

Com afecta el rigor de l'hivern les poblacions catalanes de *Charaxes jasius*

Constantí Stefanescu¹ & Josep Planas²

¹Butterfly Monitoring Scheme, Museu de Granollers-Ciències Naturals, Francesc Macià, 51; E-08400 Granollers

²Pont, 26; E-08650 Sallent

Abstract. How Catalan populations of *Charaxes jasius* are influenced by winter harshness. *Charaxes jasius* is narrowly distributed along the Mediterranean coastline, where it coincides with its foodplant *Arbutus unedo*. However, in Catalonia, the butterfly has never been recorded from certain UTM squares where the foodplant occurs, above all in areas far from the coast. We have tested the possibility that the reason underlying this phenomenon are –besides an unrecording pressure in the south of the country– the periodical extinctions occurring in more continental populations following spells of very cold weather. The great mobility of *C. jasius* allows the butterfly to recolonise these areas quickly, thus enabling the matching of the distribution of the insect and its foodplant to be restored in a very short time. Data from the Catalan Butterfly Monitoring Scheme have been used to confirm that winter harshness is negatively correlated with the geometric growth rate of the population, calculated as the ratio between an overall index of relative abundance of the first generation with that of the second generation of the preceding year. This has been interpreted as being caused by a decrease in the survival of overwintering larvae in those years with colder winters. Likewise, the monitoring of immature stages in a site located near the continental distribution limit of *C. jasius* in Catalonia has confirmed the harmful effect of cold weather on populations of this butterfly. A population crash followed the irruption of a wave of polar weather, with minimum temperatures of –8 to –12 °C over a period of two weeks in the winter of 2001-02. As predicted, the area was quickly recolonised (in less than one year), after the arrival of several females from distances of probably more than 5-10 km.

Resum. *Charaxes jasius* ressegueix una estreta franja al llarg del Mediterrani, coincidint amb la seva planta nàutica, l'arboç (*Arbutus unedo*). Tanmateix, a Catalunya hi ha força quadrícules UTM ocupades per l'arboç, però no per la papallona, especialment en zones allunyades de la costa. Hem avaluat la possibilitat que això passi perquè les poblacions més continentals es vegin sotmeses periòdicament a fenòmens d'extinció local associats a episodis de fred intens. La gran mobilitat de *C. jasius* permetria una ràpida recolonització d'aquestes zones i el restabliment de la coincidència entre les àrees de distribució de l'insecte i la planta nàutica. Les dades del Catalan Butterfly Monitoring Scheme han permès comprovar que els hiverns més rigorosos es correlacionen negativament amb la taxa d'augment geomètric de la població, calculada com el quocient de l'índex d'abundància global de la primera generació respecte al de la segona generació de l'any precedent. Això s'interpreta com una disminució en la supervivència larvària arreu de Catalunya els hiverns més freds. Així mateix, el seguiment dels estadis immadurs en una localitat en el límit interior de la distribució catalana de *C. jasius* ha permès confirmar l'efecte devastador del fred. Una onada de fred polar, amb temperatures mínimes entre –8 i –12 °C durant dues setmanes, va provocar l'extinció de la població l'hivern del 2001-02. Tal com s'havia predit, la recolonització va tenir lloc ràpidament (en menys d'un any), gràcies a l'arribada de femelles procedents d'una distància de més de 5-10 km.

Key words: *Charaxes jasius*, Charaxinae, Nymphalidae, Rhopalocera, Lepidoptera, overwinter survival, winter harshness, Catalonia, NE Iberian Peninsula.

Introducció

Charaxes jasius (Linnaeus, 1767) és una papallona afrotropical la forma nominal de la qual viu confinada a la regió circummediterrània (Henning 1989; Larsen 1986). A Europa apareix al llarg d'una estreta franja costanera, tot i que en algunes àrees pot penetrar fins a terres molt interiors (p. ex. Martínez & Casado 1984; Tolman & Lewington 2002).

A grans trets, la seva distribució al Mediterrani occidental coincideix de forma remarcable amb la de la planta nutrícia principal, l'arboç, *Arbutus unedo* (cf. Bolòs & Vigo 1995). Aquesta coincidència es manifesta també a nivell regional, per exemple, a Catalunya, on la distribució de la planta i la de la papallona es coneixen amb força precisió (ORCA copil. 1985-87; Abós 1999). En efecte, la similitud dels seus mapes de distribució és molt aparent (fig. 1) i presenta un fet notable, com és l'existència

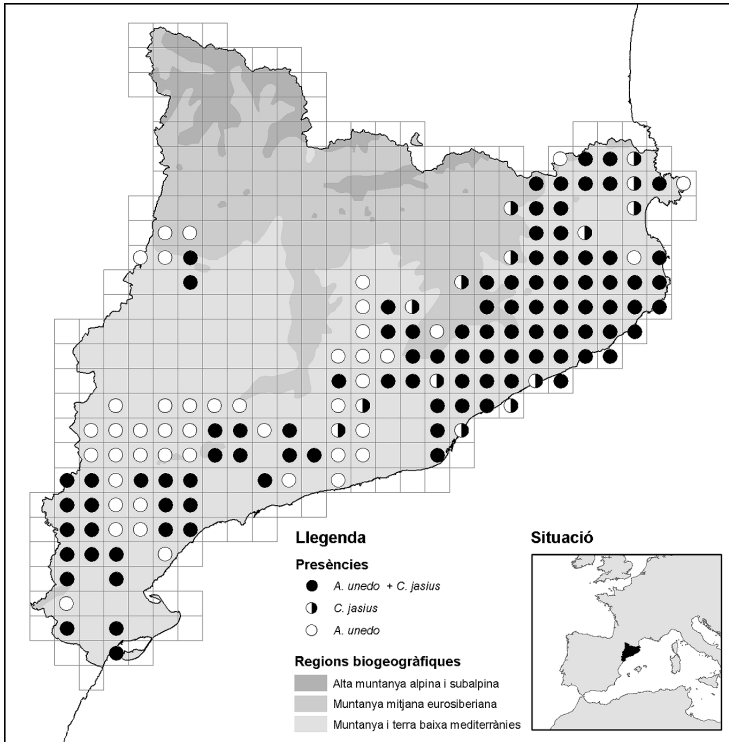


Fig. 1 Distribució a Catalunya de *Charaxes jasius* i la seva planta nutrícia principal, *Arbutus unedo*. Cercles plens: presència de *C. jasius* i *A. unedo*; cercles buits: absència de *C. jasius* i presència d'*A. unedo*; cercles mig plens: presència de *C. jasius* i absència d'*A. unedo* (segons Abós 1999 i ORCA copil. 1985-1987).

d'una població reduïda i molt isolada de *C. jasius* al Montsec (situada a uns 50 km de les més properes), concomitant amb la també escassa població d'arboç localitzada en aquesta zona.

Aquestes observacions semblen indicar que *C. jasius* és una de les poques papallones europees amb una distribució bàsicament condicionada per la de la seva planta nutrícia. De fet, tal com han mostrat diferents autors (Dennis & Shreeve 1991; Bryant *et al.* 1997; Quinn *et al.* 1998), són molt més freqüents les papallones amb àrees de distribució clarament més petites que les dels seus recursos tròfics i, per tant, limitades per altres factors ambientals. La situació de *C. jasius* és semblant, per exemple, a la de *Gonepteryx rhamni* (L.), la distribució de la qual ressegueix acuradament la de les seves plantes nutrícies (Gutiérrez & Thomas 2000). En tots dos casos, l'existència de taques isolades de la planta nutrícia no ha suposat cap obstacle per a la colonització i l'establiment de les papallones, tot i que això molt possiblement ha comportat desplaçaments de fins a 40-50 km des de les poblacions més properes.

Val a dir, però, que els mapes proporcionats per Abós (1999) mostren una major extensió de l'arboç que de *C. jasius* (fig. 1). D'acord amb aquest autor, dins de Catalunya, *C. jasius* ha estat citada de 114 quadrícules UTM 10x10 km, mentre que l'arboç es coneix de 143 quadrícules. Molt possiblement, aquesta diferència està en gran part motivada per una prospecció deficient de les poblacions de *C. jasius* de la meitat occidental de Catalunya (p. ex. en comarques com el Segrià, la Ribera d'Ebre, les Garrigues, la Conca de Barberà i l'Anoia), cosa que no passa a la meitat oriental (Abós 1999). Així ho sembla indicar la gran diferència que existeix entre la proporció de quadrícules ocupades simultàniament per *C. jasius* i l'arboç respecte al total de les ocupades per l'arboç en les dues meitats del país (meitat occidental: 32 vs. 71, meitat oriental: 67 vs. 72; $G = 42,48$, g. ll. = 1, $P < 0,001$). De fet, a la meitat oriental, la coincidència entre les quadrícules que ocupen l'arboç i *C. jasius* és gairebé total, la qual cosa reforça la idea que la distribució d'aquesta papallona ressegueix per complet la de la planta nutrícia principal. És d'esperar, per tant, que una intensificació dels mostratges a la meitat occidental aportaria moltes noves localitats de *C. jasius* fins ara desconegudes.

Cal destacar, però, que la disposició de les quadrícules en què hi ha citat l'arboç però no la papallona no és homogènia. Contràriament, hi ha una marcada tendència que aquestes quadrícules se situïn a la part més continental (allunyada de la costa) de la distribució de l'arboç (fig. 1). Aquest fet podria reflectir una major inestabilitat de les poblacions marginals de *C. jasius*, la qual cosa es manifestaria amb una major freqüència d'extincions locals i una menor detectabilitat de la papallona a les localitats més interiors de l'àrea de distribució.

Si aquesta hipòtesi fos certa, caldria preguntar-se per quina raó les poblacions continentals de *C. jasius* són més inestables que les de la línia litoral i prelitoral. Una explicació versemblant seria que aquestes poblacions marginals estarien al límit de la seva tolerància tèrmica i periòdicament es veurien afectades per episodis de fred intens capaços de provocar extincions locals. La gran mobilitat d'aquesta papallona (Abós 1999; obs. pers.) permetria, després, una ràpida recolonització des de les poblacions

més estables, que restabliria la característica coincidència entre les àrees de distribució de l'insecte i la seva planta nutricia.

Hi ha diverses raons per suposar que el fred pot provocar extincions freqüents a les àrees més allunyades de la costa. En primer lloc, les poblacions que ocupen aquestes àrees són sotmeses a episodis de fred més sever durant l'hivern, sobretot les situades en els sectors més occidentals i afectats per un clima més continental (Clavero *et al.* 1996). En segon lloc, *C. jasius* és una espècie d'origen subtropical (Larsen 1986), que no passa per una veritable diapausa hivernal, tal com ho demostra el seu cicle biològic continu quan les condicions de temperatura són favorables (Verdugo 1984; Abós & Stefanescu 1999). Efectivament, les larves de la segona generació, que són les que hivernen, es mantenen en un estat de quiescència quan la temperatura ambiental està per sota de 11,5-13 °C, però ràpidament recuperen l'activitat quan se supera aquest llindar tèrmic (Abós & Stefanescu 1999). Tal com s'ha constatat en altres espècies d'origen subtropical (cf. Crozier 2002), l'absència d'una diapausa hivernal augmenta, previsiblement, el risc de mortalitat en casos de freds extrems. En tercer lloc, sembla una opinió generalitzada entre els lepidopteròlegs locals que els hiverns freds comporten una disminució important de l'abundància de *C. jasius* la temporada següent.

Les dades fornides pel Catalan Butterfly Monitoring Scheme o CBMS (Stefanescu 2000), així com el seguiment dels estadis immadurs durant un hivern molt fred en una localitat interior situada al límit distribucional de *C. jasius*, han permès sospesar alguns dels aspectes anteriorment apuntats. Concretament, en aquest article ens preguntem: (1) si els hiverns freds afecten negativament *C. jasius* i comporten un major descens poblacional la temporada següent al conjunt del territori català; (2) si les poblacions situades a les zones més interiors són més vulnerables a aquest fenomen i pateixen extincions periòdiques; (3) si, en cas que això passés, la gran mobilitat de *C. jasius* permet una ràpida recolonització d'aquestes àrees des de zones d'on no ha desaparegut i, per tant, ràpidament es restableix l'equilibri entre les àrees de distribució d'aquesta papallona i la seva planta nutricia.

Material i mètodes

Impacte dels hiverns sobre *C. jasius* en el conjunt del territori català

a) Estimació de l'abundància dels adults i de la taxa d'augment geomètric de la població

Les dades per calcular l'abundància relativa dels adults de *C. jasius* a Catalunya han estat extretes de la base de dades del CBMS. Els comptatges en els transectes on *C. jasius* és present s'han utilitzat per calcular un índex anual global d'abundància, que representa una mesura del nivell poblacional general a Catalunya (Stefanescu 2000). Pel fet que la majoria de les estacions del CBMS es concentren a les zones litoral i prelitoral, és a dir, les que alberguen el major nombre de poblacions de *C.*

jasius (Abós 1999), pensem que aquest índex representa una estimació prou acurada de la situació de la papallona per al conjunt del territori català.

Com que *C. jasius* es comporta sempre com una espècie bivoltina al nostre país (Abós & Stefanescu 1999), s'ha distingit un índex anual d'abundància (IA) per a cadascuna de les dues generacions. El valor de la segona generació del 1994 (primer any de funcionament del CBMS) s'ha fixat arbitràriament en 100 i serveix com a nivell comparatiu de les fluctuacions poblacionals. Aquestes fluctuacions s'han calculat mitjançant el mètode de l'estimació de les raons anuals, que utilitza els índexs anuals d'abundància de totes les estacions que han aportat dades durant parelles d'anys successius (Pollard & Yates 1993). Per minimitzar l'efecte distorsionador que poden tenir els valors d'una població concreta amb una magnitud molt superior a la resta de les localitats s'ha fet una transformació logarítmica prèvia dels índexs anuals de cadascuna de les estacions (Moss & Pollard 1993).

D'altra banda, només s'han tingut en compte les dades d'aquelles estacions en què *C. jasius* ha aparegut en un 50 % o més de totes les possibles generacions. Així, per exemple, un transecte que s'ha dut a terme durant cinc anys ha estat inclòs en els càlculs únicament si ha permès la detecció de 5-10 generacions de la papallona. Amb aquesta restricció s'ha pretès reduir la possibilitat d'identificar falses tendències poblacionals, provocades per l'efecte aleatori d'uns comptatges molt baixos (p. ex. en àrees on l'espècie no es reproduïx i es detecta ocasionalment a partir d'individus divagants). Després d'aquesta selecció, un total de 19 estacions s'han pogut utilitzar en les anàlisis, i el seu nombre ha oscil·lat entre 6-15 per temporada (fig. 2).

En el cas de *C. jasius*, la relació que hi ha entre el nivell poblacional de la primera generació de l'any i i el de la segona generació de l'any anterior és una mesura del factor de canvi que té lloc en la població després que els estadis immadurs han passat tota la tardor, l'hivern i part de la primavera. En un model clàssic de creixement poblacional discret, aquest factor es denomina λ o *taxa d'augment geomètric de la població*. Es tracta d'un valor, sempre positiu, que mesura la proporció del canvi en la mida de la població entre dues generacions: si $\lambda > 1$, la població augmenta; si $\lambda = 1$, es manté estable; si $\lambda < 1$, disminueix (Gotelli 2001).

Aquest paràmetre ha estat estimat, amb les dades del CBMS, com el quocient entre l'índex anual global d'abundància de la primera generació l'any $n+1$ i el de la segona generació l'any n (*IA primera generació*_(n+1)/*IA segona generació*_(n)). A la pràctica, la λ entre aquestes dues generacions sempre és menor que 1, un fet que denota la forta mortalitat que experimenten les larves al llarg de l'hivern (Abós & Stefanescu 1999). Per tant, la magnitud de λ és un bon indicador de com varia la mortalitat larvària en els diferents hiverns.

b) Estimació del rigor dels hiverns

Per obtenir una mesura representativa de les condicions de rigor de l'hivern en el conjunt del territori català s'han seleccionat les dades de 10 estacions meteorològiques

Taula 1 Estacions meteorològiques utilitzades per estimar la rigorositat dels hiverns des del 1996-97 fins al 2001-02 a Catalunya, i valors extrems (mínim/màxim) enregistrats durant aquest període per a tres de les variables climatològiques considerades en aquest estudi (temperatura mitjana als mesos de desembre-febrer, temperatura mínima de tot l'hivern, nombre de dies amb glaçades en tot l'hivern).

Estació	Comarca	UTM 1x1 km	Altitud (m)	Tm des-feb (°C)	Tmin hivern (°C)	Dies amb glaçades
Agullana	Alt Empordà	31TDG8793	217	8,4 / 10,0	-3,1 / 3,6	0 / 8
Sant Salvador de G.	Bages	31TCG9714	349	4,2 / 6,8	-13 / -2,8	42 / 79
Begur	Baix Empordà	31TEG1745	198	8,8 / 10,0	-1,6 / 3,2	0 / 4
Vallirana	Baix Llobregat	31TDF1081	220	8,6 / 10,8	-2,7 / 4,2	0 / 10
Barcelona (O. Fabra)	Barcelonès	31TDF2685	411	8,7 / 10,1	-2,8 / 3,1	0 / 7
Santa Pau	Garrotxa	31TDG5966	569	4,2 / 7,2	-8,3 / -0,9	28 / 79
Lloret	Selva	31TDG8719	63	8,6 / 10,0	-4,3 / 1,3	3 / 9
Vacarisses	Vallès Occidental	31TDG0905	343	4,7 / 7,0	-11 / -2,3	32 / 75
Montmeló	Vallès Oriental	31TDG3700	75	6,2 / 9,8	-8,8 / -1,6	9 / 34
Sta. Maria de Palautordera	Vallès Oriental	31TDG5315	215	6,4 / 8,2	-8,6 / -1,7	17 / 44

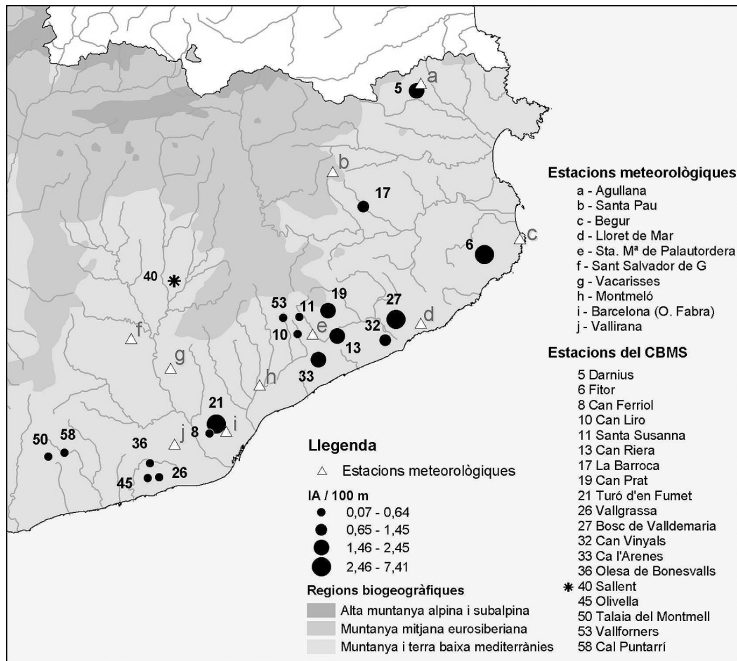


Fig. 2 Abundància relativa de *Charaxes jasius* (mitjana dels índexs anuals/100 m de transecte) a les estacions del CBMS utilitzades per estimar els nivells poblacionals globals a Catalunya, i localització de les estacions meteorològiques utilitzades per estimar la rigorositat dels hiverns. L'asterisc indica l'estació de Sallent (núm. 40 del CBMS), on també es va dur a terme el seguiment d'estadis immadurs l'hivern del 2001-02.

properes als transectes on *C. jasius* ha estat monitorada (fig. 2; taula 1). Aquesta informació ha estat extreta de la base de dades del Servei Meteorològic de Catalunya (<http://www.gencat.es/servmet>). Desgraciadament, les sèries disponibles es remunten a l'any 1997, és a dir, al quart any de funcionament del CBMS.

Per als sis hiverns 1996-97, 1997-98, 1998-99, 1999-2000, 2000-01 i 2001-02 i per a cada estació meteorològica s'han calculat les variables: (1) temperatura mitjana en els mesos de desembre-febrer; (2) temperatura mitjana en els mesos d'octubre-març; (3) mínima absoluta entre octubre-desembre; (4) mínima absoluta entre gener-març; (5) mínima absoluta entre octubre-març; (6) nombre de dies amb glaçades. Les dades de desembre del 1996 –excepte la mínima absoluta– s'han extrapolat a partir de les mitjanes aritmètiques dels anys 1997-2002. Creiem que els efectes distorsionadors que pugui comportar aquesta extrapolació queden molt minimitzats perquè les anàlisis es basen en estimacions relatives i no absolutes del rigor hivernal i, a més, el percentatge de dades estimades és petit. D'altra banda, ens consta que el desembre del 1996 va ser particularment suau i, per tant, la no inclusió d'aquestes dades afecta molt poc la variable (3).

Posteriorment, per a cadascuna d'aquestes variables s'ha calculat un índex del rigor de l'hivern per temporada que combina les dades de totes 10 estacions meteorològiques. Per fer-ho s'ha seguit el mètode dels rangs descrit per Greatorex-Davies & Roy (2001). Als sis valors disponibles per a una determinada estació se'ls ha assignat, en funció de la seva magnitud, un rang de l'1 al 6, i aquest procés s'ha repetit per a totes les estacions. El següent pas ha estat construir un índex del rigor de l'hivern sumant, per a cada temporada, els rangs de les 10 estacions. Aquest índex oscil·la entre 10 –quan un hivern és uniformement el més suau de la sèrie a totes 10 estacions–, i 60 –quan es dona la situació contrària–.

c) Avaluació de l'impacte de l'hivern sobre les poblacions

Si, tal com s'hipotetitza en aquest treball, el fred de l'hivern afectés negativament *C. jasius* (p. ex. fent disminuir la supervivència de les larves hivernants), s'hauria d'observar una correlació negativa entre la taxa d'augment geomètric de la població (IA primera generació_{(n+1)}/ IA segona generació_(n)) i alguna mesura del rigor de l'hivern. Per avaluar aquesta possibilitat, aquesta taxa s'ha comparat, mitjançant un test de correlació no paramètric, amb els índexs del rigor de l'hivern calculats per a les sis variables referides més amunt.}

Impacte d'un hivern rigorós en una població marginal de *C. jasius*

Durant la tardor-hivern de 2001-02 es va portar a terme un minuciós seguiment dels estadis immadurs de *C. jasius* a la localitat de l'Alzinar de Sant Martí (T. M. de Sallent, comarca del Bages), per on discorre l'itinerari del CBMS núm. 40 (UTM 1x1

km 31TDG1032; 523 m). La vegetació es compon, predominantment, de pinedes de pi blanc amb brolles calcícoles, carrascars i fenassars. Tot i no ser abundant, l'arboç hi és present en forma de força peus aïllats. La quadrícula UTM 10x10 km 31TDG13 representa tant per a *C. jasius* com per a l'arboç un dels límits interiors a Catalunya (fig. 1; noteu que l'arboç no apareix present en aquesta quadrícula segons el mapa d'ORCA copil. 1985-1987). A partir de les dades extrapolades de l'Atlas Climàtic Digital de Catalunya (Ninyerola *et al.* 2000), s'estima, per a la zona estudiada, una temperatura mitjana del gener de 4,4 °C i una mitjana de les mínimes del gener de -0,79 °C (Páramo 2002).

El treball de camp es va dissenyar originalment per avaluar quins eren els principals agents de mortalitat dels estadis immadurs de *C. jasius* durant l'hivern (estudi que continua en curs i els resultats del qual es presentaran més endavant). Amb aquest objectiu es van escollir sis arboços (rang d'alçades: 2,5-4 m) i es van revisar periòdicament buscant-hi estadis immadurs. Les inspeccions es van iniciar el 28.VIII.2001 en el cas dels arboços 2 i 3, el 16.IX.2001 en els arboços 4, 5 i 6, i el 23.IX.2001 en l'arboç 1. Els arboços es van visitar cada 7-14 dies fins al 6.I.2002, moment en què es va abandonar el seguiment en constatar que ja no hi havia cap larva supervivent. El nombre total de visites per arboç va oscil·lar entre 12 i 14.

Durant el seguiment, la posició dels ous o erugues trobats es marcava amb l'ajuda d'una cinta transparent, que facilitava la localització en visites següents. Així mateix, per poder discriminar entre diferents causes de mortalitat es van establir tres grups d'erugues:

— Erugues protegides amb una malla de 10 mm, que només les aïllava dels atacs dels ocells i altres depredadors de mida grossa.

— Erugues protegides amb una gasa fina (malla de 0,3 mm), que impedia qualsevol atac, però que les deixava exposades a la meteorologia i a possibles malalties.

— Un grup control, amb erugues sense cap tipus de protecció.

En el grup control (erugues no protegides), les mortalitats de cada estadi s'han calculat només per a la submostra que es va poder seguir des de l'estadi inicial d'ou (130 ous en total). Les dades de mortalitat abans de l'arribada de l'onada de fred (vegeu més avall) s'expressen com el percentatge d'individus morts en un cert estadi respecte al total d'individus que van entrar en aquell estadi durant tot el període estudiat.

Els dos tipus de malla es van col·locar, cadascun, en dos arboços, no tapant la totalitat de l'arbre, sinó només les branques on hi havia les erugues. Aproximadament una quarta part dels ous trobats es van protegir amb malla fina just en el moment previ a l'emergència de les erugues. Per tant, en el grup d'erugues protegides amb malla fina, les dades de mortalitat s'expressen considerant l'eruga de primer estadi com a estadi inicial (25 erugues en total).

A causa de la destrucció de la major part de les malles de 10 mm per actes de vandalisme, no ha estat possible calcular mortalitats per a les erugues inicialment sotmeses a aquest tractament. Tanmateix, per valorar les repercussions de l'onada de fred sobre les erugues de *C. jasius*, sí que s'han tingut en compte els 13 individus d'aquest grup que encara eren vius quan es va iniciar l'episodi climatològic que es detalla a continuació.

L'hivern del 2001-02 va resultar molt fred a l'àrea estudiada, sobretot a conseqüència d'una onada d'aire polar que va irrompre el 16.XII.2001 i va anar acompanyada d'una gran nevada. La neu es va mantenir durant més de 15 dies i les temperatures mínimes fins a l'1 de gener van oscil·lar entre -8 i -12 °C. El seguiment que estàvem portant a terme ens va permetre avaluar l'impacte d'aquest episodi climatològic sobre la població de *C. jasius*. Els darrers controls abans de l'arribada del fred polar es van fer entre l'1 i el 7.XII.2001. El 26.XII.2001, en plena onada de fred, es va fer un reconeixement de tots els arboços; finalment, el 6.I.2002 es va fer la darrera visita.

A part de les dades globals de mortalitat de les erugues lliures i les protegides per malla fina, hem calculat també aquest paràmetre per períodes de dues setmanes, començant per la primera quinzena d'octubre i acabant per la segona de desembre. En aquesta segona anàlisi, les mortalitats en cada període s'han calculat com el percentatge d'individus morts sobre el total d'individus que encara eren vius en el període immediatament anterior. Per exemple, per al grup de les erugues lliures, la primera quinzena d'octubre es van detectar 74 individus vius i 16 baixes, respecte a un total de 90 individus en el control anterior (la qual cosa representa una mortalitat de $(16/90) \times 100 = 17,8$ %. En la següent quinzena es van detectar 50 individus vius i una mortalitat de $(74-50)/74 \times 100 = 32,4$ %, i així successivament. La comparació de les mortalitats observades entre els cinc primers períodes (des de la primera quinzena d'octubre fins a la primera de desembre) i el darrer període permeten avaluar possibles diferències motivades pels efectes del fred. Les conclusions a què s'arriba es veuen molt reforçades pel fet de disposar d'un grup d'erugues protegides de qualsevol tipus de predació.

Resultats

Impacte de l'hivern sobre *C. jasius*: escala regional

a) Abundància dels adults i taxa d'augment geomètric de la població

Els canvis d'abundància de *C. jasius* en el territori català entre 1994-2002 es mostren a la figura 3. Per a la segona generació, el nivell poblacional més alt es va obtenir l'estiu del 1999, i el més baix, l'estiu del 2002. En el cas de la primera generació es va començar el monitoratge l'any 1994 amb el valor més baix, es va observar una certa tendència a l'augment fins a assolir-se un màxim el 1999, i després va tenir lloc un descens continuat fins al 2002 (fig. 3).

En aquesta espècie són molt aparents les oscil·lacions poblacionals entre generacions dins d'una mateixa temporada, conseqüència dels valors molt més baixos que sempre s'associen amb la primera generació (fig. 3). Això s'explica per la mortalitat molt més forta que pateixen les larves de la segona generació, que hivernen i necessiten un període molt més llarg de desenvolupament que les de la primera generació (Abós & Stefanescu 1999).

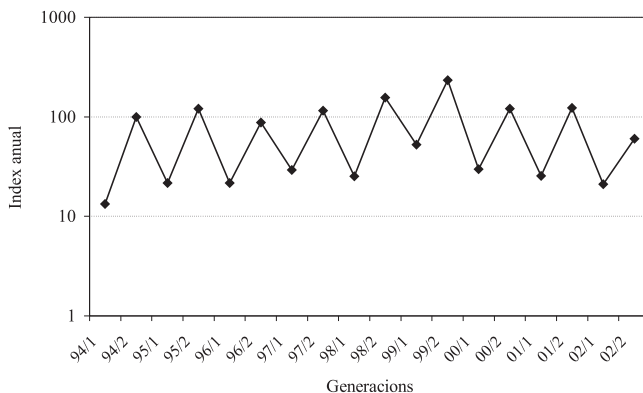


Fig. 3 Fluctuacions d'abundància de *Charaxes jasius* en el conjunt del territori català prenent un valor inicial arbitrari de 100 per a la segona generació del 1994 (primer any de funcionament del CBMS). El nombre d'estacions utilitzades per calcular l'índex anual global de cada generació oscil·la entre 6-15 cada temporada. Les dades relatives al 1994-95 no s'han tingut en compte en l'estudi de l'impacte del fred sobre les poblacions de *C. jasius* perquè les sèries meteorològiques només estan disponibles a partir del 1996.

La mitjana de la taxa d'augment geomètric de la població entre la primera generació de l'any $n+1$ i la segona generació de l'any n va ser de 0,22 (rang: 0,13-0,34). Els valors més alts es van observar les temporades 1998-1999 i 1996-1997, i els més baixos, les temporades 1999-2000 i 2001-2002 (fig. 5).

b) Rigor dels hiverns

En el període estudiat (des del 1996-1997 fins al 2001-2002) hi ha hagut un rang de variació important en les diferents variables climatològiques seleccionades per caracteritzar l'hivern. A la taula 1 es detallen els valors extrems obtinguts a les 10 estacions meteorològiques per a tres d'aquestes variables. Es pot veure que, en algunes localitats properes a la costa (p. ex. Barcelona, Begur o Vallirana), els hiverns són molt suaus, fins al punt que en certs anys no s'enregistra cap glaçada i les temperatures mínimes baixen només fins a 3-4 °C. Això contrasta amb les localitats més interiors (com Sant Salvador de Guardiola o Vacarisses) o properes a muntanyes altes del prelitoral (com Santa Maria de Palautordera), on pot haver-hi temperatures mínimes properes a -10 °C i hiverns amb més de 70 dies amb glaçades.

Precisament a causa d'aquesta variació, els valors de cada estació donen una idea poc clara del tipus d'hivern que experimenten les poblacions de *C. jasius* en el conjunt del territori català. La classificació obtinguda a partir de la suma dels rangs segons el rigor de cada hivern a les diferents estacions és, possiblement, més representativa d'una tendència de tipus general (fig. 4a-f).

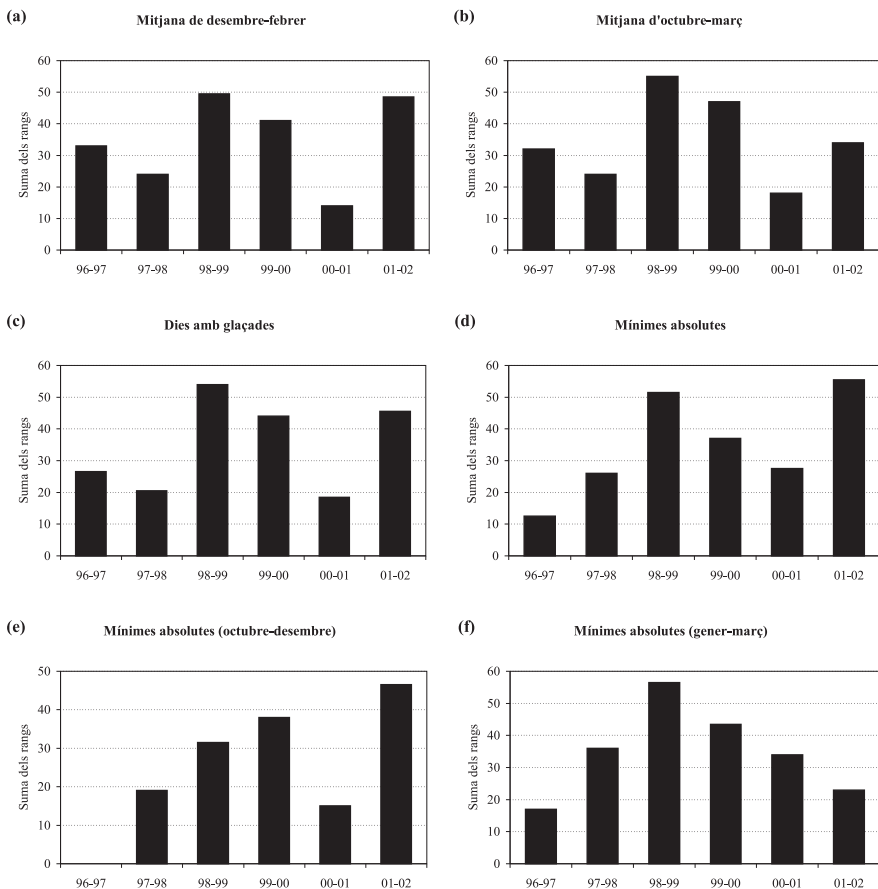


Fig. 4 Rànquing de la rigorositat de l'hivern entre 1996-97 i 2001-02 per a les sis variables climatològiques seleccionades. Els hiverns més freds s'associen amb una suma de rangs més alta (vegeu el text per a més detalls).

Els càlculs fets indiquen una correlació molt alta entre el nombre de dies amb glaçades i la temperatura mitjana al desembre-febrer ($r = 0,94$; $P < 0,01$), el nombre de dies amb glaçades i la temperatura mitjana a l'octubre-març ($r = 0,91$; $P = 0,01$), el nombre de dies amb glaçades i la temperatura mínima absoluta ($r = 0,82$; $P = 0,05$), la temperatura mitjana al desembre-febrer i a l'octubre-març ($r = 0,85$; $P = 0,03$) i la temperatura mitjana al desembre-febrer i la temperatura mínima absoluta a l'octubre-desembre ($r = 0,89$; $P = 0,05$). La resta de variables no es correlacionen entre sí ($P > 0,05$).

En general, s'observa com els hiverns 1998-99, 2001-02 i, en menor mesura, 1999-2000 van ser els més rigorosos (fig. 4a, c, d), mentre que els de 2000-01, 1997-98 i 1996-97 van ser els més suaus. En relació amb els dos hiverns més rigorosos, cal fer notar que els episodis de fred més intens del 1998-99 van tenir lloc, sobretot, durant la segona part de l'hivern, mentre que els del 2001-02 es van concentrar en la primera part (fig. 4e, f).

c) Impacte de l'hivern sobre les poblacions

No s'ha trobat cap correlació significativa entre la taxa d'augment geomètric de la població i cap de les sis variables estudiades. Només en els casos de la temperatura mínima absoluta de l'hivern i de la temperatura mínima de l'octubre-desembre, les correlacions han estat negatives ($r_s = -0,31$ i $r_s = -0,50$, respectivament), com seria d'esperar si un major rigor de l'hivern fes disminuir la supervivència larvària.

Tanmateix, si aquestes variables es representen gràficament, s'observa l'existència d'una aparent anomalia en la dada relativa a la temporada 1998-99 (fig. 5). Aquell any es va donar una situació atípica, en coincidir un hivern molt fred amb una taxa d'augment geomètric de la població molt alta. Amb aquesta dada exclosa, totes les correlacions són negatives, augmenten notòriament i arriben a la significació estadística en el cas de la temperatura mínima absoluta de l'hivern. Les correlacions més altes, que s'observen un altre cop per a les variables que tenen en compte les temperatures mínimes, són: temperatura mínima absoluta de l'hivern, $r_s = -0,90$ ($P = 0,04$); temperatura mínima d'octubre-desembre, $r_s = -0,60$ ($P = 0,40$); temperatura mínima de ge-

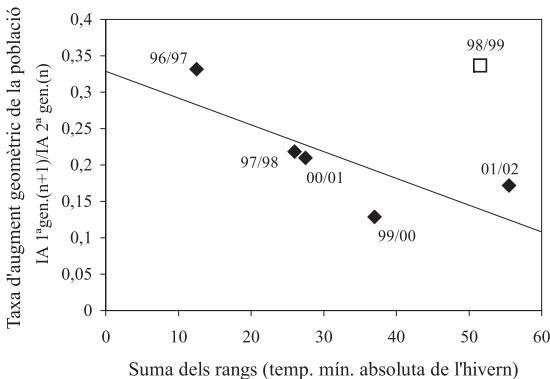


Fig. 5 Relació entre la taxa d'augment geomètric de la població (estimada com a $IA_{primera\ generació_{(n+1)}}/IA_{segona\ generació_{(n)}}$) de *Charaxes jasio* a nivell del conjunt del territori català i el rigor de l'hivern (estimat a partir de la temperatura mínima absoluta). Es mostra també una relació lineal hipotètica calculada quan s'exclou la dada anòmala de la temporada 1998-99 (vegeu el text per a més detalls).

ner-març, $r_s = -0,60$ ($P = 0,29$). Cal destacar, a més, que la potència dels tests de correlació és molt baixa perquè les sèries temporals disponibles (quatre o cinc anys, depenent de la variable) són molt curtes. De fet, per a aquestes tres variables, la representació gràfica de les dades sembla indicar una tendència real a un efecte negatiu del rigor hivernal sobre la supervivència dels estadis immadurs (fig. 5).

Impacte de l'hivern sobre una població marginal de *C. jasius*: escala local

Es van detectar un total de 215 individus (172 ous i 26, 13 i 4 larves de primer, segon i tercer estadi, respectivament). Tanmateix, les mortalitats dels estadis immadurs durant el període anterior a l'arribada de l'onada de fred (28.VIII-7.XII.2001) només es van poder calcular en una submostra de 130 ous i 25 larves de primer estadi, per al grup control i per al grup protegit amb malla fina, respectivament (taula 2).

Taula 2 Mortalitats enregistrades durant el període 28.VIII-7.XII.2001 en dos grups (lliures i protegits amb una malla fina) d'estadis immadurs de *Charaxes jasius* a l'Alzinar de Sant Martí. En el grup lliure només s'han inclòs aquells individus que es van poder controlar des de l'estadi d'ou. En el grup protegit no s'ha tingut en compte l'estadi d'ou perquè, en la majoria dels casos, els ous es van començar a protegir poc abans de la seva emergència.

	sense protecció		protegides amb malla fina	
	total	% mortalitat	total	% mortalitat
Ou	130	53,8	—	—
Larva 1r estadi	60	43,3	25	16,0
Larva 2n estadi	34	32,4	21	0,0
Larva 3r estadi	22	13,6	18	5,6
Larva 4t estadi	12	16,7	7	28,6

Per als estadis 1 i 2, les mortalitats van ser significativament més altes en les erugues lliures que en les protegides (estadi 1: $\chi^2 = 5,77$, g.ll. = 1, $P = 0,016$; estadi 2: $\chi^2 = 8,49$, g.ll. = 1, $P = 0,003$). En canvi, no es van detectar diferències significatives entre els estadis 3 i 4 (estadi 3: $\chi^2 = 0,72$, g.ll. = 1, $P = 0,40$; estadi 4: $\chi^2 = 0,38$, g.ll. = 1, $P = 0,54$).

Cal remarcar que, tant en l'estadi d'ou (grup lliure) com en les erugues de primer estadi (tots dos grups), els valors són una estimació definitiva de la mortalitat observada en la generació estudiada. Això es deu al fet que, amb data 7.XII.2001, tots els individus ja havien entrat en el segon o, sobretot, tercer o quart estadis de desenvolupament larvari.

Els efectes de l'onada de fred van ser devastadors sobre la població. El primer recompte es va fer el 26.XII.2001, en l'onzè dia de l'episodi de fred polar, i va permetre constatar la mortalitat de totes les erugues (24 de lliures i 18 de protegides) enregistrades com a vives en el control anterior. També van morir les 13 erugues enregistrades com a vives el 2.XII.2001, procedents del grup que inicialment es va protegir

amb una malla gruixuda de 10 mm. El mateix va passar amb l'únic exemplar que havia sobreviscut fins aquell moment del conjunt d'erugues no incloses a la taula 2 pel fet de no haver estat localitzades inicialment com a ou.

L'evolució de les erugues lliures i protegides des de la primera quinzena d'octubre fins a la segona de desembre s'ha representat a la figura 6. Durant el període previ a l'onada de fred, la mortalitat de les erugues lliures va oscil·lar entre 12,5-36 % del total dels individus enregistrats com a vius en el control corresponent a la quinzena anterior (fig. 6a). Amb aquesta nova anàlisi es posa un altre cop de manifest com la mortalitat en les erugues protegides és més baixa, ja que va oscil·lar entre 0-16 % (fig. 6b).

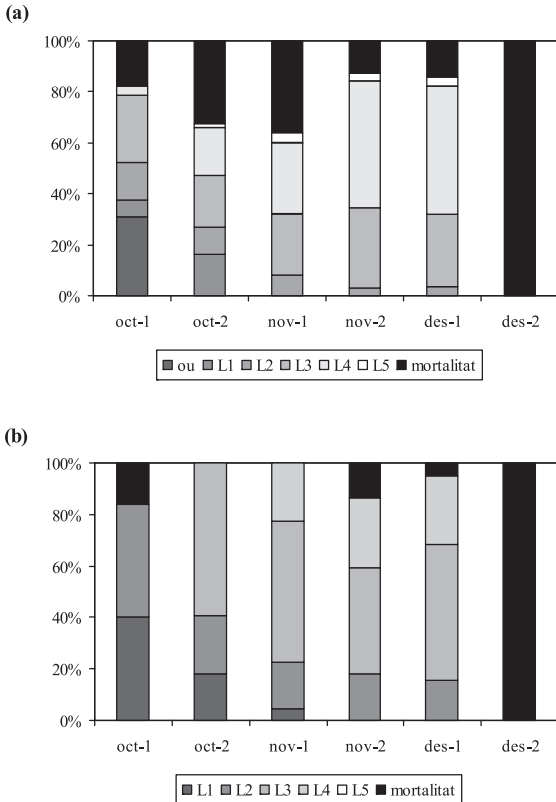


Fig. 6 Evolució dels estadis immadurs de *Charaxes jasius* a l'Alzinar de Sant Martí l'octubre-desembre del 2001. (a) Erugues lliures (per a la primera quinzena d'octubre, percentatges calculats sobre un total de 90 exemplars); (b) erugues protegides amb una malla fina (per a la primera quinzena d'octubre, percentatges calculats sobre un total de 25 exemplars). L'estructura de la població apareix detallada per quinzenes, començant per la primera d'octubre (L1-L5: larves de 1r a 5è estadi). En cada mostratge, la mortalitat representa la fracció d'immadurs que no van sobreviure del mostratge anterior (vegeu el text per a més detalls).

diferència entre els dos grups apareix com a marginalment significativa segons el test de Wilcoxon per a mostres aparellades ($Z = -1,75$, $P = 0,08$).

Com ja s'ha comentat anteriorment, l'onada de fred va coincidir amb la mort de totes les erugues monitorades (fig. 6a i b). Es pot descartar completament la possibilitat que això fos a causa d'una taxa de depredació anormalment alta durant la segona quinzena de desembre, perquè cap de les erugues protegides tampoc va sobreviure. Tot indica, per tant, que va ser l'efecte del fred extrem sobre les larves el que va provocar la seva mortalitat massiva. En relació amb això, cal dir que moltes erugues es van trobar mortes damunt el coixinet de seda a la fulla de repòs (cf. Abós 1999), sovint amb enfosquiments de part dels seus segments. La recol·lecció d'algunes erugues amb aquesta simptomatologia (en aquesta i en altres ocasions) ha permès comprovar que l'enfosquiment no es deu a la presència de parasitoides, sinó, simplement, a la necrosi dels teixits.

L'extinció total de la població de l'Alzinar de Sant Martí es va poder confirmar de dues maneres independents. En primer lloc, no es va detectar ni un sol adult durant tot l'any 2002 en els recomptes setmanals del CBMS que es fan en aquesta zona. Així mateix, es van tornar a revisar els arboços monitorats buscant-hi ous i larves de la primera generació, i el resultat va ser negatiu. A més, les inspeccions tant d'adults com d'imadurs es van estendre a altres indrets del Bages (fins i tot en àrees seleccionades regularment pels mascles amb comportament de *hill-topping*), sempre amb resultats negatius, la qual cosa indica que l'abast de l'extinció probablement va ser molt important.

La recolonització de l'Alzinar de Sant Martí va tenir lloc, tanmateix, amb rapidesa. En efecte, una nova revisió dels arboços durant els mesos de setembre i octubre del 2002 va permetre detectar un total de 33 individus (entre ous i larves; aproximadament un 15 % dels detectats la temporada anterior). Les postes es feien de forma esglaonada i apareixien 2-3 ous nous per arbre en cadascuna de les visites setmanals.

Discussió

Per al conjunt de Catalunya, les dades del CBMS suggereixen un efecte negatiu del rigor de l'hivern sobre les poblacions de *C. jasius*. La relació trobada possiblement no és més clara perquè es basa en una sèrie comparativa molt curta (únicament sis hiverns) i en unes dades climatològiques de tipus general i, en alguns casos, no del tot coincidents amb les condicions realment experimentades per les poblacions monitorades. Tot i així, s'observa una tendència que els hiverns més freds vagin acompanyats, la primavera següent, per uns nivells poblacionals relativament més baixos de la primera generació de la papallona (fig. 5).

D'entre les variables climatològiques seleccionades, les que s'han construït amb les temperatures mínimes absolutes —especialment de la primera part de l'hivern— són les que tenen un major poder predictiu. Molt possiblement, aquest fet és indicador del fort impacte negatiu que poden tenir episodis de fred extrem sobre les larves hivernants, tal com s'ha pogut confirmar amb el seguiment que es va fer a l'Alzinar de Sant Martí.

Aquesta troballa es pot interpretar en el context del que es coneix sobre el fenomen de la hivernació en els insectes (Leather *et al.* 1993). Moltes espècies que estan exposades regularment a condicions hivernals extremes han adoptat la diàpauza com a mecanisme de supervivència. Aquesta s'associa normalment amb importants canvis fisiològics (p. ex. canvis en la composició de l'hemolimfa, síntesi de substàncies crioprotectors, cessament de la ingestió d'aliments i evacuació del contingut intestinal, regulació del contingut d'aigua al cos; tots ells factors que fan disminuir marcadament la temperatura de congelació o *supercooling point*, per sota la qual l'individu mor) i permet a l'insecte desenvolupar una capacitat de sobreviure a les baixes temperatures (l'anomenada *overwintering cold hardiness*). Contràriament, les espècies de climes tropicals i subtropicals –com *C. jasius*– no disposen de veritables mecanismes de diàpauza i, per tant, tenen *supercooling points* molt més alts. Per exemple, Crozier (2002) va determinar-lo en només $-6,64$ °C per a les larves hivernants de l'hespèrid subtropical *Atalopedes campestris* (que encara és més alt, al voltant de $-4,42$ °C, quan la larva és molla), valor que contrasta amb els -20 a -30 °C habituals per a les larves de moltes espècies que entren en diàpauza (Somme 1982).

Les dades de l'Alzinar de Sant Martí indiquen que un rang de temperatures mínimes de -8 a -12 °C durant un període d'uns 10 dies resulta fatal per a *C. jasius*. L'hivern del 2002-03, en canvi, dues erugues de tercer i quart estadi sobre un total de vuit de monitorades van sobreviure a una nova onada de fred menys intens (mínimes de -3 a -8 °C) que va afectar la zona entre l'11 i el 18 de gener (J. Planas, obs. pers.). De fet, els valors concrets que determinen una mortalitat del 100 % de les larves són difícils de precisar, ja que depenen d'una diversitat de factors. Per exemple, la velocitat amb què s'arriba a aquest llindar tèrmic, la durada de l'episodi de fred extrem, el fet d'anar precedit o no per un període de relativa bonança que permetés l'activitat de les larves i la ingesta d'aliment i, potser, l'estadi larval, són tots factors a tenir en compte (cf. Leather *et al.* 1993). Per tant, una certa combinació d'aquests elements pot donar com a resultat mortalitats més altes o més baixes per a un rang determinat de temperatures mínimes.

A nivell del conjunt del territori català, aquesta complicació natural podria ser una de les causes per les quals es dona l'aparent anomalia de l'hivern 1998-99 en les dades del CBMS. Aquell va ser un dels hiverns més freds de la sèrie (fig. 4), però també uns dels que va anar associat amb un valor més elevat de la taxa d'augment geomètric de la població (fig. 5). En aquella ocasió, les onades de fred més intens van tenir lloc ja molt entrat l'hivern, concretament al febrer, és a dir, quan la immensa majoria de les larves arreu del territori devien estar ja en cinquè estadi. Podria ser que en aquest estadi la sensibilitat a les glaçades no sigui tan alta com en els primers estadis, una possibilitat que caldria investigar al laboratori. Alternativament, tampoc es pot descartar que aquella temporada hi hagués una menor pressió per part dels depredadors, una possibilitat que només es pot avaluar mitjançant experiments d'exclusió com el fet a l'Alzinar de Sant Martí.

En relació amb la segona qüestió que ens plantejàvem en aquest treball, les nostres dades apunten fortament que les poblacions de *C. jasius* situades a les localitats més interiors de Catalunya es veuen afectades amb una relativa freqüència per extincions

periòdiques causades pel fred extrem. En aquest sentit, cal assenyalar que no són rares les temperatures mínimes al voltant dels $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ –suficients per provocar mortalitats massives– en moltes de les estacions meteorològiques consultades que se situen lluny de la línia costanera. Això, en canvi, passa només excepcionalment a la franja litoral i prelitoral (cf. taula 1), raó per la qual en aquestes zones els episodis de fred intens s'associen amb descensos més que no pas amb extincions poblacionals. En definitiva, tot sembla indicar l'existència real d'una major inestabilitat de les poblacions situades a les zones més interiors del rang de distribució.

Aquest fet podria ser també una de les causes per les quals el mapa d'Abós (1999) reflecteix, a la meitat occidental de Catalunya, un gran predomini de quadrícules no ocupades per *C. jasius*, però sí per l'arboç a prop del límit continental d'aquesta planta. Creiem, però, que una major intensitat dels mostratges en aquesta part del país faria molt més coincident la distribució de la planta i l'insecte (com s'observa a la meitat oriental). De fet, tal com demostra el seguiment de l'Alzinar de Sant Martí, la recolonització de les àrees sotmeses a extincions periòdiques pot tenir lloc amb gran rapidesa, gràcies a la gran capacitat dispersiva de l'espècie. Per exemple, en aquesta localitat, al llarg dels mesos de setembre i octubre de l'any següent a l'extinció es van detectar postes corresponents a un cert nombre de femelles, que forçosament devien provenir de localitats situades possiblement a distàncies superiors als 5-10 km.

Aquesta gran capacitat dispersiva ve reforçada per nombroses observacions d'individus isolats en àrees llunyanes a les poblacions més properes (p. ex. Stefanescu 1995; Abós 1999; Dantart & Vallhonrat 2001; dades no publicades del CBMS). Justament, la detecció de *C. jasius* en fins a 13 quadrícules UTM 10x10 km on no viu l'arboç a la meitat oriental de Catalunya (fig. 1) és indicadora d'una gran mobilitat de l'espècie. Així mateix, la seva presència a les tres grans illes de les Balears (Cuella 1980) i també al voltant de la població d'arboç isolada al Montsec és indicadora d'una gran capacitat colonitzadora que li permet resseguir fidelment la distribució de la planta nàrtica principal.

Agraïments

A Ferran Páramo, que va preparar les figures 1 i 2, i a Marta Miralles i al Consell de Redacció de la SCL, pels seus comentaris sobre una primera versió del treball. La viabilitat del CBMS no seria possible sense l'ajut de totes les persones que participen en el projecte. El Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya finança la coordinació del CBMS.

Referències bibliogràfiques

- Abós, Ll. 1999. Distribució i biologia de *Charaxes jasius* (Linnaeus, 1767) a Catalunya (Lepidoptera: Nymphalidae). *Butll. Soc. Cat. Lep.*, 83: 37-58.
- Abós, Ll. & Stefanescu, C. 1999. Phenology of *Charaxes jasius* (Nymphalidae: Charaxinae) in the north-east Iberian Peninsula. *Nota lepid.*, 22: 162-182.
- Bolós, O. de & Vigo, J. 1995. *Flora dels Països Catalans, vol III*. 1230 pp. Editorial Barcino, Barcelona.

- Bryant, S.R., Thomas, C.D. & Bale, J.S. 1997. Nettle-feeding nymphalid butterflies: temperature, development and distribution. *Ecol. Entom.*, 22: 390-398.
- Clavero, P., Martín Vide, J. & Raso, J.M., 1996. *Atlas climàtic de Catalunya. Termopluviometria*. Institut Cartogràfic de Catalunya, Barcelona.
- Crozier, L. 2002. Climate change and its effect on species range boundaries: a case study of the Sachem skipper butterfly, *Atalopedes campestris*. In: *Wildlife responses to climate change. North American case studies* (Schneider, S.H. & Root, T.L. eds), pp. 57-91. Island Press, Washington.
- Cuello, J. 1980. Els Rhopalocera de les illes Balears. *Treb. Soc. Cat. Lep.*, 3: 51-60.
- Dantart, J. & Vallhonrat, F. 2001. Contribució al coneixement dels lepidòpters del Parc Natural del Cadí-Moixeró (Lepidoptera). *Butll. Soc. Cat. Lep.*, 87: 7-24.
- Dennis, R.L.H. & Shreeve, T.G. 1991. Climatic change and the British butterfly fauna: opportunities and constraints. *Biol. Conserv.*, 55: 1-16.
- Gotelli, N.J. 2001. *A primer of ecology*. 265 pp. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- Greatorex-Davies, J.N. & Roy, D.B. 2001. *The Butterfly Monitoring Scheme. Report to recorders, 2000*. 76 pp. Centre for Ecology and Hydrology, Natural Environment Research Council, Huntingdon.
- Gutiérrez, D. & Thomas, C.D. 2000. Marginal range expansion in a host-limited butterfly species, *Gonepteryx rhamni*. *Ecol. Entom.*, 25: 165-170.
- Henning, S.F. 1989. *The Charaxinae butterflies of Africa*. 457 pp. Aloe Books, Johannesburg.
- Larsen, T.B. 1986. Tropical butterflies of the Mediterranean. *Nota lepid.*, 9: 63-77.
- Leather, S.R., Walters, K.F.A. & Bale, J.S. 1993. *The Ecology of Insect Overwintering*. 255 pp. Cambridge University Press, Cambridge.
- Martínez, M.A. & Casado, F. 1984. Confirmación de la presencia de *Charaxes jasius* (L., 1776) en la provincia de Madrid y otras capturas de la zona centro. *SHILAP Revta lepid.*, 12(48): 336.
- Moss, D. & Pollard, E. 1993. Calculation of collated indices of abundance of butterflies based on monitored sites. *Ecol. Entom.*, 18: 77-83.
- Ninyerola, M., Pons, X. & Roure, J.M. 2000. A methodological approach of climatological modelling of air temperature and precipitation through GIS techniques. *Int. J. Climat.*, 20: 1823-1841.
- ORCA copil. 1985-1987. Atlas corològic de la flora vascular dels Països Catalans, vol 1. *IEC Orca: Atlas corològic, 1*. Barcelona.
- Páramo, F. 2002. Aplicació dels SIG al monitoratge ambiental. SIG aplicat a la xarxa del Pla de Seguiment de Ropalòcers. Departament de Geografia de la Universitat Autònoma de Barcelona, Direcció General de Patrimoni Natural i del Medi Físic del Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya, Barcelona (informe inèdit).
- Pollard, E. & Yates, T.J. 1993. *Monitoring butterflies for ecology and conservation*. 256 pp. Chapman & Hall, London.
- Quinn, R.M., Gaston, K.J. & Roy, D.B. 1998. Coincidence in the distribution of butterflies and their foodplants. *Ecography*, 21: 279-288.
- Somme, L. 1982. Supercooling and winter survival in terrestrial arthropods. *Comp. Biochem. Physiol.*, 73A: 519-543.
- Stefanescu, C. 1995. Ovoposició de *Charaxes jasius* (Linnaeus, 1767) sobre llorer (*Laurus nobilis*) als Aiguamolls de l'Empordà. *Butll. Soc. Cat. Lep.*, 76: 23-24.
- Stefanescu, C. 2000. El Butterfly Monitoring Scheme en Catalunya: los primeros cinco años. *Treb. Soc. Cat. Lep.*, 15: 5-48.
- Tolman, T. & Lewington, R. 2002. *Guía de las mariposas de España y Europa*. 320 pp. + 104 pls. Lynx Edicions, Bellaterra.
- Verdugo, A. 1984. *Charaxes jasius* L. (Lepidoptera: Nymphalidae) en la provincia de Cádiz. Distribución, ecología y bionomía. *SHILAP Revta lepid.*, 12(47): 237-242.

Data de recepció: 29 d'agost de 2003

Data d'acceptació: 2 d'octubre de 2003