

Raport științific

privind implementarea proiectului "The potential impact of global warming on two fundamental factors of Spruce bark beetle *Ips duplicatus* population dynamics: voltinism and diapause"

Introducere

Gândacul de scoarță *Ips duplicatus* (Coleoptera, Curculionidae) (Sahlberg) este unul dintre cei mai importanți dăunători ai molidului din zona centrală și de sud est a Europei, producând gradații în special în arboretele cu molid situate la altitudini sub 1000 m a.s.l (Knizek & Zahradnik, 1996; Stanovský, 2002; Grodzki, 2003; Hrubík, 2007; Olenici *et al.*, 2009; Olenici *et al.*, 2011; Duduman *et al.*, 2011). Acest gândac de scoarță este nativ din pădurile cu molid situate în zona boreală, din Scandinavia până în Taigaua Siberiană și insulele Sachalin (Wood & Bright, 1992; Pfeffer, 1995). După 1920 această specie este semnalată tot mai frecvent în Europa Centrală și de Sud Est, unde este considerată invazivă (Wanka, 1927; Zúbrik *et al.*, 2006; Vakula *et al.*, 2007; Daise, 2009). Migrația lui *Ips duplicatus* spre sud nu poate fi atribuită schimbărilor climatice, ci mai degrabă acțiunii umane, prin transportul de material lemnos infestat spre fabricile de procesare din zona central Europeană. Ajuns probabil astfel în bazinul Sileziei Superioare, acest gândac de scoarță a migrat natural de-a lungul lanțului montan Tatra-Carpați, în momentul de față fiind semnalat în aproape tot arealul natural și artificial al molidului din România (izolat în zonele mai înalte de 1000 m) (Duduman *et al.*, 2011). În ce privește fenologia acestui gândac de scoarță, se știe foarte puține lucruri, adesea comportamentul lui fiind asimilat cu cel al speciei înrudite *Ips typographus*. Cercetările de ecologie pentru această specie s-au concentrat în special pe aspecte de chemoecologie, cum ar fi identificarea componentelor feromonale (Bakke, 1975; Byers *et al.*, 1990; Zhang *et al.*, 2001), interacțiunea gândacilor cu substanțele volatile specifice gazdelor (Duduman & Vasian, 2012) sau cu a altor specii de arbori (Zhang *et al.*, 2001). Aceste investigații sunt în mod clar insuficiente pentru a înțelege și a anticipa comportamentul acestei insecte, care poate deveni în viitor un important factor destabilizator în condițiile încălzirii climatice. Pornind de la faptul că dezvoltarea lui *Ips duplicatus* (ca de altfel a majorității insectelor) este condiționată de temperatură, cercetările propuse a se realiza în prezentul proiect se focalizează pe realizarea modelului fenologic pentru această specie (bazat pe pragurile de temperatura care condiționează intrarea sau ieșirea din dipauză, zborul adulților, etc. precum și influența fotoperioadei zilei în intrarea în diapauză), și impactul încălzirii globale asupra voltinismului și diapauzei acestei specii.

Obiectivele proiectului

Obiectivul general al proiectului este cel de a dezvolta cercetări fundamentale în domeniul protecției pădurii, ținând cont de evoluția factorilor care condiționează fenologia și ecologia speciilor de insecte dăunătoare pădurii, în cazul nostru gândacul de scoarță *Ips duplicatus*.

Obiectivul specific 1. Realizarea modelului fenologic al lui *Ips duplicatus* în corelație cu temperatura mediului înconjurător și cu fotoperioada (O1);

Obiectivul specific 2. Evaluarea impactului schimbărilor climatice asupra duratei diapauzei și a numărului de generații dintr-un an pentru *Ips duplicatus* (O2).

Cercetări efectuate în cadrul proiectului

Cercetările efectuate au abordat toate aspectele prevăzute în planul de realizare pentru cele două obiective, și au constatat în:

- Monitorizarea activității de zbor pentru *Ips duplicatus* și, suplimentar pentru specia înrudită *Ips typographus* (Faza 1.1);
- Monitorizarea dinamicii părăsirii arborilor gazdă de către adulții de *Ips duplicatus* (Faza 1.2);
- Monitorizarea încheierii zborului adulților de *Ips duplicatus* și intrarea acestora în diapauză (Faza 1.3);
- Determinarea pragurilor termice ce condiționează zborul lui *Ips duplicatus* (Faza 1.4);
- Determinarea necesarului termoeenergetic pentru dezvoltarea completă a unei generații de *Ips duplicatus* (Faza 1.5);
- Obținerea datelor de temperatură (Faza 2.1);
- Evaluarea impactului potențial al încălzirii globale asupra diapauzei și voltinismului (Faza 2.2).

Localizarea cercetărilor.

Cercetările de teren s-au derulat în 10 locații din județul Suceava (tabelul 1), în arborete cu molid în care sunt prezente populații de *Ips duplicatus*. Cercetările de laborator s-au desfășurat în laboratorul de specialitate din cadrul Facultății de Silvicultură-Universitatea "Ștefan cel Mare" Suceava.

Cercetările de teren referitoare la monitorizarea zborului gândacilor de *Ips duplicatus* s-au derulat în toate cele 10 locații amintite în tabelul 1, în timp ce monitorizarea zborului lui *Ips typographus* s-a realizat la Todirești 400; Ionu 800; Ionu 1200-1 și Ionu 1200-2. Observațiile privind dinamica părăsirii arborilor gazdă de către adulții noii generații s-au efectuat la Cacica 400. Monitorizarea încheierii zborului lui *Ips duplicatus* s-a făcut în locația Cacica 400. Cercetările aferente fazelor 1.4 și 1.5 (determinarea pragurilor termice și necesarul termoeenergetic) s-au desfășurat de asemenea în locația Cacica 400.

Datele de temperatură (faza 2.1) au fost obținute în toate cele 10 locații amintite anterior.

Tabelul 1. Localizarea cercetărilor de teren aferente anului 2013.

Nr. crt.	Suprafața experimentală	Altitudine	Latitudine/Longitudine	Ocol Silvic	Unitate de producție/unitate amenajistică	Faza abordată
1	Todirești 400	440 m	N47°42'46,8; E26°02'00,4	Pătrăuți	II Todirești ua 28	1.1; 1.3; 2.1.
2	Cacica 400	430 m	N47°36'56,9; E25°55'23,6	Solca	II Cacica ua 10	1.1; 1.3; 2.1.
3	Solca 600	620 m	N47°41'58,9; E25°47'47,5	Solca	I Solca ua 39 C	1.1; 1.2; 1.3; 1.4; 1.5; 2.1.
4	Sucevița 600	590 m	N47°46'39,9; E25°42'53,9	Marginea	III Șoarec	1.1; 1.3; 2.1.
5	Sucevița 800	790 m	N47°46'10,4; E25°38'29,3	Marginea	II Bercheza ua 53	1.1; 1.3; 2.1.
6	Sucevița 1000	1036 m	N47°44'47,9; E25°38'29,1	Marginea	II Bercheza ua 70	1.1; 1.3; 2.1.
7	Ionu 800	832 m	N47°37'58,5; E25°29'41,2	Vama	II Paltinu ua 91 D	1.1; 1.3; 2.1.
8	Ionu 1000	1032 m	N47°36'22,5; E25°28'31,2	Vama	II Paltinu ua 84 C	1.1; 1.3; 2.1.
9	Ionu 1200-1	1168 m	N47°36'56,0; E25°28'32,9	Vama	II Paltinu ua 82 I	1.1; 1.3; 2.1.
10	Ionu 1200-2	1207 m	N47°37'25,2; E25°27'23,3	Vama	II Paltinu ua 87 A	1.1; 1.3; 2.1.

Material si metodă.

Faza 1.1. Monitorizarea zborului adulților de *Ips duplicatus* s-a realizat între 17 aprilie și 18 octombrie 2013 și a presupus instalarea în fiecare locație din teren a câte cinci capcane feromonale de zbor de tip aripă (figura 1). Capcanele au fost dispuse la cca 12 m față de liziera pădurii și la cca 15 m distanță între ele. Cursele au fost amorsate cu nade sintetice specifice pentru *Ips duplicatus*. În locațiile unde a fost monitorizat și zborul lui *Ips typographus* s-au instalat un set suplimentar de



Fig. 1 Barieră de capcane

câte cinci capcane, ce au fost amorsate cu nade sintetice comerciale specifice Atratyp Plus®. Toate capcanele au fost verificate la un interval de 6-8 zile (excepțional 12 zile – în perioadele cu vreme ploioasă). Cu această ocazie s-a recoltat materialul biologic capturat, care a fost ulterior conservat prin congelare până în momentul efectuării analizelor de laborator.

Nadele feromonale utilizate pentru atragerea lui *Ips duplicatus* au fost confecționate în cadrul proiectului, la Facultatea de Silvicultură din Suceava. Acestea au fost realizate din plicuri de folie de polietilenă LD cu grosimea de 50 μm și dimensiunile interioare de 50 x 70 mm. Plicurile au fost prevăzute în interior cu un material absorbant din pâslă cu dimensiunile de 35 x 50 mm impregnat cu un amestec feromonal alcătuit din ipsdienol (5%); e-mircenol (5%); metilbutenol (85%); alfa pinen (2,5%) și limonen (2,5%). Plicurile de polietilenă au fost închise prin sudură termică, eliberarea amestecului atractant având loc doar prin porii foliei de polietilenă (22 mg/zi, 20°C, 60%RH). Pe durata funcționării experimentului, toate nadele sintetice au fost înprospătate periodic, pentru a asigura o rată relativ constantă de eliberare a amestecului de substanțe volatile atractante.

Faza 1.2. Monitorizarea dinamicii părăsirii arborilor gazdă de către adulții de *Ips duplicatus*

a presupus instalarea în teren a douăzeci de fotoelectoare tubulare (figura 2). Acestea au fost confecționate din tuburi de pvc cu diametre de 20 și 25 cm și lungimi de 100 cm, prevăzute la un capăt cu o pâlnie colectoare conectată la un vas colector de insecte. Tuburile au fost amplasate în poziție verticală cu colectorul de insecte în partea de jos. În fiecare fotoelector a fost introdus un segment de trunchi de molid infestat cu *Ips duplicatus*. Dispozitivele au fost



Fig. 2 Dispozitive fotoelectoare

acoperite deasupra cu pânză neagră și plasă metalică cu ochiurile de 1 mm. Fotoelectoarele au fost instalate în teren pe 08.06.2013 și au funcționat până la începutul lunii septembrie. Colectoarele de insecte au fost monitorizate la intervale de 2-3 zile, cu care ocazie s-au recoltat și insectele colectate, ieșite din materialul lemnos infestat.

În suprafața de probă Cacica 400, unde în anul 2013 s-a dezvoltat un focar de *Ips duplicatus*, au fost instalate în feb. 2014 și în feb. 2015 6 dispozitive fotoelectoare de colectare a insectelor ce părăsesc litiera în primăvară (figura

3). Aceste dispozitive fotoelectoare au fost dotate cu senzori înregistratori pentru temperatură, cu două canale de măsurare, un canal pentru temperatura aerului și un canal pentru temperatura literei.

Faza 1.3. Monitorizarea încheierii zborului adulților de *Ips duplicatus* și intrarea acestora în diapauză.

Observațiile de teren necesare acestei faze au fost efectuate în perioada 20 septembrie – 20 octombrie (2013) respectiv 25 septembrie – 5 octombrie (2014) cu ajutorul capcanelor feromonale instalate pentru urmărirea dinamicii zborului insectelor. Pe toată durata observațiilor de teren privind ecologia lui *Ips duplicatus*, în fiecare locație din teren, s-au monitorizat principalii parametri climatici (temperatura și umiditatea relativă) cu ajutorul senzorilor înregistratori HOBO proV2.



Fig. 3. Dispozitiv fotoelector de sol

Faza 1.4. Determinarea pragurilor termice ce conditionează zborul lui *Ips duplicatus* a presupus instalarea în teren, în locația Cacica 400 a două capcane feromonale tip aripă echipate cu dispozitive electronice de numărare optică și înregistrare a insectelor ce intră în capcane, atrase de feromonii specifici. Dispozitivele de înregistrare au fost sincronizate pe variabila timp, cu senzorii de temperatură umiditate instalați în teren, și mai târziu (din august) cu o stație meteo Davis. Capcanele au fost verificate la intervale de 3-4 zile, cu aceste ocazii fiind descărcate și datele înregistrate automat. Perioada de monitorizare a zborului diurn pentru *Ips duplicatus* a fost mai-septembrie 2014. Pentru a preîntâmpina degradarea dispozitivelor electronice de numărare, capcanele în perioadele cu ploaie au fost protejate prin acoperire cu saci de folie.

Activitățile de laborator aferente fazelor 1.1 - 1.4 au constatat în sortarea, inventarierea și separarea pe sexe a gândacilor capturați la capcane. Aceste operațiuni s-au desfășurat cu ajutorul unor echipamente specifice (lupă sortare 3X și stereomicroscop Zeiss Discovery 8).

Faza 1.5. Pentru determinarea necesarului termoenergetic privind dezvoltarea completă a unei generații de *Ips duplicatus* s-au folosit o serie de dispozitive specifice de creștere pentru gândacii de scoarță, confecționate din plexiglas, sub formă de plăci, între care a fost instalat materialul suport (scoarță de molid) pentru creșterea insectelor. Dimensiunile active ale unui dispozitiv sunt de 20 x 30 cm (figura 4). Scoarța necesară a fost recoltată de pe arbori de molid cu vârsta de 40 ani, ce au fost în prealabil doborâți. Grosimea medie a scoarței a fost de cca 2,5-3,5 mm, suficientă pentru a permite dezvoltarea în condiții optime a unei generații de insecte. Fiecare dispozitiv instalat a fost colonizat cu câte o familie adultă de gândaci de *Ips duplicatus*.

Familiiile necesare colonizării au fost recoltate de pe segmente de trunchi de molid infestate artificial (prin atragerea insectelor cu ajutorul nadelor feromonale). Când familia a fost



Fig. 4 Dispozitive de creștere gândaci de scoarță

constituită (camera nupțială săpată de mascul era populată cu 2-3 femele) aceasta a fost mutată pe dispozitivele de creștere, unde a dat naștere unui nou sistem de galerii. Dispozitivele de creștere au fost puse în camera climatică (Conviron), unde în condiții de temperatură constantă a fost monitorizată dezvoltarea noilor generații. Fiecare dispozitiv de creștere a fost fotografiat zilnic pentru a obține informațiile necesare privind dezvoltarea noilor generații. Urmărirea dezvoltării lui *Ips duplicatus* s-a făcut în decursul a șapte experimente, diferențiate de temperatura constantă folosită: 15; 20; 22,5; 25; 27,5; 30,0; 32,5 sau 35°C.

Faza 2.1. Obținerea datelor de temperatură s-a făcut prin efectuarea de măsurători directe anuale și multianuale în teren cu ajutorul senzorilor înregistratori și a stației meteo Davis. În 2013 s-au măsurat temperaturile pentru sezonul de activitate al gândacilor de *Ips duplicatus* în toate locațiile unde s-a monitorizat activitatea de zbor al acestei specii. Măsurători de temperatură multianuale s-au efectuat în locația Cacica-400 unde s-au făcut măsurători automate în perioada aprilie 2013 – octombrie 2015.

Datele climatice necesare dezvoltării modelului fenologic al lui *Ips duplicatus* au fost obținute cu ajutorul modelelor climatice ECHAM5/MPI-OM (Jungclaus et al, 2006).

Faza 2.2. Evaluarea impactului potențial al încălzirii globale asupra diapauzei și voltinismului. S-a realizat pornind de la datele climatice parametrizate pentru zona de NE a României și de la modelul fenologic al insectei *Ips duplicatus*. Cunoscând temperatura minimă la care insecta intră în activitate primăvara, s-a creat un punct de pornire în ce privește voltinismul speciei. Din acest punct (reprezentat în timp) s-a calcula pe baza temperaturilor înregistrate și normalizate, momentul în care se realizează acumularea de energie necesară încheierii unei generații complete. Acest rezultat a arătat în timp momentul când noua generație a fost capabilă să se reproducă. Aplicând acest algoritm ciclic, au rezultat numărul de generații ce se pot forma într-un sezon.

Rezultate obținute.

Faza 1.1. Monitorizarea zborului adulților de *Ips duplicatus* și *Ips typographus* a condus la colectarea din teren a 315 de probe de *Ips duplicatus* respectiv 138 probe de *Ips typographus*. Până în momentul de față s-a reușit analiza completă la laborator a probelor de gândaci de scoarță capturați în suprafețele de probă Cacica 400 (22 probe de *Ips duplicatus* respectiv 22 probe de *Ips typographus*) și Ionu. La Cacica s-au capturat în total 34437 gândaci de *Ips duplicatus* și 54728 gândaci de *Ips typographus*. În schimb, la Ionu – 800 s-au capturat 7820 exemplare de *Ips duplicatus* și 85700 exemplare de *Ips typographus*. Cele mai multe exemplare de *Ips typographus* s-au capturat în locația situată la 1000 m (30200 exemplare), această cantitate fiind apropiată de valorile obținute în celelalte locații (29570 exemplare în locația situată la 1200 m și 25930 exemplare în locația situată la 800 m). În ce privește *Ips duplicatus*, cele mai importante capturi s-au înregistrat la altitudinea de 800 m (5420 exemplare), pe măsură ce am urcat altitudinal la 1000 m respectiv la 1200 m capturile reducându-se semnificativ la 2180 respectiv la 220 exemplare.

În ce privește zborul lui *Ips duplicatus*, la Cacica acesta s-a declanșat după 17 aprilie 2013, aproape simultan cu cel al lui *Ips typographus* (figura 5).

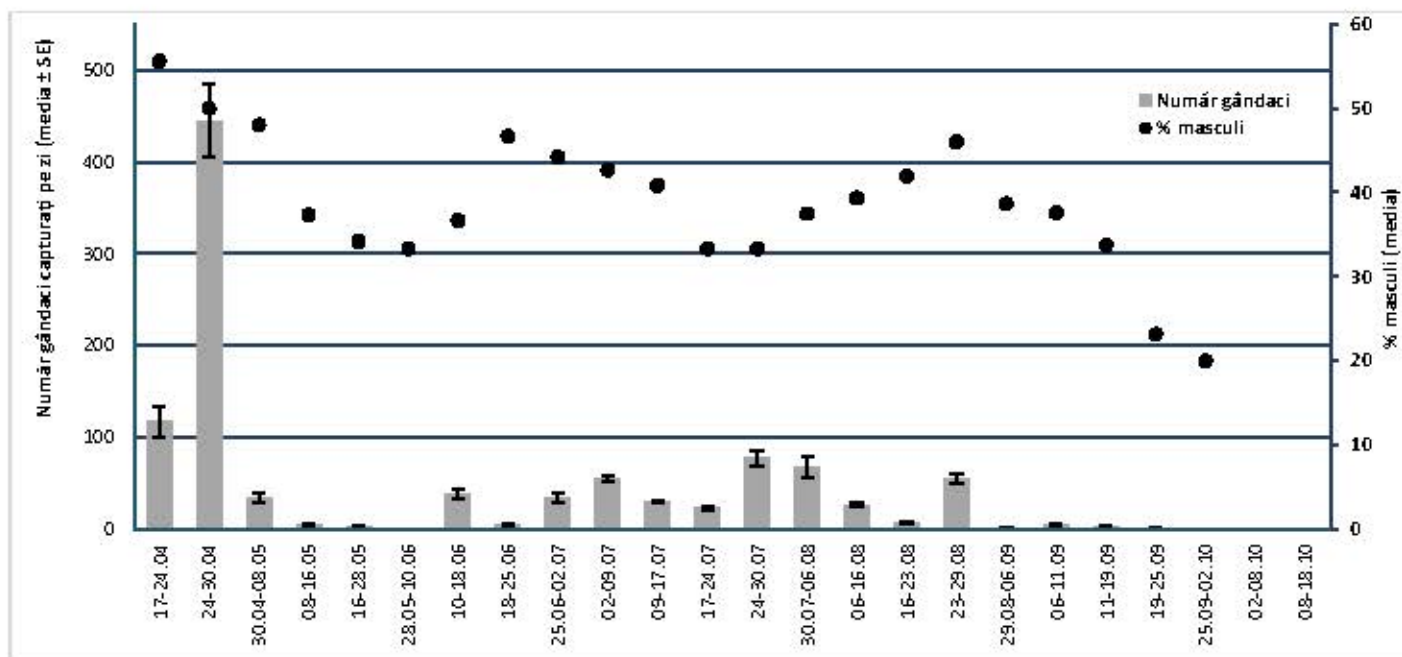


Fig. 5 Dinamica zborului lui *Ips duplicatus* la Cacica-400

În locația Cacica maximul activității de zbor al lui *Ips duplicatus* s-a înregistrat în primăvară, în perioada 24-30 aprilie, urmat de creșteri ușoare în perioadele 10-18 iunie, 02-09 iulie, 24 iulie – 06 august și 23-28 august. Unele dintre aceste maxime de zbor sunt secondate de valori ridicate ale procentului de masculi din populație, (sfârșitul lui aprilie, începutul lui iulie și sfârșitul lui august. Creșterea procentului de masculi este confirmarea apariției de adulți tineri în populația locală, adulți proveniți din noile generații (mai puțin în situația din aprilie). De asemenea, maximele de zbor au fost condiționate de condițiile climatice (figura 6), știut fiind că temperatura aerului limitează activitatea de zbor, iar în zilele în care au loc precipitații (cu umiditate crescută) zborul practic se reduce puternic. În consecință, în condițiile climatice specifice anului 2013, în locația Cacica, la o altitudine de 430 m, *Ips duplicatus* a reușit să dezvolte trei generații complete.

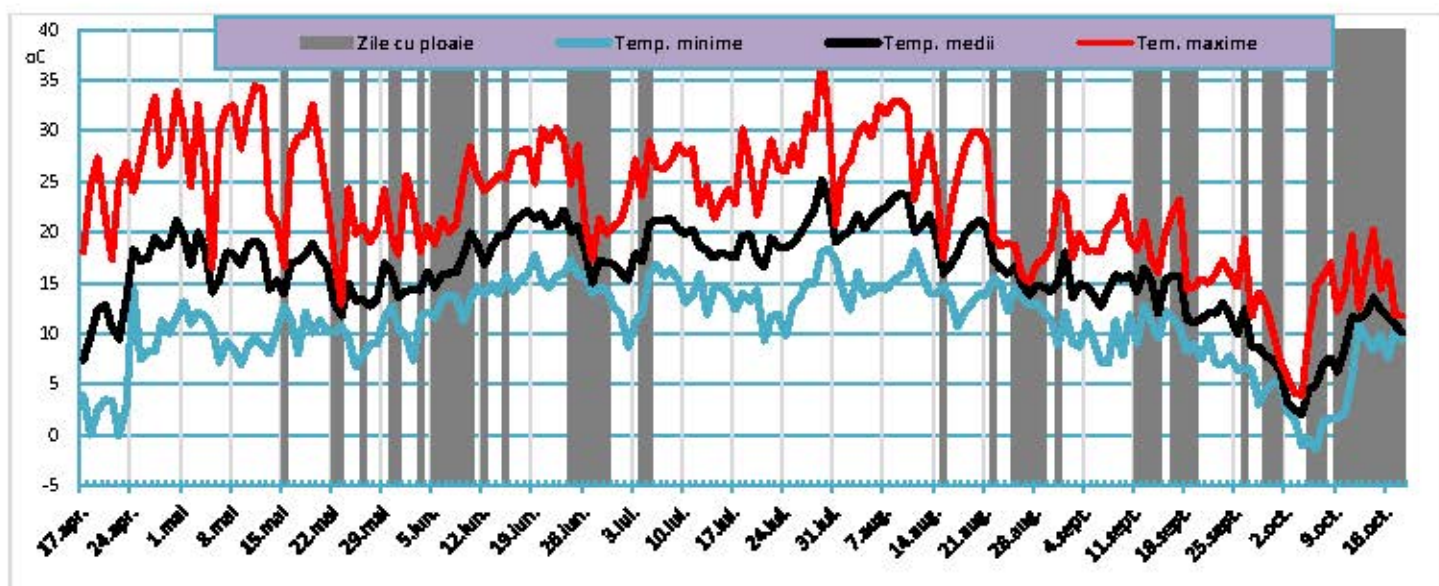


Fig. 6 Dinamica temperaturii aerului și a zilelor cu precipitații la Cacica-400

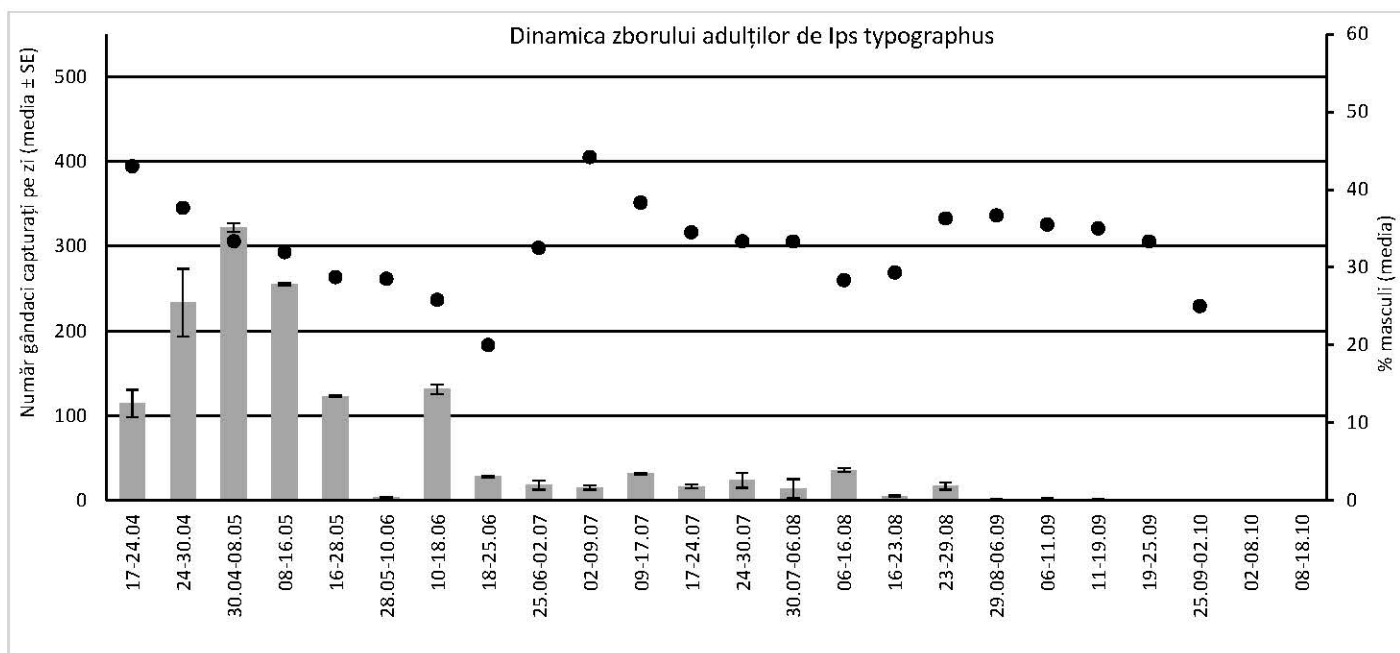


Fig. 7 Dinamica zborului lui *Ips typographus* la Cacica-400

În ce privește zborul lui *Ips typographus* (Figura 7), maximul de zbor din primăvară are loc mai târziu decât în cazul lui *Ips duplicatus*, din a doua jumătate a lunii iunie zborul acestei specii intrând într-un plafon, cu ușoare maxime condiționate cel mai probabil de condițiile meteo. Prezența insectelor adulte din noile generații este indicată mai ales de creșterea procentului de masculi din populația locală (mai puțin maximul înregistrat la începutul sezonului), aspect posibil doar prin intrarea în populație a unui număr important de gândaci tineri, care în momentul ieșirii din locurile de dezvoltare se află într-un raport al sexelor de 50:50. *Ips typographus* a reușit să dezvolte în condițiile anului 2013, la Cacica, două generații complete și a dat naștere la o a treia generație.

La Ionu, zborul gândacilor de scoarță a început în toate locațiile în prima parte a lunii mai. Cele mai mari capturi, indiferent de locație și specie, s-au înregistrat în prima jumătate a lui mai, maximele înregistrate în restul sezonului variind atât de la o locație la alta, cât și între specii. În cazul locației de la altitudinea de 800 m (figura 8 a), după primul maxim de zbor, *Ips typographus* a mai înregistrat un nou maxim în prima jumătate a lunii iunie și un al doilea maxim în a doua jumătate a lunii iulie. Aceste maxime sunt însoțite și de un procent mai ridicat de masculi în cadrul populațiilor capturate.

În cazul lui *Ips duplicatus*, maximul de zbor din primăvară a fost urmat de asemenea de maxime similare cu cele întâlnite la *Ips typographus*: în a doua jumătate a lunii iunie, respectiv în a doua jumătate a lunii iulie. În cazul acestei specii, în această locație, procentul masculilor nu este legat neapărat de maximul de capturi, care de fapt indică un maxim de zbor.

În cazul locației Ionu situate la altitudinea de 1000 m (figura 9 a, b), pentru *Ips typographus* se constată doar două maxime de zbor, similare cu primele două maxime întâlnite la altitudinea de 800 m, și o ușoară intensificare a zborului în a doua jumătate a lunii iulie, intensificare care corespunde cu cel de-al treilea maxim înregistrat la altitudinea inferioară. *Ips duplicatus* a avut o dinamică a zborului asemănătoare cu cea întâlnită la altitudinea de 800 m, doar că numărul de exemplare de gândaci capturate a fost mult mai mic. În ce privește proporția masculilor din capturi, doar în cazul lui *Ips typographus* se observă o creștere a procentului spre sfârșitul lunii mai și la începutul lunii august.

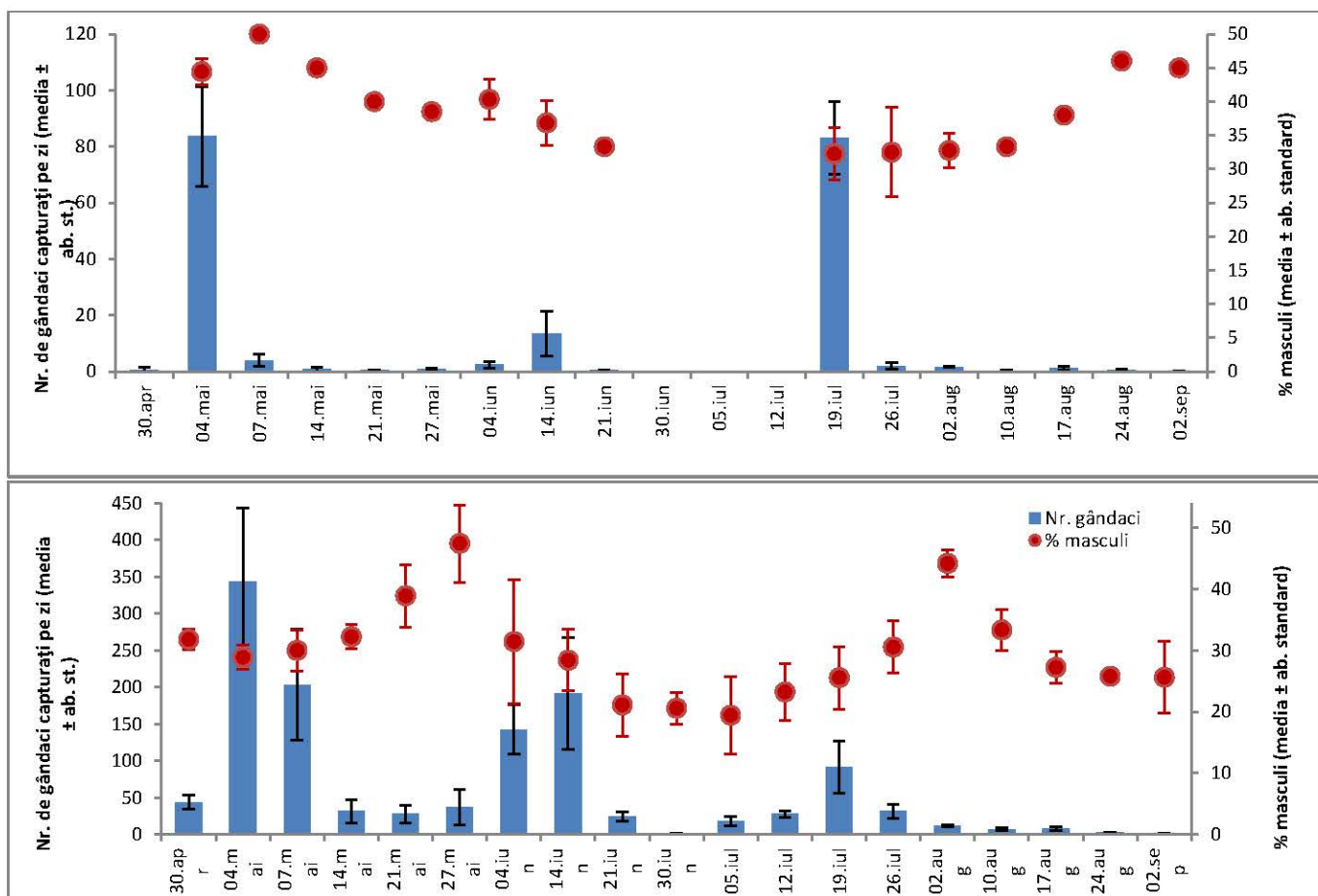


Fig. 8. Dinamica capturilor gândacilor de *Ips typographus* (sus) (a) respectiv *Ips duplicatus* (jos) (b) în locația Ionu situată la altitudinea de 800 m.

Dinamica capturilor gândacilor de *Ips typographus* în cazul locației Ionu 1200 m (figura 10a) urmează același model ca și în cazul locațiilor situate la 800 respectiv 1000 m. Maximele înregistrate se poziționează în aceleași perioade, indicând astfel o influență redusă a altitudinii în intervalul 800 – 1200 m privind dinamica zborului acestei specii.

În schimb, capturile de *Ips duplicatus* au fost extrem de reduse (figura 10b), nepermițând observarea clară a unor maxime de zbor.

În toate suprafețele în care s-a urmărit dinamica zborului celor două specii de gândaci de scoarță, capturile obținute au arătat același parcurs sezonier al activității de zbor atât în cazul lui *Ips typographus* cât și în cazul lui *Ips duplicatus*. Acest aspect confirmă studiile prezentate de Holuša *et al.*, 2013, care au arătat existența unor similitudini mari între comportamentul celor două specii de gândaci de scoarță.

Cu toate că în toate locațiile în care s-au făcut observații cu privire la dinamica zborului au existat focare de gândaci de scoarță și arborete favorabile dezvoltării unor populații de *Ips typographus* sau *Ips duplicatus*, numai la altitudinea de 800 de m capturile de *Ips duplicatus* au fost mai abundente, pe măsură ce s-a urcat în altitudine acestea reducându-se semnificativ. Aceste rezultate vin astfel să confirme rezultatele obținute de Knížek *et al* 2006 și Duduman *et al* (2011), care au constatat că *Ips duplicatus* are arealul limitat altitudinal în Europa Centrală și de Sud Est, nedepășind decât izolat cota de 1000 m.

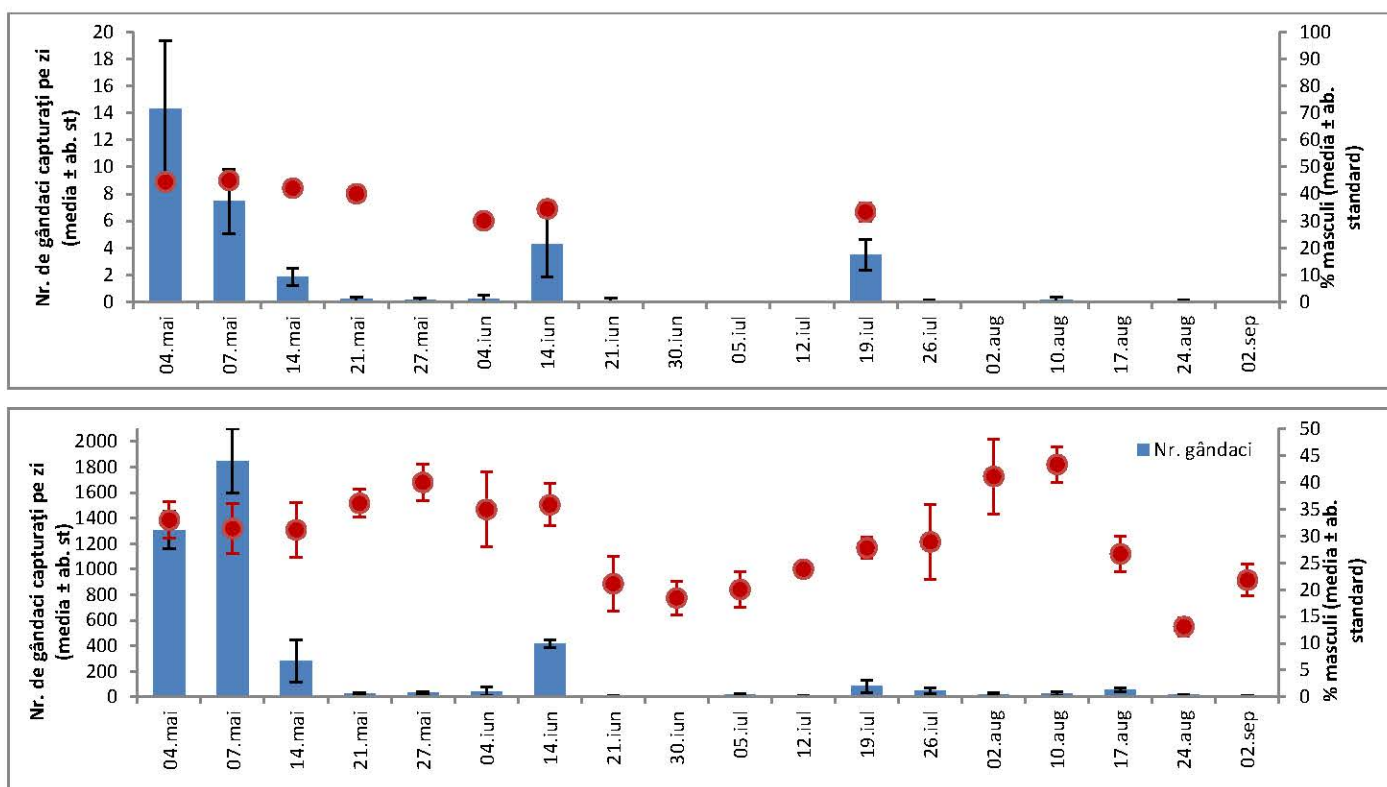


Fig. 9. Dinamica capturilor gândacilor de *Ips typographus* (sus) (a) respectiv *Ips duplicatus* (jos) (b) în locația Ionu situată la altitudinea de 1000 m.

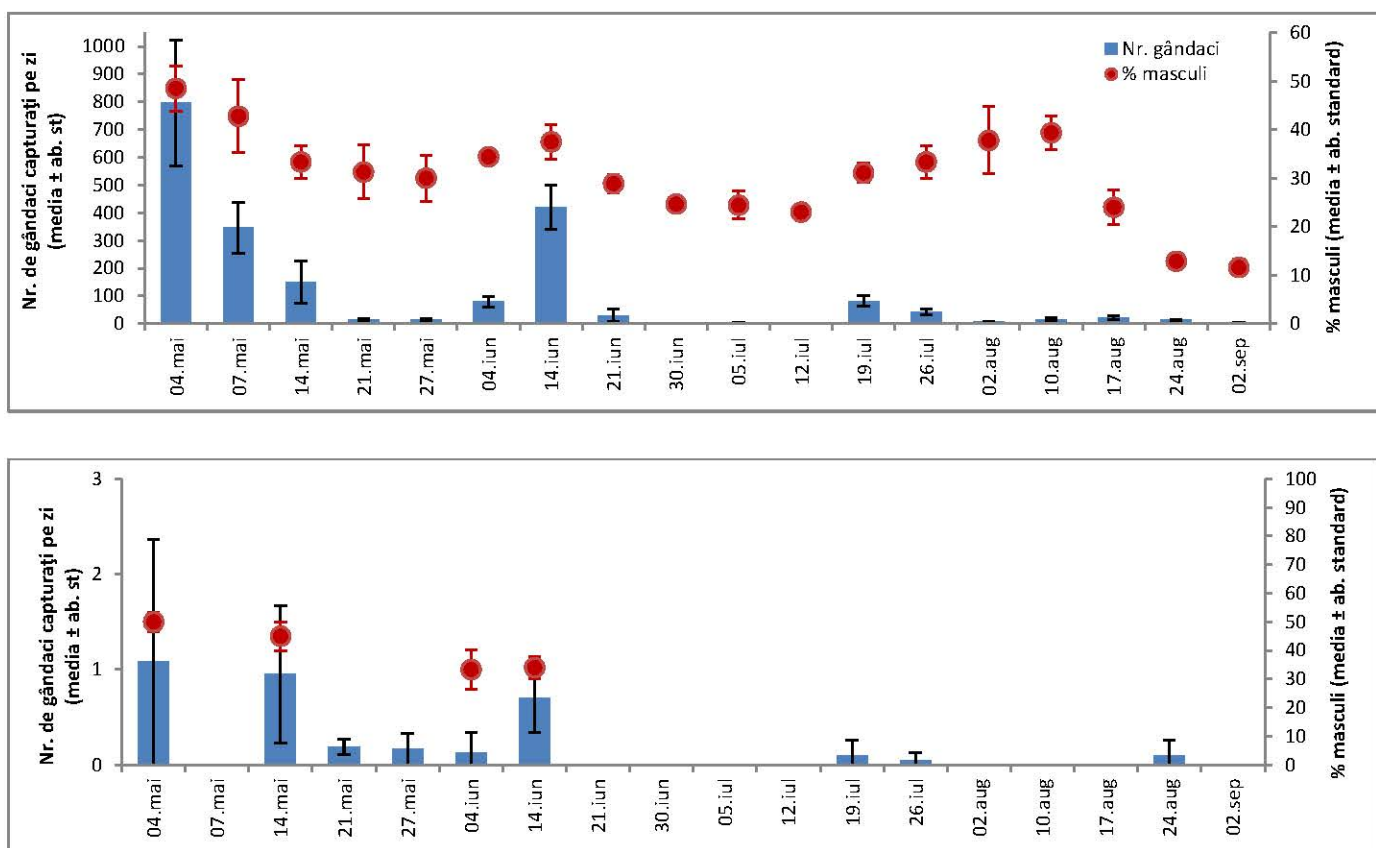


Fig. 10. Dinamica capturilor gândacilor de *Ips typographus* (sus) (a) respectiv *Ips duplicatus* (jos) (b) în locația Ionu situată la altitudinea de 1200 m.

Faza 1.2. Monitorizarea ieșirii gândacilor de *Ips duplicatus* din hibernae. Observațiile efectuate cu ajutorul foreolectoarelor de sol instalate în primăvara 2014 au furnizat informații neconcludente legate de ieșirea insectelor din hibernare. Din păcate, datorită umidității ridicate înregistrate în atmosferă în prima parte a lunii martie și datorită materialului impermeabil din care au fost construite fotoelectoarele, majoritatea insectelor ce au ieșit din hibernare au fost infestate cu mușegaiuri sau alte ciuperci, făcând astfel imposibilă stabilirea cu exactitate a speciei. Reluând experimentul în primăvara 2015, s-a constatat că gândacii de *Ips duplicatus* își încep activitatea primăvara, când temperatura din aer depășește 15 °C

Monitorizarea dinamicii părăsirii arborilor gazdă de către gândacii tineri. Până în momentul întocmirii prezentului raport s-a reușit analiza insectelor ieșite din segmentele de trunchi instalate în cinci fotoelectoare. Astfel, s-a constatat că din materialul infestat au ieșit atât gândaci de *Ips duplicatus* cât și exemplare aparținând altor două specii de scoliide: *Pityogenes chalcographus* și *Crypturgus cinereus* (tabelul 1).

Tabelul 1. Repartiția insectelor emerse din materialul lemnos infestat pe specie și segment de material lemnos.

Specia	Segment trunchi infestat					Total
	1	2	3	4	5	
<i>Ips duplicatus</i>	496	382	533	536	339	2286
<i>Pityogenes chalcographus</i>	433	185	293	181	224	1316
<i>Crypturgus cinereus</i>	1	75	173	454	810	1513

Dinamica părăsirii materialului gazdă de către *Ips duplicatus* (figura 7) se caracterizează printr-un maxim de părăsire în jurul datei de 20 iunie (mai puțin segmentul 1, pentru care maximum s-a înregistrat pe 12 iunie). Per ansamblu, ieșirea insectelor din noua generație din arborele în care s-au dezvoltat s-a produs pe durata a 7 săptămâni, dar cei mai mulți gândaci de *Ips duplicatus* (cca. 85%) au ieșit în primele două săptămâni de la începerea fenomenului.

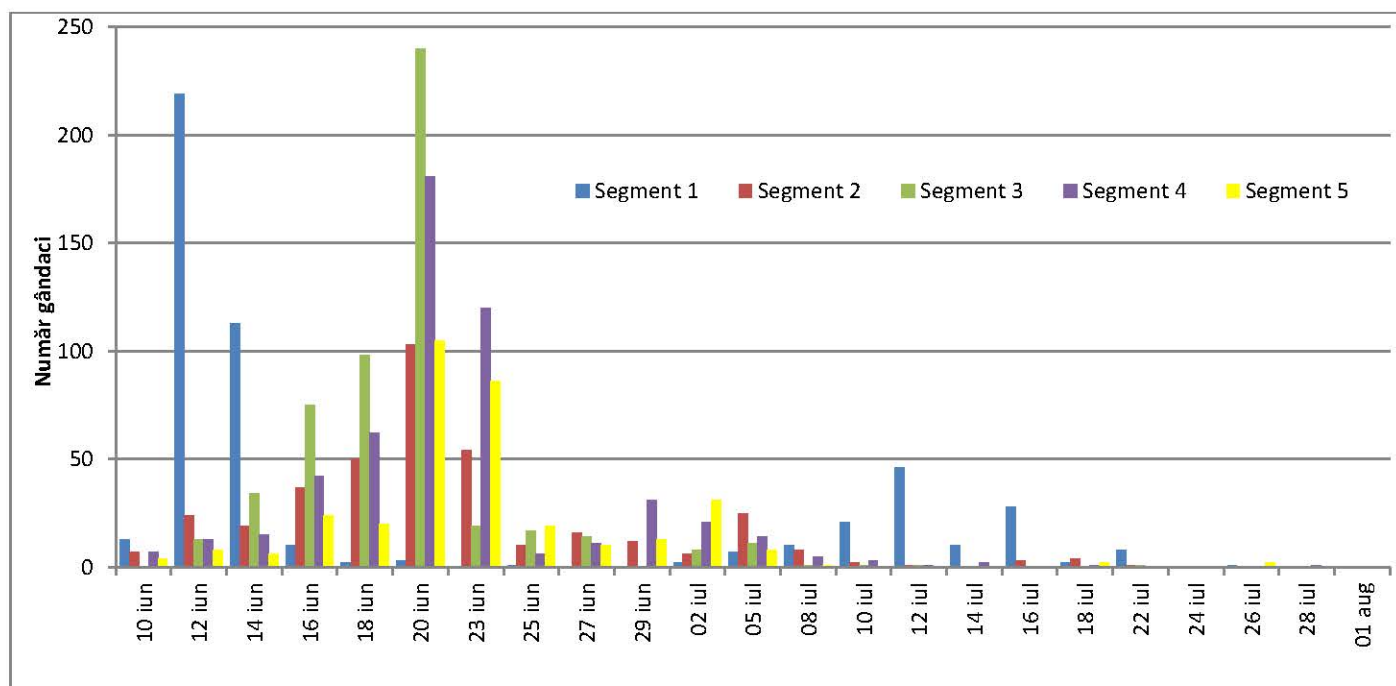


Fig. 7. Dinamica ieșirii noii generații de *Ips duplicatus* din segmentele de trunchi de molid colonizate în primăvara 2013.

Dinamica ieșirii adulților aparținând speciilor însoțitoare *Pityogenes chalcographus* și *Crypturgus cinereus* este redată în figura 8. În cazul lui *Pityogenes chalcographus* ieșirea insectelor s-a petrecut relativ constant, înregistrându-se două ușoare maxime în 04 iulie respectiv în 22 iulie. În ce privește *Crypturgus cinereus* cei mai mulți gândaci tineri au părăsit materialul lemnos infestat la începutul perioadei de monitorizare (12 iunie).

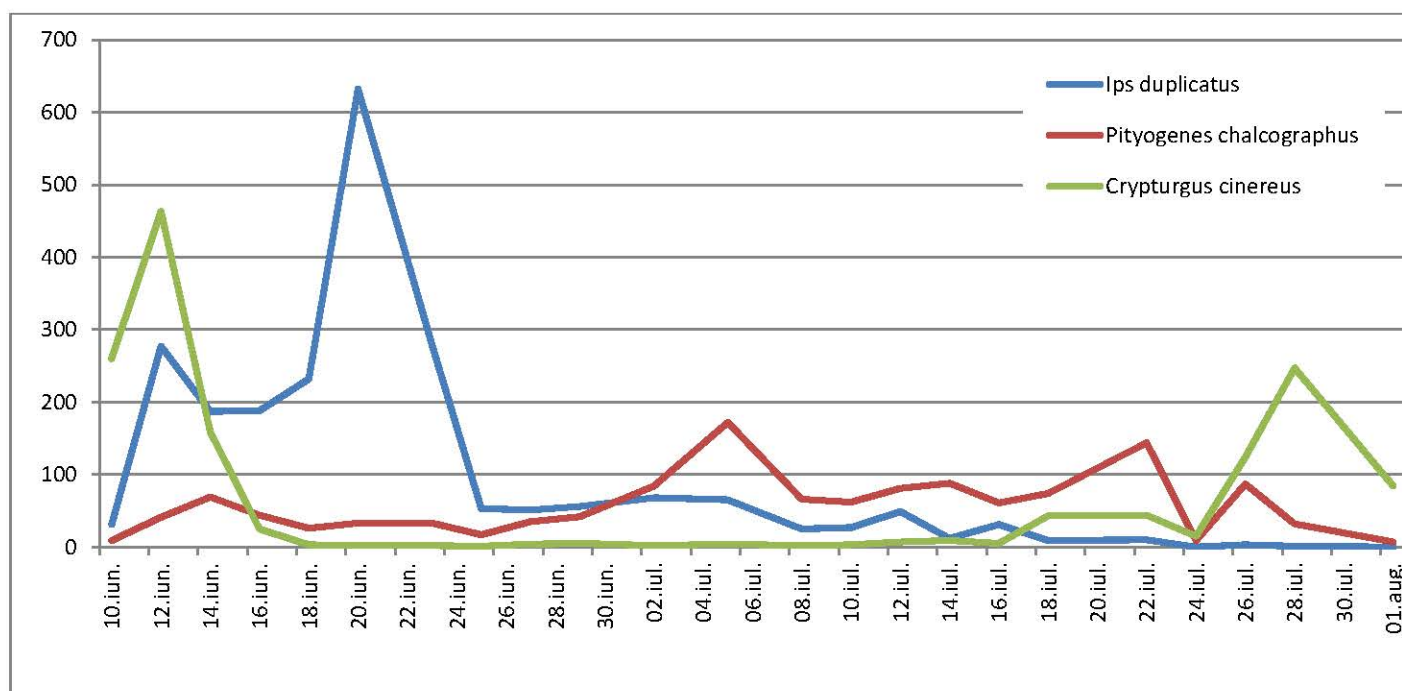


Fig. 8. Dinamica ieșirii noii generații de *Ips duplicatus*, *Pityogenes chalcographus* și *Crypturgus cinereus* din segmentele de trunchi de molid colonizate în primăvara 2013.

Pornind de la suprafața scoarței celor cinci segmente de trunchi de molid infestate cu gândaci de scoarță, constatăm că, pe 1 m² de scoarță s-au dezvoltat între 746 și 2013 exemplare de *Ips duplicatus*, între 435 și 1757 exemplare de *Pityogenes chalcographus* și între 4 și 1782 exemplare de *Crypturgus cinereus* (tabelul 2). Pornind de la aceste informații preliminare, constatăm că speciile *Pityogenes chalcographus* și *Crypturgus cinereus* au un comportament antagonic în ce privește împărțirea spațiului de scoarță de pe arborele gazdă, căci acolo unde una este abundentă, cealaltă este deficitară.

Tabelul 2. Repartiția insectelor emerse la m² de material lemnos infestat.

Specia	Segment fus arbore					Total
	1	2	3	4	5	
<i>Ips duplicatus</i>	2013	918	1497	1288	746	6463
<i>Pityogenes chalcographus</i>	1757	445	823	435	493	3953
<i>Crypturgus cinereus</i>	4	180	486	1091	1782	3544

Faza 1.3 Monitorizarea încheierii zborului adulților de *Ips duplicatus* și intrarea acestora în diapauză. Gândacii de *Ips duplicatus* și-au încheiat activitatea de zbor în locația Cacica 400 în jurul datei de 02.10 în anul 2013 respectiv în jurul datei de 24 septembrie pentru anul 2014, cu toate că ulterior, temperatura aerului a înregistrat valori care ar fi permis continuarea zborului. Prin urmare, factorul cel mai probabil care a condus

la întreruperea zborului a fost fotoperioada, căci, cum se știe pentru specia înrudită *Ips typographus*, acest factor este determinant (alături de temperatură etc.) pentru întreruperea activității de zbor și intrarea în diapauză. În perioada în care s-a întrerupt zborul lui *Ips duplicatus*, fotoperioada s-a redus sub 12 ore.

Faza 1.4. Determinarea pragurilor termice ce conditionează zborul lui *Ips duplicatus*

Analizând datele (perioada iulie – septembrie 2014) furnizate de capcanele automate instalate la Cacica 400, coroborate cu datele meteo furnizate de stația meteo automată, s-a constatat că adulții de *Ips duplicatus* își încep activitatea de zbor la temperaturi de peste 15-15,5°C, adică la temperaturi mai mici cu cel puțin 1°C față de pragul minim cunoscut pentru specia înrudită *Ips typographus*. Vremea relativ moderată din vara anului 2014 nu a permis înregistrarea de temperaturi mai mari de 30 °C, până la acest prag insectele desfășurându-și activitatea fără perturbări. În consecință, nu a putut fi identificat un prag termic superior.

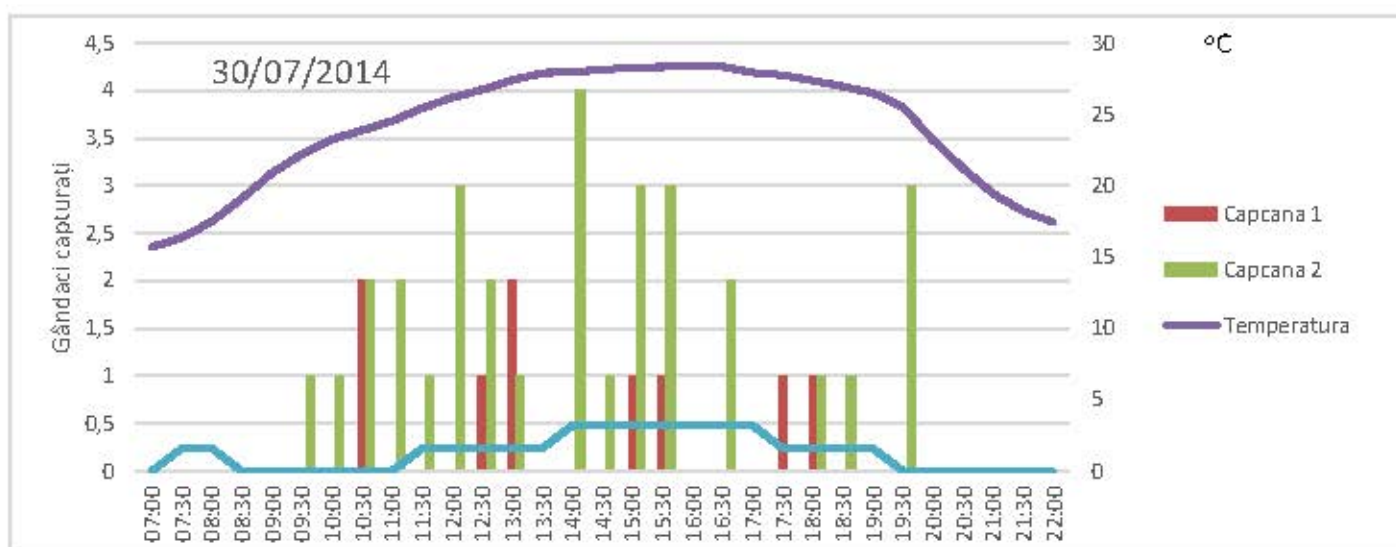


Fig. 13 Dinamica diurnă a capturilor de *Ips duplicatus* la capcanele autonomătoare amorsate cu feromon sintetic specific, pentru data de 30 iulie 2014.

Faza 1.5. Determinarea necesarului termoenenergetic pentru dezvoltarea completă a unei generații de *Ips duplicatus*.

Rezultatele obținute indică că durata de dezvoltare completă a unei generații de *Ips duplicatus* este de $37,4 \pm 2,9$ zile la o temperatură de 20°C și de $22,6 \pm 1,3$ zile la o temperatură de 30°C.

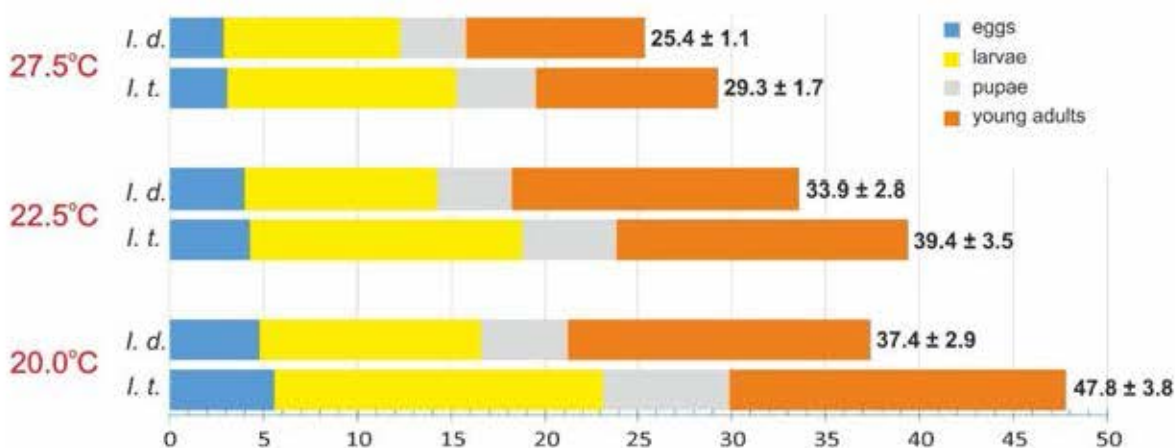
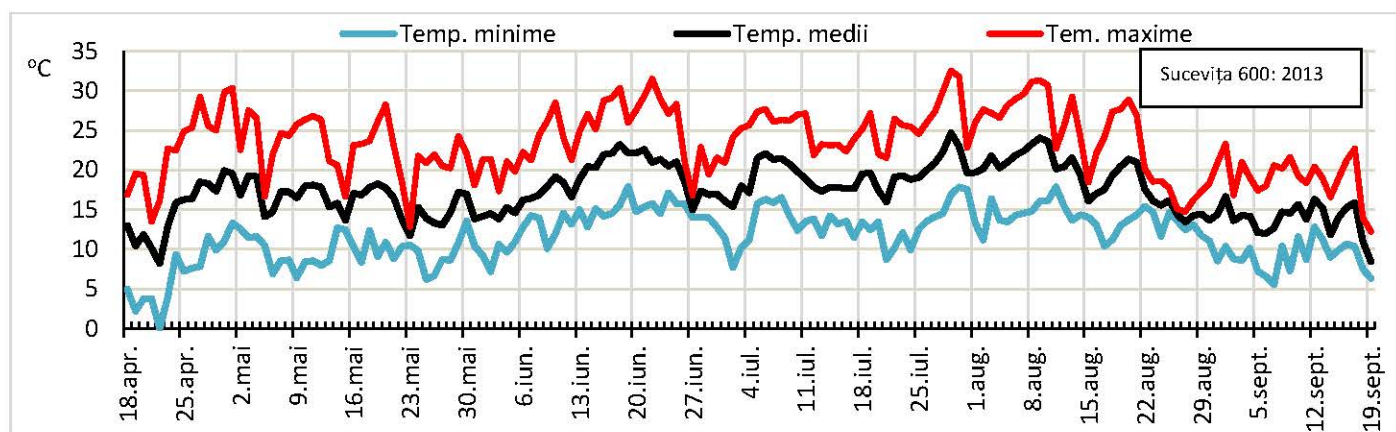
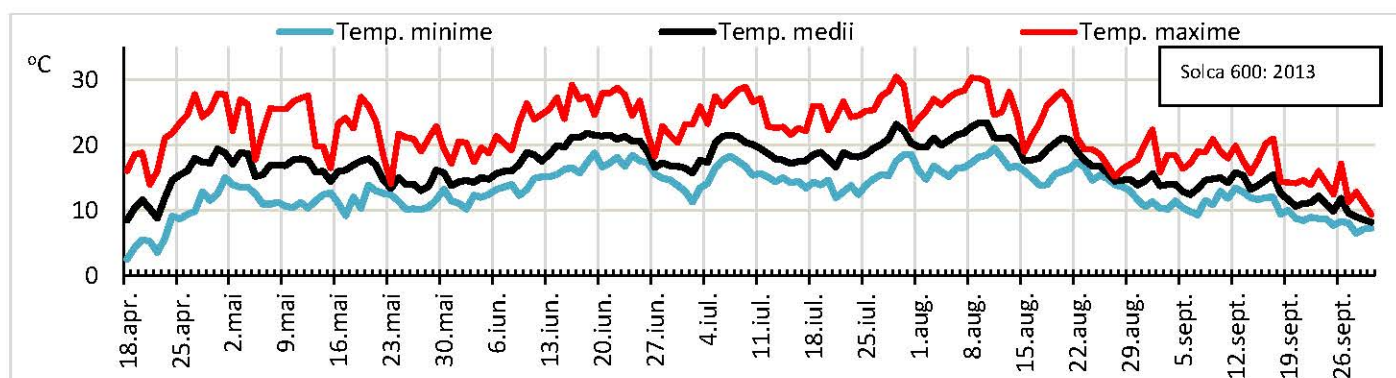
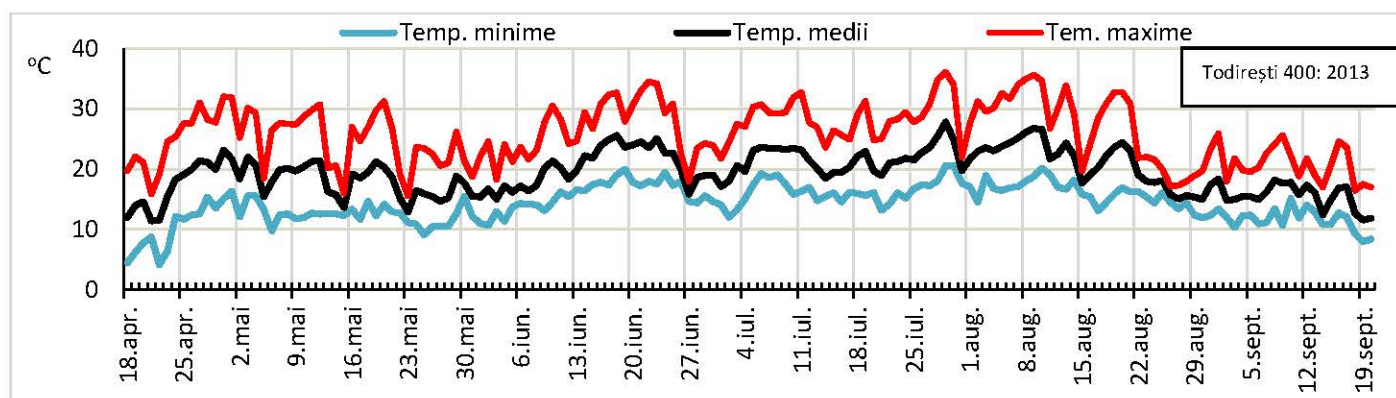
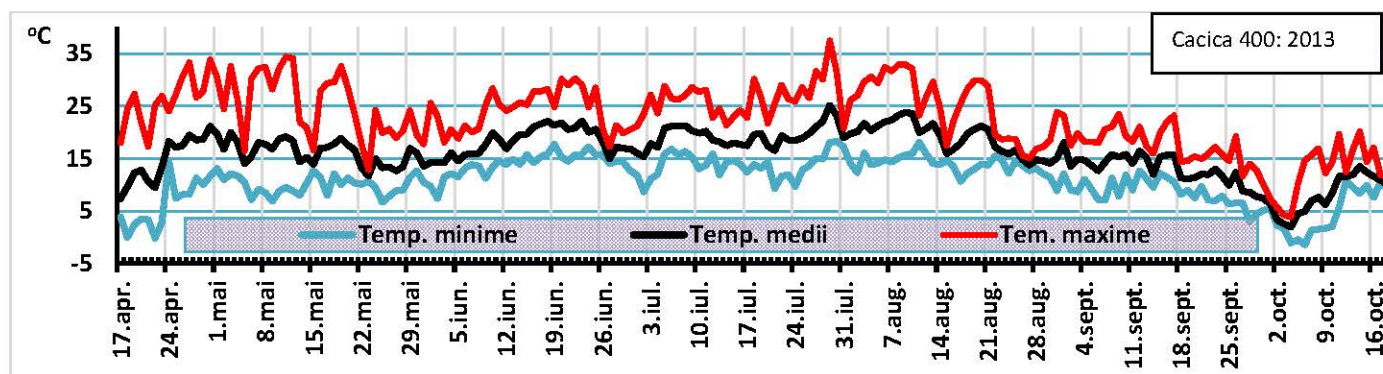
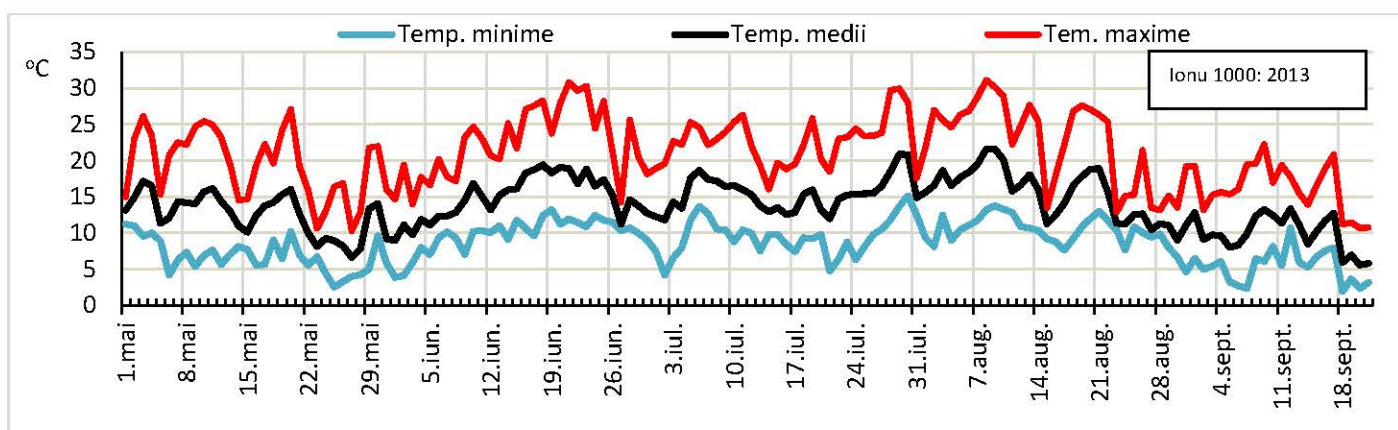
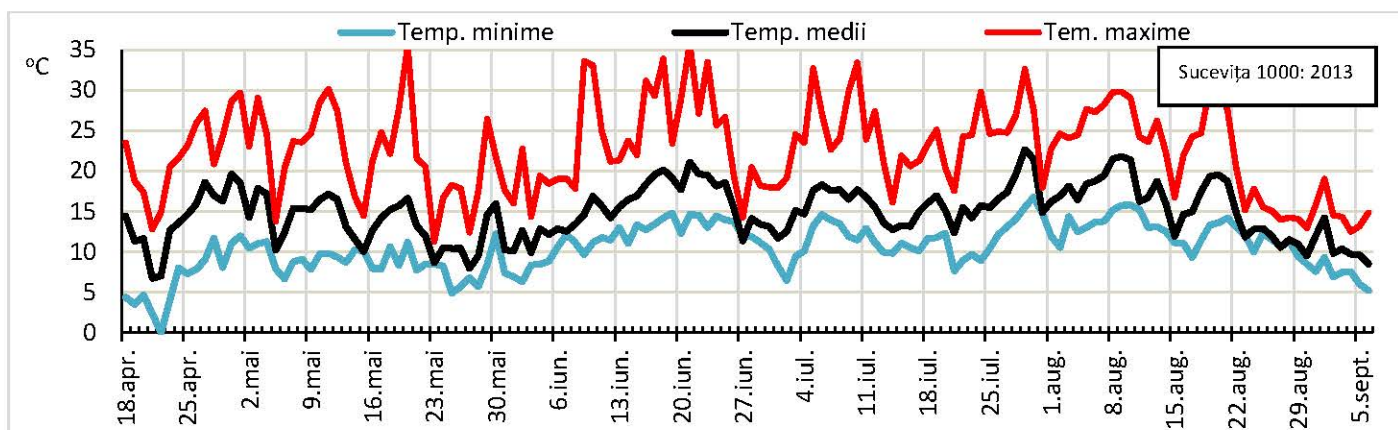
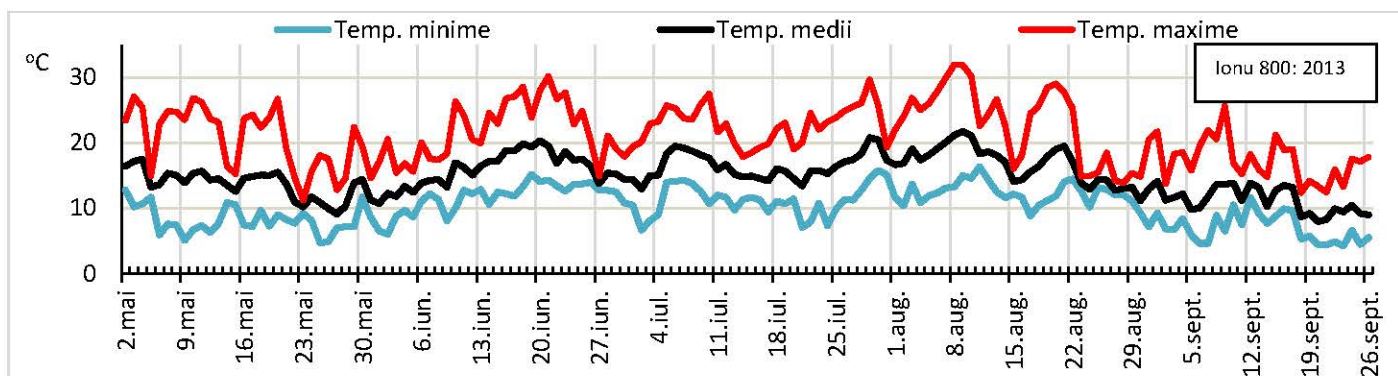
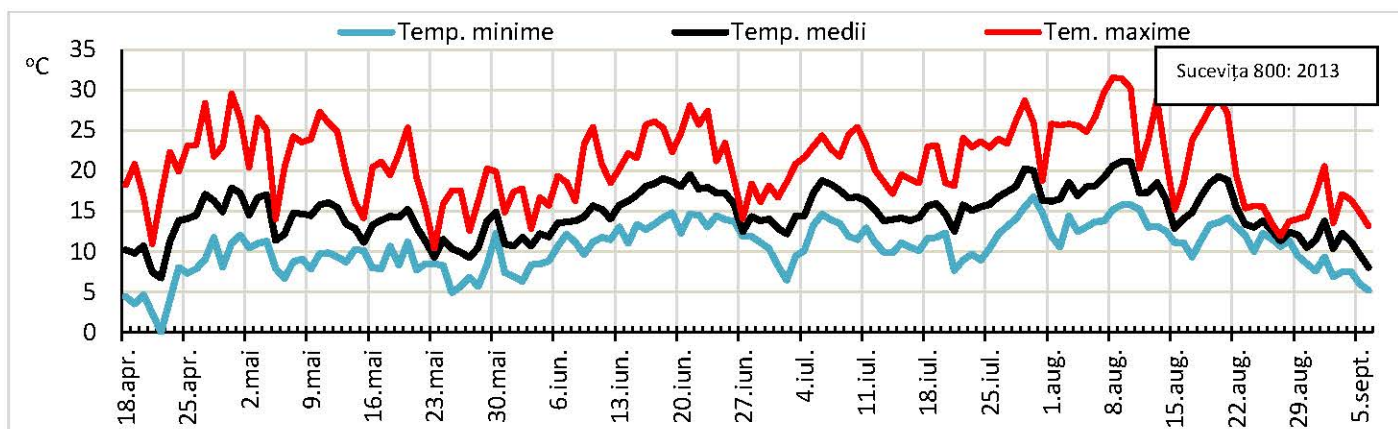


Fig. 14. Necesarul de timp pentru dezvoltarea unei generații de *Ips duplicatus* la diferite praguri de temperaturi, prezentat în comparație cu necesarul pentru *Ips typographus*

Faza 2.1. Obținerea datelor de temperatură

Temperaturile necesare dezvoltării modelului fenologic al lui *I. duplicatus* pentru NE României au fost măsurate în locații situate la altitudini diferite:





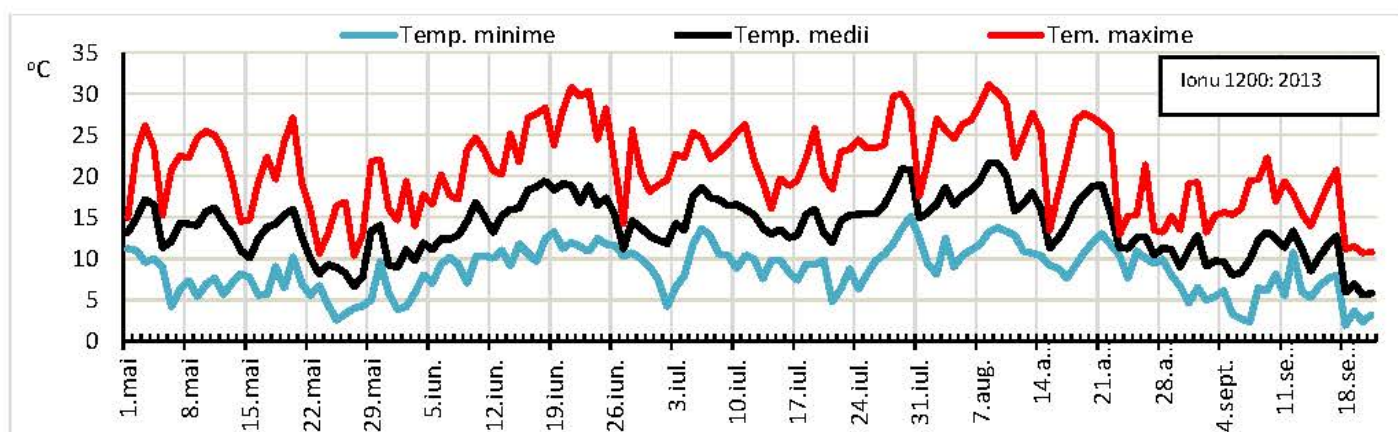


Fig. 15. Temperaturi înregistrate în punctele de monitorizare a activității de zbor a gândacilor de scoarță *Ips duplicatus*

Faza 2.2. Evaluarea impactului potențial al încălzirii globale asupra diapauzei și voltinismului

Dinamica activității sezoniere a gândacilor de scoarță *Ips duplicatus* și *Ips typographus* este direct dependentă de condițiile climatice, mai ales de temperatura aerului.

Pornind de la rezultatele privind pragurile termice de limitare a activității insectelor cât și necesarul termoenergetic pentru dezvoltarea unei generații de *Ips sp.*, s-a constatat pe baza temperaturilor înregistrate legătura strânsă dintre acestea și activitatea insectelor. De asemenea, pe baza parametrilor menționați s-a putut calcula numărul de generații de *I. duplicatus* și *I. typographus* ce se pot forma în condițiile climatice din NE României (Fig. 16, Fig 17).

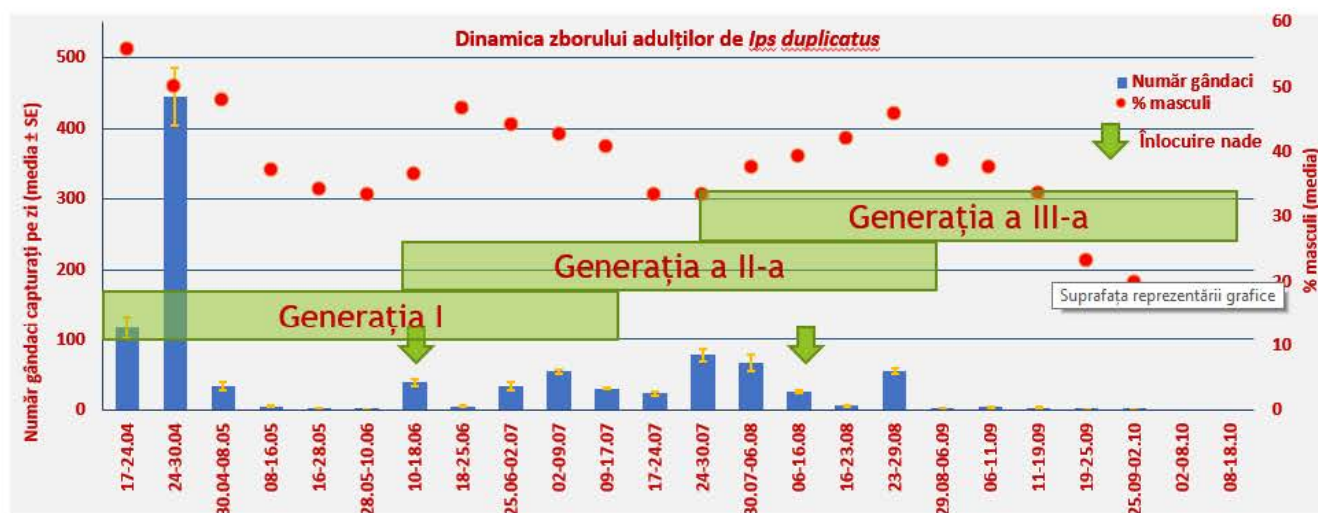


Fig. 16. Generațiile de *Ips duplicatus* ce se pot dezvolta pe parcursul unui sezon în condițiile colinare și premontane din NE României.

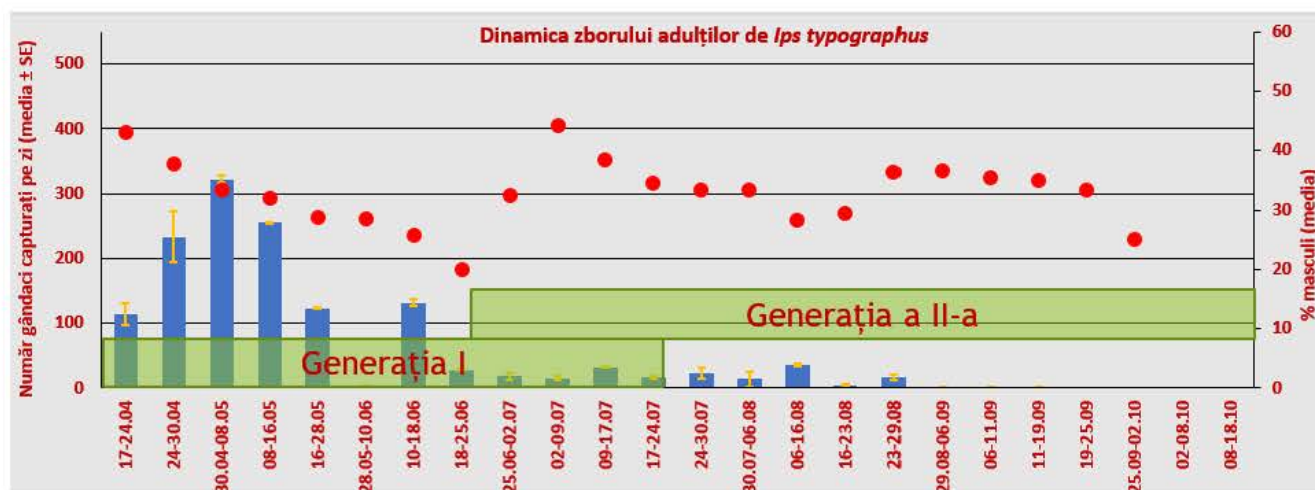


Fig. 17. Generațiile de *Ips typographus* ce se pot dezvolta pe parcursul unui sezon în condițiile colinare și premontane din NE României.

Concluzii

- În 2013, zborul gândacilor de *Ips duplicatus* a început în 17-18 aprilie și s-a încheiat în jurul datei de 2 octombrie.
- În 2014, zborul adulților de *I. duplicatus* s-a declanșat în jurul datei de 20 martie, încheindu-se în jurul datei de 20 septembrie.
- Au existat trei maxime de zbor, unul la începutul zborului și două corespunzătoare perioadelor în care au apărut gândacii din noile generații;
- Ieșirea masivă a gândacilor din noua generație este marcată de o creștere semnificativă a proporției masculilor în capturile de la capcanele feromonale;
- În condițiile specifice anului 2013, în zona de studiu *Ips duplicatus* a dezvoltat trei generații complete pe an, aspect neconfirmat însă pentru 2014;
- Durata unei generații a fost de minim 40 zile și a fost condiționată direct de dinamica temperaturilor aerului;
- Ieșirea insectelor din noua generație din arborele în care s-au dezvoltat s-a produs pe durata a 7 săptămâni, dar cei mai mulți gândaci de *Ips duplicatus* (cca. 85%) au ieșit în primele două săptămâni de la începerea fenomenului.
- În arborele infestat studiat s-au dezvoltat între 746 și 2013 gândaci de *Ips duplicatus* viabili la 1 m² de scoarță, densitatea maximă fiind în zona în care a început atacul.
- *Ips duplicatus* își începe activitatea de zbor la temperaturi de peste 15°C.

Bibliografie:

- Bakke, A. (1975). Agregation pheromone in the bark beetle *Ips duplicatus* (Sahlberg). *Norw. J. Ent.*, 67-69.
- Byers, J. A., Schlyter, F., Birgersson, G. & Francke, W. (1990). E-myrcenol in *Ips duplicatus*: An aggregation pheromone component new for bark beetles. *Experientia*, **46**, 1209-1211.
- Daise (2009). *Handbook of Alien Species in Europe*, Springer.
- Duduman, M.-L. & Vasian, I. (2012). Effects of Volatile Emissions of *Picea abies* Fresh Debris on *Ips duplicatus* Response to Characteristic Synthetic Pheromone. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, **40**, 308-313.

- Duduman, M., L., Isaia, G. & Olenici, N. (2011). *Ips duplicatus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) distribution in Romania. Preliminary results. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov, Series II*, **53(4)**, 19-27.
- Grodzki, W. (2003). Distribution range of the double spined bark beetle *Ips duplicatus* C.R. Sahlb. (Col.: Scolytidae) in the mountain areas of southern Poland. *Sylvan*, **8**, 29-36.
- Hrubík, P. (2007). Alien insect pests on introduced woody plants in Slovakia. *Acta Entomologica Serbica*, **12**, 81-85.
- Knizek, M. & Zahradnik, P. (1996). Mass outbreak of *Ips duplicatus* Sahlberg (Coleoptera: Scolytidae). In: Doe, J., ed. XX International Congress of Entomology 1996 Firenze, Italy. 527.
- Olenici, N., Duduman, M.-L., Olenici, V., Bouriaud, O., Tomescu, R. & Rotariu, C. (2011). The First outbreak of *Ips duplicatus* in Romania. In: Delb, H. & Pontuali, S., eds. Proceedings of the Working Party 7.03.10 Methodology of Forest Insect and Disease Survey in Central Europe, 10th Workshop September 20th-23rd, 2010, 2011 Freiburg, Germany. FVA, **89**, 135-140.
- Olenici, N., Duduman, M.-L., Tulbure, C. & Rotariu, C. (2009). *Ips duplicatus* (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) – an important insect pest of Norway spruce planted outside its natural range. *Revista Pădurilor*, **124**, 17-23.
- Pfeffer, A. (1995). *Zentral- und westpaläarktische Borken- und Kernkäfer: (Coleoptera: Scolytidae, Platypodidae)*, Pro Entomologia, c/o Naturhistorisches Museum.
- Stanovský, J. (2002). The influence of climatic factors on the health condition of forests in the Silesian Lowland. *Journal of Forest Science*, **48**, 451-458.
- Vakula, J., Kunka, A., Zúbrik, M., Leontovyc, R., Longauerová, V. & Gubka, A. (2007). Distribution of two invasive pests in Slovakia since 1996. *Alien invasive species and international trade*. Evans, H. & Oszako, T. (eds.). 105-113 Warsaw: Forest Research Institute.
- Wanka, T. (1927). Vierter Beitrag Coleopterenfauna von Österreich, Schlesien. . *Wiener entomologische Zeitung*, **44**, 1-32.
- Wood, D., L. & Bright, D. E. (1992). A catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera). *Great Basin Naturalist Memoirs* **13**, 1533.
- Zhang, Q., Liu, G.-T., Schlyter, F., Birgersson, G., Anderson, P. & Valeur, P. (2001). Olfactory responses of *Ips duplicatus* from Inner Mongolia, China to nonhost leaf and bark volatiles. *Journal of Chemical Ecology*, **27**, 995-1010.
- Zúbrik, M., Kunka, A., Turčani, M., Vakula, J. & Leontovyc, R. (2006). Invasive and quarantine pests in forest in Slovakia. *EPPO Bulletin* **36**, 402-408.

Diseminarea rezultatelor cercetărilor s-a făcut prin lucrări susținute la conferințe Internaționale și prin publicarea unor articole științifice:

Conferințe internaționale:

1. Duduman, M.-L., Olenici, N., Olenici, V., Drăghici, D.V., Coca, C.: Seasonal activity of the Northern bark beetle, *Ips duplicatus*, in the spruce stands from the premontane area of Suceava County. 2nd Edition of the Integrated Management of Environmental Resources Conference Suceava, 1-2 November 2013
2. Duduman, M.-L., Olenici, N., Olenici, V., Bouriaud L.: The impact of natural disturbances on the Norway spruce special cultures situated in North Eastern Romania, in relation to the management type. IUFRO WP 3.08; 4.05 Conference "Adaptation in forest management under changing framework conditions". 19-23 May 2014 Sopron, Hungary.
3. Duduman, M.-L., Olenici, N., Nuțu, A.: Comparative analysis of development duration of *Ips duplicatus* and *Ips typographus* bark beetles. IUFRO WP 7.03.10 Methodology of Forest Insect and Disease Survey in Central Europe. Conference "Fluctuation of Insects and Dis". 22-26 Jun 2015, San Michele all'Adige, Italy

De asemenea, a fost publicate următoarele articole:

1. **Duduman, M.-L.**, Olenici, N., 2015: Non-target Bark Beetles in *Ips duplicatus* (Sahlberg) Pheromone Traps Baited with Host Volatiles. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, Vol. 43 No.2, DOI:10.15835/nbha4329856 (ISI, FI: 0,547; SRI:0,381).
2. Olenici N, Duduman M, Tomescu R, 2015. *Xylosandrus germanus* (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) – un potențial dăunător al pădurilor, livezilor și viilor din România. Bucovina Forestieră 15(2) (http://www.bucovina-forestiera.ro/article/olenici_duduman/) (BDI).
3. **Duduman, M.-L.**, 2014: Field response of the northern spruce bark beetle *Ips duplicatus* (Sahlberg) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) to different combinations of synthetic pheromone with (-)- α -pinene and (+)-limonene. Agricultural and Forest Entomology. 16(1): 102-109, doi: 10.1111/afe.12039. (ISI, FI: 1,467; SRI: 1,769);
4. Olenici, N., Knížek, M., Olenici, V., **Duduman, M.-L.**, Biriș, I. 2014. First report of three scolytid species (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in Romania. Annals of Forest Research, 57(1): 87-95. DOI:10.15287/afr.2014.196 (ISI, FI: 0,418).

Director proiect,

Mihai-Leonard DUDUMAN

