, which*

is already threatened by modern tree harvesting practices. To evaluate how the Vaia storm affected the habitat of *S. a. aurorae*, we carried out a first assessment in the area where the presence of this endemite is most documented (recorded in 148 sites within 258 ha previously covered with forest). We estimated that 23% of the entire area suffered the downfall of almost 100% of the trees. Those trees have been completely removed, changing the microhabitat conditions, which likely will not be suitable for *S. a. aurorae* in the next future. Instead, in a narrower area where only sparse trees were downed and where we monitored 47 plots of 30 m<sup>2</sup> both before (years 2014-2015) and after (2019) the Vaia storm, most of the plots previously occupied by salamanders were still occupied after the storm, and the plots previously occupied were perturbed as much as the others. Tree falls occurred also in other areas occupied by *S. a. aurorae*, and log removal has been often carried out without adequate measures to mitigate the impact on the habitat and the salamanders.

*Key words:* Golden Alpine Salamander, endemism, windstorm, forestry, habitat loss.

## INTRODUZIONE

Nell'ottobre 2018 la cosiddetta "tempesta Vaia" ha colpito il Nord Italia distruggendo oltre 40000 ha di foresta (CHIRICI *et al.*, 2019). Danni consistenti si sono verificati anche nel ristretto areale di *Salamandra atra aurorae* (area of occupancy  $< \sim 30$  km<sup>2</sup>), sull'Altopiano dei Sette Comuni, tra Veneto e Trentino (ROMANAZZI & BONATO, 2014).

*Salamandra atra aurorae* è di interesse comunitario prioritario ed è stata giudicata in cattivo stato di conservazione, con prospettive future sfavorevoli. È in pericolo di estinzione per l'areale ridotto e il declino dell'habitat (COMITATO ITALIANO I.U.C.N., 2013).

Le maggiori densità si registrano in boschi maturi, soprattutto di abete bianco e faggio, rispetto alle peccete più fitte e ai margini forestali (BONATO & FRACASSO, 2015; ROMANO *et al.*, 2018). Tuttavia, dopo la Prima Guerra Mondiale i rimboschimenti sull'Altopiano sono stati realizzati soprattutto con abete rosso (CORONA *et al.*, 2010), sostituendo in gran parte abete bianco e faggio. Inoltre, in quasi tutto l'areale di *S. atra aurorae* la gestione forestale è ancor oggi orientata alla produzione di legno e le moderne modalità di esbosco causano spesso notevoli impatti sull'habitat: i mezzi pesanti compattano il suolo e ne modificano il microclima (AA.VV., 2012). Tali operazioni dovrebbero essere limitate al periodo invernale nelle aree di presenza di *S. atra aurorae* (DGR Veneto 786/2016), ma l'effettiva distribuzione di questo endemita non è ancora conosciuta in modo adeguato. A questo quadro sfavorevole si sommano gli effetti di Vaia.

In collaborazione con il Comune di Asiago, è stata avviata una ricerca per valutare gli effetti di Vaia nella località tipica della sottospecie. Questo articolo riporta una prima valutazione degli effetti sull'habitat, nel primo anno successivo all'evento, per contribuire a individuare nuovi elementi critici per la sopravvivenza di questo endemita.

## MATERIALI E METODI

L'area di studio si trova nella parte nord-occidentale dell'Altopiano dei Sette Comuni e comprende la Val Remaloch e il Bosco del Dosso (Fig. 1). Quest'area ospita una densa popolazione di *S. atra aurorae* (BONATO & FRACASSO, 2003) e prima di Vaia era quasi interamente coperta da una foresta continua e matura di *Abies alba*, *Fagus sylvatica* e *Picea abies*.

Per stimare gli effetti di Vaia sull'habitat a livello di popolazione (macrohabitat), è stata considerata un'area di 258 ha (Fig. 1), corrispondente alle particelle forestali con almeno un record di *S. atra aurorae* (secondo un database inedito di 148 record distanziati almeno 20 m) e in cui sono state mappate le zone con 80-100% di alberi abbattuti (fonte: Comune di Asiago).

Per valutare gli effetti ad una scala di *home range* individuale (microhabitat), sono stati considerati 47 plot di 30 m<sup>2</sup> in una sottoarea di 3 ha dove erano stati abbattuti per lo più alberi isolati (Fig. 1). Ciascun plot era costituito da 2 aree rettangolari (3 × 5 m) distanti 1 m, su due lati opposti di un albero di diametro > 35 cm. L'albero centrale di un plot distava almeno 10 m dall'albero di un altro plot.

I plot sono stati controllati per cercare salamandre sia prima di Vaia (4 volte nel 2014, 10 nel 2015) sia dopo Vaia (11 volte nel 2019). Le ricerche sono state condotte durante il dì, nella stagione di maggiore attività degli individui (maggio-settembre), controllando ogni volta tutti i potenziali rifugi ispezionabili in modo non distruttivo. Ogni individuo è stato fotografato e identificato tramite le macchie dorsali. Gli individui con lunghezza > 90 mm sono stati considerati adulti (BONATO *et al.*, 2007).

Inoltre, gli effetti di Vaia in ciascun plot sono stati valutati nel 2019 con le seguenti variabili: presenza/assenza di alberi abbattuti di diametro > 20 cm ("alberi abbattuti"); area coperta da rami di diametro ≤ 20 cm e da fronde rimovibili ("ramaglie"); area coperta da tronchi non rimovibili, rami e fronde attaccati ("tronchi"); area delle buche causate dallo sradicamento di alberi ("sradicamento"). La variabile "alberi abbattuti" è stata valutata entro 5 m dai margini dei plot, mentre le altre variabili entro 2 m.

Per valutare se la presenza di *S. atra aurorae* nei plot fosse stata condizionata dagli effetti di Vaia, è stato costruito un modello lineare generalizzato (GLM) per spiegare la presenza/assenza nel 2019 (dopo Vaia) in funzione di: presenza/assenza nel 2014-15 (prima di Vaia), "alberi abbattuti", "ramaglie", "tronchi" e "sradicamento". Le variabili quantitative sono state standardizzate ed è stato verificato che non fossero fortemente correlate ( $r$  di Spearman, 0,18,  $p = 0,57$ ). È stata utilizzata la funzione `glm` del pacchetto "stats" di R (R CORE TEAM, 2021), assumendo una distribuzione binomiale e funzione link logit. Poiché gli adulti tendono a rimanere sedentari in *home range* di poche decine di m<sup>2</sup>, mentre i giovani si disperdono maggiormente (BONATO & FRACASSO, 2003), è stato costruito un secondo modello considerando la presenza/assenza dei soli adulti.

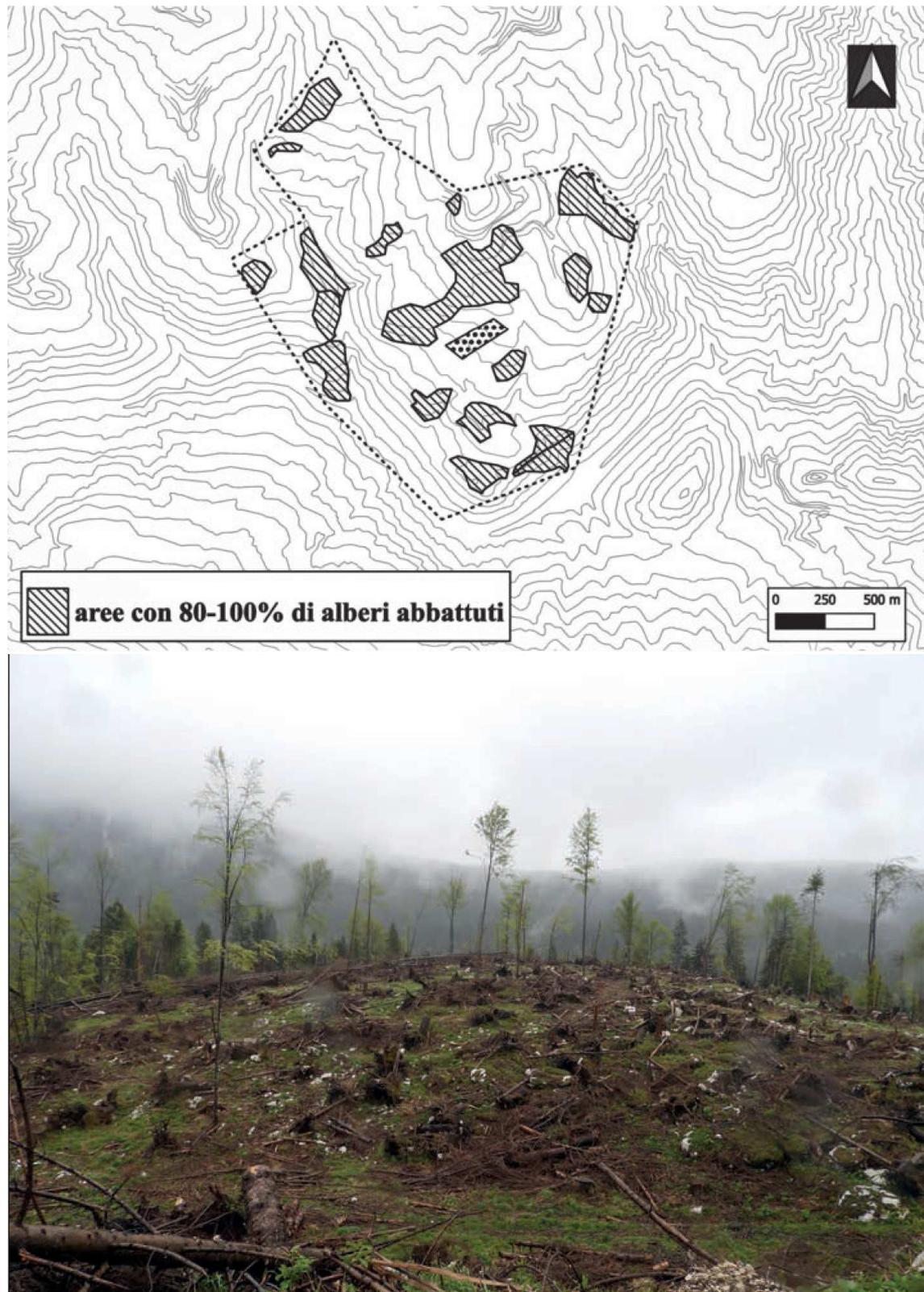


Fig. 1 — Area di studio (sopra) ed esempio di zona con 80-100% di alberi abbattuti (sotto). Gli effetti della tempesta sull'habitat a livello di popolazione sono stati stimati nell'area circoscritta dalla linea tratteggiata, mentre quelli a livello di *home range* in 47 plot (area puntinata).

## RISULTATI

*Effetti sul macrohabitat*

L'abbattimento di quasi tutti gli alberi (80-100%) è avvenuto in aree discontinue di estensione compresa tra 0,5 e 16,5 ha, per un totale di 59 ha su 258 ha, ossia il 23% dell'area considerata (Fig. 1). In queste aree abbattute ricadono 37 dei 148 record pregressi di *S. a. aurorae*, ovvero il 25%.

*Effetti sul microhabitat*

Nonostante lo sforzo di ricerca sia stato maggiore nel 2014-2015 rispetto al 2019 (14 ripetizioni vs 11), le ricerche condotte nei 47 plot prima di Vaia hanno accertato la presenza di almeno un individuo di *S. atra aurorae* in 18 plot (almeno un adulto in 16 plot), mentre quelle condotte nel 2019 in 26 plot (almeno un adulto in 21 plot). La presenza di *S. atra aurorae* è stata confermata in 14 dei 18 plot sicuramente occupati prima di Vaia (10 su 16 considerando i soli adulti) e in altri 12 plot dove la presenza non era stata accertata (altri 11 plot con adulti).

Il GLM che mette in relazione la distribuzione di *S. atra aurorae* tra i plot dopo Vaia con quella pregressa non evidenzia un effetto statisticamente significativo delle perturbazioni del microhabitat (Tabella 1). Gli stessi risultati sono stati ottenuti considerando solo gli adulti.

Tab. 1

GLM della presenza di *S. atra aurorae* dopo la tempesta Vaia in funzione della presenza precedente e delle perturbazioni dell'habitat determinate dalla tempesta.

	coefficiente	errore standard	z	p
<b>(intercetta)</b>	-0,38	0,60	-0,64	0,523
<b>Presenza prima della tempesta</b>	20,41	2174,30	0,009	0,992
<b>Alberi abbattuti</b>	1,32	1,39	0,95	0,343
<b>Ramaglie</b>	2,70	1,47	1,84	0,066
<b>Tronchi</b>	-0,85	0,62	-1,35	0,176
<b>Sradicamento</b>	-0,33	0,71	-0,47	0,637

I plot occupati da *S. atra aurorae* prima di Vaia presentano più spesso alberi abbattuti rispetto agli altri (50% vs 28%), ma tale differenza non emerge se si considerano solo gli adulti (44% vs 56%). Inoltre, la distribuzione delle altre variabili risulta simile tra i plot occupati prima di Vaia e quelli non occupati; gli stessi risultati emergono se si considerano i soli adulti.

## DISCUSSIONE

Nel primo anno dopo la tempesta Vaia, la presenza di alberi abbattuti ha reso difficoltoso l'accesso all'area di studio e per ragioni di sicurezza non è stato possibile impiegare metodi di monitoraggio delle salamandre più efficaci della ricerca diurna nei rifugi (LEFOSSE *et al.*, 2016). Nonostante ciò, i dati pregressi disponibili e il monitoraggio di un'area rappresentativa ha permesso di fare alcune valutazioni preliminari degli effetti di Vaia sull'habitat di *S. atra aurorae*.

Considerando l'area di presenza più nota e finora più indagata (ROMANAZZI & BONATO, 2014), 1/4 della superficie ha completamente perso la copertura arborea e, dopo la rimozione di quasi tutti gli alberi caduti, è ora esposta all'insolazione diretta. Il suolo è maggiormente soggetto a dilavamento e sono prevedibili cambiamenti delle fitocenosi, della struttura e del microclima del terreno e, conseguentemente, delle risorse trofiche per le salamandre. Considerando le esigenze ecologiche di *S. atra aurorae* (BONATO & FRACASSO, 2015; ROMANO *et al.*, 2018), è probabile quindi che queste aree saranno inadatte per diversi decenni.

Anche se nel primo anno dopo la tempesta non è emerso un effetto significativo sulla presenza delle salamandre, è plausibile che cambiamenti demografici possano manifestarsi nei prossimi anni. In tutti gli anni abbiamo accertato, almeno per qualche individuo, la frequentazione di più plot. Questo aspetto è sicuramente da approfondire, ma gli spostamenti potrebbero parzialmente compensare le alterazioni dell'habitat.

A causa dalla bassa *detection probability* (BONATO & FRACASSO, 2003; LEFOSSE *et al.*, 2016; ROMANO *et al.*, 2018), non si può escludere una sottovalutazione della presenza delle salamandre nei plot e quindi i risultati devono essere interpretati con cautela. Per una valutazione più rigorosa bisognerebbe applicare modelli che considerino una *detection* imperfetta (SCHMIDT & PELLET, 2010; ROMANO *et al.*, 2018). Ancora, l'aumento di ramaglie nei plot potrebbe aver aumentato i rifugi potenziali e quindi la *detection probability*; ciò spiegherebbe l'incremento del numero di plot occupati dopo Vaia (almeno + 30%), nonostante un minore sforzo di ricerca (circa - 20%).

Infine, i record disponibili potrebbero non rappresentare adeguatamente la reale distribuzione della specie nell'area di studio, dato che derivano soprattutto da monitoraggi concentrati in poche aree e da ricerche occasionali (ROMANAZZI & BONATO, 2014; BONATO *et al.*, 2017).

Oltre alle zone deforestate (Fig. 1), nell'area di studio si sono verificati anche schianti di minore entità, non quantificati perché di scarso interesse economico, ma che comunque frammentano l'habitat. Inoltre, situazioni paragonabili sono presenti in altre aree occupate da *S. atra aurorae*. Anche qui

gli esboschi vengono condotti rimuovendo quasi tutto il legname, senza diversificare gli interventi. Da alcuni studi è emerso che il *salvage logging*, praticato per contrastare insetti xilofagi potenzialmente dannosi per gli alberi vivi, può avere conseguenze più negative sulla biodiversità rispetto all'assenza di interventi (THORN *et al.*, 2014). Proprio per ridurre il rischio di proliferazione di scolitidi, gli esboschi sono avvenuti anche durante la stagione di attività di *S. atra aurorae*, in deroga alle misure di conservazione della ZSC "Altopiano dei Sette Comuni". Il passaggio di mezzi pesanti comporta un rischio di mortalità diretta e altera l'habitat compattando il terreno e distruggendo la copertura erbacea. Inoltre, poiché la distribuzione di *S. atra aurorae* non è ancora completamente conosciuta, non si possono escludere danni simili in zone dove la presenza non è ancora stata accertata.

Alla luce di queste prime valutazioni degli effetti di Vaia, *S. atra aurorae* necessita di urgenti misure di conservazione. Inoltre, eventi meteorologici estremi come Vaia potrebbero ripetersi con maggiore frequenza per i cambiamenti climatici (MOTTA *et al.*, 2018) ed è quindi necessario riorientare la gestione dei boschi per conservarne la biodiversità nel lungo periodo.

*Ringraziamenti* — Vogliamo ricordare Enrico Romanazzi, indimenticato amico e collega, parte del gruppo di ricerca. Le ricerche del 2014 e 2015 sono state svolte dai Dipartimenti di Biologia e TESAF dell'Università di Padova con il supporto della Regione Veneto. Le ricerche del 2019 sono state condotte grazie a una convenzione tra Dipartimento di Biologia dell'Università di Padova e Comune di Asiago. I rilevamenti su *S. atra aurorae* sono stati autorizzati da MATTM (1758 - 3128 - 21236/PNM).

#### BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 2012. The golden Alpine salamander (*Salamandra atra aurorae*) in conservation peril: open petition for the conservation of the golden Alpine salamander in Italy. *Amphibia Reptilia*, 33: 541-543.
- BONATO L. & FRACASSO G., 2003. Movements, distribution pattern and density in a population of *Salamandra atra aurorae* (Caudata: Salamandridae). *Amphibia Reptilia*, 24: 251-260.
- BONATO L. & FRACASSO G., 2015. Epigeal habitat of a population of *Salamandra atra aurorae*: a preliminary analysis. Pp. 47-55 in: Doria G., Poggi R., Salvidio S. & Tavano M. (eds.), Atti X Congr. Naz. Soc. Herpetol. Ital. *Ianieri Edizioni*, Pescara.
- BONATO L., FRACASSO G. & LUISELLI L., 2007. *Salamandra atra* Laurenti, 1768. Pp. 197-211 in: Lanza B., Andreone F., Bologna M.A., Corti C., Razzetti E. (eds.), Amphibia, Fauna d'Italia 42. *Calderini*, Bologna.
- BONATO L., ROMANAZZI E., LEFOSSE S., BEUKEMA W. & GROSSENBACHER K., 2017. Population structure in *Salamandra atra aurorae* and *S. atra pasubiensis*: a preliminary evaluation of spatial and temporal variation. Pp. 153-159 in: Menegon M., Rodriguez-Prieto A., Deflorian M.C. (eds), Atti XI Congr. Naz. Soc. Herpetol. Ital. *Ianieri Edizioni*, Pescara.
- CHIRICI, G., GIANNETTI, F., TRAVAGLINI, D., NOCENTINI, S., FRANCINI, S., D'AMICO, G., CALVO E., FASOLINI D., BROLL M. MAI-STRELLI F., TONNER J., PIETROGIOVANNA M., OBERLECHNER K., ANDRIOLO A., COMINO R., FAIDIGA A., PASUTTO I., CARRARO G., ZEN S.,

- CONTARIN F., ALFONSI L., WOLYN-SKI A., ZANIN M., GAGLIANO C., TONOLLI S., ZONNETTI R., TONETTI R., CAVALLI R., LINGUA E., PIROTTI F., GRIGOLATO S., BELLINGERI D., ZINI E., GIANELLE D., DALPONTE M., POMPEI E., STEFANI A., MOTTA R., MORRESI D., GARBARINO M., ALBERTI G., VALDEVIT F., TOMELLERI E., TORRESANI M., TONON G., MARCHI M., CORONA P. & MARCHETTI, M., 2019. Forest damage inventory after the “Vaia” storm in Italy. *Forest@*, 16: 3–9.
- COMITATO ITALIANO I.U.C.N., 2013. Liste Rosse Italiane. <http://www.iucn.it/scheda.php?id=1114608844> (consultato 28 aprile 2021)
- CORONA P., CARRARO G., PORTOGHESI L., BERTANI R., DISSEGNA M., FERRARI B., MARCHETTI M., FINCATI G. & ALIVERNINI A., 2010. Pianificazione forestale di indirizzo territoriale. Metodologia e applicazione sperimentale all’altopiano di Asiago. Regione del Veneto, Università degli Studi della Tuscia. *Piccoli Giganti Edizioni*, Castrovillari.
- LEFOSSE S., ROMANAZZI E., PEDRON V. & BONATO L., 2016. Efficacia di diversi metodi di rilevamento della salamandra di Aurora, *Salamandra atra aurorae*, nell’Altopiano dei Sette Comuni (Caudata). Pp. 76-81 in: Bonato L., Trabucco R. & Bon M. (eds), Atti 7° Conv. Faunisti Veneti. *Boll. Mus. St. Nat. Venezia*, suppl. 66.
- MOTTA R., ASCOLI D., CORONA P., MARCHETTI M. & VACCHIANO G., 2018. Selvicoltura e schianti da vento. Il caso della “tempesta Vaia”. *Forest@*, 15: 94-98.
- R CORE TEAM, 2021. R: a language and environment for statistical computing. *Rfoundation for Statistical Computing*, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- ROMANAZZI E. & BONATO L., 2014. Updating the range of the narrowly distributed endemites *Salamandra atra aurorae* and *S. atra pasubiensis*. *Amphibia Reptilia*, 35: 123-128.
- ROMANO A., COSTA A., SALVIDIO S., MENEGON M., GAROLLO E., TABARELLI DE FATIS K., MISEROCCHI D., MATTEUCCI G. & PEDRINI P., 2018. Forest management and conservation of an elusive amphibian in the Alps: Habitat selection by Golden Alpine Salamander reveals the importance of fine woody debris. *Forest Ecol. Manage.*, 424: 338-344.
- SCHMIDT B.R. & PELLET J., 2010. Quantifying abundance: counts, detection probabilities, and estimates. Pp. 465-479 in: Dodd C.K. jr. (ed.), *Amphibian ecology and conservation, a handbook of techniques*. Oxford University Press, New York.
- THORN S., BÄSSLER C., GOTTSCHALK T., HOTHORN T., BUSSLER H., RAFFA K. & MÜLLER J., 2014. New insights into the consequences of post-windthrow salvage logging revealed by functional structure of saproxylic beetles assemblages. *PLoS ONE*, 9(7): e101757.

*Indirizzi degli autori* — S. LEFOSSE, G. ZECCHIN, L. BONATO, Dipartimento di Biologia, Università di Padova, via Ugo Bassi, 58b - 35131 Padova (I); e-mail: selfsdue@gmail.com; V. PIGATO, Via Santa Anastasia, 2 - 36030 Sarcedo (I); A. RIGA, Dipartimento di Biologia, Università di Firenze, via del Proconsolo, 12 - 50122 Firenze (I).