

LA CENOSI A COLEOTTERI CARABIDI (*ARTHROPODA, INSECTA*) DEL BOSCO SIRO NEGRI (PARCO REGIONALE DEL TICINO, LOMBARDIA)

MAURO GOBBI¹, RICCARDO GROPPALI², FRANCESCO SARTORI²

Parole chiave – carabidocenosi, bioindicatori, boschi alluvionali, agroecosistema.

Key words – Carabid coenoses, bioindicators, floodplain woods, agroecosystem.

Riassunto – Nel presente lavoro viene analizzata la carabidocenosi di un bosco planiziale (Bosco Siro Negri, Parco del Ticino Lombardo, Pavia). La ricchezza di specie, la morfologia alare e il regime alimentare delle specie sono state utilizzate per confrontare la comunità del Bosco Negri con quelle di altri 11 boschi planiziali della Pianura Padana. La morfologia alare e il regime alimentare delle singole specie risultano autocorrelate e ottimi bioindicatori in grado di separare i boschi in due gruppi e di descriverne il differente grado di stabilità. Il Bosco Negri non si posiziona chiaramente in nessun gruppo manifestando una condizione intermedia di stabilità che viene discussa.

Abstract – *Carabid beetle* (Arthropoda, Insecta) *coenoses in the Bosco Siro Negri* (Ticino Regional Park, Lombardia, Northern Italy). Carabid beetle coenoses in an floodplain wood (Siro Negri Wood, Ticino Park, Lombardy) has been studied. Species richness, wing morphology and diet of the carabid assemblage were compared to those of other 11 woods of the Po plain. The wing morphology and diet are autocorrelated and good bioindicators able to cluster carabid assemblages of different woods in two groups and to describe it in relation to their different stability. The Bosco Neri wood is not clearly positioned in any groups showing an intermediate condition of stability that it is discussed.

INTRODUZIONE

La fisionomia del paesaggio agrario della Pianura Padana mostra quanto la diffusione della monocoltura e la coltivazione di poche specie agrarie, ma molto diffuse, stia portando a una continua semplificazione degli ecosistemi. Habitat quali i boschi ripariali, i boschi golenali e le aree umide sono le zone in cui l'attività antropica è meno invasiva, quindi si possono ritenere le aree più naturali e meno soggette a perturbazioni antropogenetiche. Purtroppo però sono in costante frammentazione con conseguente modificazione nella struttura delle comunità vegetali e animali e possibile perdita della ricchezza biologica (PAOLETTI, 2001). Considerando quindi che il paesaggio agrario è direttamente e fortemente influenzato dalle attività umane, è necessario comprendere per tempo il valore naturalistico e il reale stato di naturalità delle aree "planiziali" del paesaggio padano.

È ormai noto come un habitat, se sottoposto a fattori di disturbo che ne alterano la stabilità, vada incontro a una progressiva successione di specie con conseguente perdita delle entità tipiche dell'habitat stesso (SZYSZKO *et al.*, 2000). Per le ragioni appena

elencate risulta di fondamentale importanza avvalersi di taxa bioindicatori in grado di fornire una chiara indicazione della qualità, dello stadio di sviluppo, e quindi di eventuale degradazione, dell'habitat in analisi. I Coleotteri Carabidi (Arthropoda, Insecta) sono un gruppo di insetti epigei ormai ampiamente impiegati come strumento di interpretazione della valenza naturalistica di siti naturali, seminaturali e antropizzati (LÖVEI e SUNDERLAND, 1996; GOBBI *et al.*, 2005; GOBBI e FONTANETO, 2006). I Carabidi sono in grado di colonizzare con comunità caratteristiche tutti i tipi di habitat il che li rende indicatori molto sensibili delle alterazione degli ecosistemi. Il numero complessivo di specie di Carabidi, che popola i boschi planiziali della Pianura Padana, supera il centinaio, tra queste poche sono le specie strettamente silvicole mentre numerose sono le specie igrofile tipiche di suoli umidi. Un ridotto numero di specie svolge in Europa l'intero ciclo vitale all'interno del legno, morto in terra o in piedi (saproxilici), diverse altre trascorrono parte della loro esistenza nel legno morto (saproxilici temporanei), ma comunque molte svolgono, in ambiente forestale, un ruolo importante come predatori, come spermofagi e nei processi di

¹ Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Milano, Via Celoria 26, 20133 Milano, Italia. E-mail: gobbi.mauro@tiscali.it

² Dipartimento di Ecologia del Territorio e degli Ambienti Terrestri, Università degli Studi di Pavia, Via S. Epifanio 14, 27100 Pavia, Italia.

regolazione della decomposizione del legno (SCHLAGHAMERSKY, 2000).

Questo lavoro rappresenta un contributo alla conoscenza della Carabidocenosi presente in un bosco ripariale del Fiume Ticino e si pone l'obiettivo di descrivere non solo la comunità ivi presente, ma anche di utilizzare la medesima come indicatrice del grado di alterazione del bosco.

AREA DI STUDIO

Il Bosco Siro Negri, ubicato nel Parco Regionale del Ticino Lombardo fu ricevuto in donazione all'Università degli Studi di Pavia da Giulio Negri che per volontà testamentaria lo dedicò al fratello Siro. Il Bosco, ampio 11 ettari, è divenuto riserva naturale integrale nel 1970 in occasione dell'annata Europea della Conservazione della Natura ed è gestita dall'Università degli Studi di Pavia. Il Bosco Siro Negri, con le sue caratteristiche di porzione relietta di foresta planiziale riparia del fiume Ticino è un'area di notevole pregio naturalistico e conservazionistico. Dal punto di vista floricolo il bosco è caratterizzato da uno strato arboreo, che raggiunge un'altezza media di 25m, costituito da *Quercus robur*, *Populus alba*, *P. nigra*, *Ulmus minor*, *Acer campestre* e *Prunus padus*, e da uno strato erbaceo distinto dall'abbondanza di *Equisetum hyemale*, *E. palustre* e *Osmunda regalis* (TOMASELLI e GENTILE, 1971).

MATERIALI E METODI

I campionamenti sono durati 8 mesi (marzo-ottobre 2004) con raccolte eseguite ogni 15 giorni. La raccolta è avvenuta mediante l'utilizzo di 12 trappole a caduta (*pitfall traps*) distribuite in due transetti lineari da 6 trappole ciascuno e distanziate fra loro di 6 m. I transetti sono stati posizionati al centro del bosco col fine di evitare di campionare le specie provenienti dalle aree marginali al bosco stesso, e scegliendo le zone con la maggiore omogeneità vegetazionale. Le *pitfall traps* rappresentano un metodo di campionamento standardizzato impiegato per il censimento delle comunità di invertebrati che si muovono sulla superficie del suolo (BRANDMAYR *et al.*, 2005). Sono stati utilizzati bicchieri di plastica profondi 8 cm, con diametro superiore di 7 cm e inferiore di 4.5 cm; interrati fino all'orlo e riempiti, per metà circa con acido acetico diluito, liquido dalle proprietà conservanti (GREENSLADE, 1964).

Mediante l'impiego di due estimatori è stato valu-

tato il numero di specie attese sulla base del numero di specie (ICE) e di esemplari (ACE) osservati, metodo che permette di verificare l'affidabilità del campionamento (COLWELL & CODDINGTON, 1994; CHAZDON *et al.*, 1998).

I valori di abbondanza delle singole specie, in accordo con BRANDMAYR *et al.* (2005), sono stati espressi in Densità di Attività (DA) ovvero il numero medio di individui per trappola nel periodo standard di 15 giorni: $DA = [n/(t \cdot g)] \cdot 10$, dove n=numero di individui per specie, t=numero di trappole, g=numero di giorni di esposizione delle trappole.

In tutti gli esemplari campionati è stato rilevato lo stato di sviluppo delle ali metatoraciche (presenza o assenza di ali funzionali al volo) e il regime alimentare (predatori, fitofagi). L'analisi della presenza/assenza di ali funzionali al volo fornisce indicazioni sul potere di dispersione delle specie: popolazioni brachittere (prive di ali funzionali al volo) sono generalmente abbondanti in ambienti stabili o poco soggetti a cambiamenti repentini nel tempo, mentre gli individui alati (macroterteri) possedendo un'alta capacità di dispersione, sono quelli che migrano con più facilità e tendono a colonizzare ambienti ancora poco strutturati e riescono maggiormente ad adattarsi ad ambienti periodicamente perturbati (BRANDMAYR & PIZZOLOTTO, 1994). La capacità di dispersione della comunità è stata indicata mediante il rapporto macroterteri/brachitteri "M/B". L'analisi della dieta è stata compiuta prendendo in considerazione il rapporto fra specie fitofaghe e predatrici "F/P" dato che fornisce indicazioni sul livello di degrado di un ecosistema (BRANDMAYR & PIZZOLOTTO, 1994; GOBBI & FONTANETO, 2006)

Al fine di ottenere indicazioni sul pregio naturalistico del Bosco Siro Negri, la carabidocenosi ivi infeudata è stata confrontata con quella di altri 11 boschi della Pianura Padana. I dati di letteratura utilizzati per questa analisi sono quelli forniti in BRANDMAYR & ZANITTI (1982), CASALE *et al.* (1993), PILON (1995) e BONAVITA e CHEMINI (1996). Le operazioni che sono state compiute per eseguire questo confronto sono state:

- valutazione mediante la correlazione di Spearman per rilevare se la ricchezza di specie è correlata alle caratteristiche adattative delle specie (morfologia alare e dieta),
- ordinamento, mediante Analisi delle Componenti Principali (PCA) (GOTELLI & ELLISON 2004), dei diversi boschi sulla base delle differenze in ricchezza di specie e del rapporto tra i parametri adattativi (morfologia alare e regime alimentare).

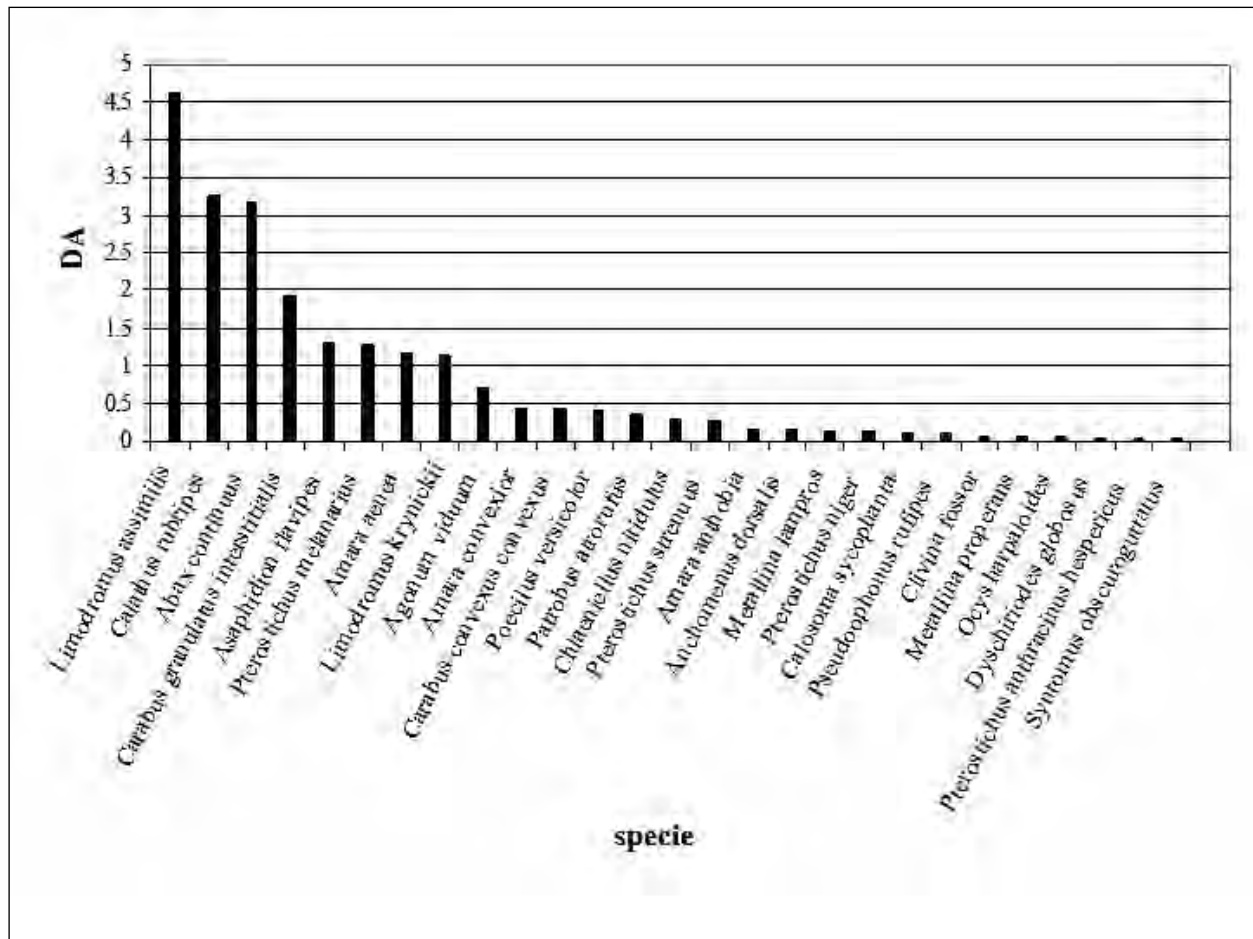


Fig. 1 – Istogramma costruito sui valori di DA.

Gli estimatori di ricchezza di specie ICE e ACE sono stati calcolati utilizzando il programma EstimateS 7 (COLWELL, 2004); mentre le altre analisi sono state compiute utilizzando i software Microsoft Excel®, MVSP® e SPSS®. Per la nomenclatura aggiornata delle singole specie si è fatto riferimento a quanto riportato nel database della Fauna Europea (AUDISIO & VIGNA TAGLIANTI, 2004).

RISULTATI

I campionamenti hanno rilevato la presenza di 27 specie di Carabidi (Tab. 1) delle quali *Calathus rubripes* Dejean 1831 e *Abax continuus* Baudi di Selve 1876, sono endemiche e tra le più abbondanti (Fig. 1). Entrambi gli estimatori di ricchezza di specie ICE e ACE indicano che il valore atteso di ricchezza di specie è 29 quindi si può ritenere il campionamento altamente rappresentativo.

La ricchezza di specie dei boschi analizzati non è significativamente correlata ai parametri adattativi delle specie: rapporto tra specie alate e specie

non alate “M/B” ($r_s=0.272$; n.s.) e rapporto tra specie fitofaghe e specie predatrici “F/P” ($r_s=0.229$; n.s.); mentre tali rapporti risultano tra loro significativamente correlati ($r_s=0.669$; $p=0.017$). L’analisi delle componenti principali mostra che l’asse 1 spiega il 99.39% della varianza mentre l’asse 2 lo 0.60%. La morfologia alare e il regime alimentare sono due variabili strettamente correlate tra loro e all’asse 1 della PCA ($r_{sM/B}=1$; $p<0.01$ e $r_{sF/P}=0.669$; $p<0.05$); la prima componente principale riassume proprio questi parametri adattativi sui quali è avvenuto l’ordinamento dei boschi. I boschi sono raggruppabili in due categorie, un gruppo caratterizzato da alta frequenza di specie fitofaghe e macroterre (gruppo 1) e un gruppo con alta frequenza di specie predatrici e brachittere (gruppo 2), indipendentemente dalla ricchezza di specie. Osservando lo *screen plot* (Fig. 2) che mostra la distribuzione dei due gruppi, in relazione ai valori di ricchezza di specie e dell’asse 1 della PCA si può notare come il Bosco Siro Negri abbia una posizione intermedia per ricchezza di specie e per frequenza di brachitteri e predatori.

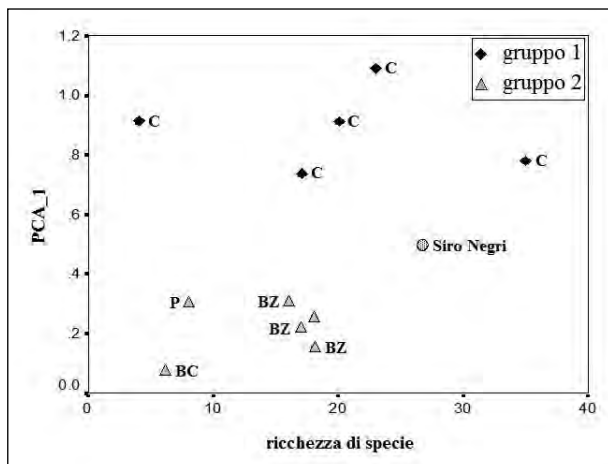


Fig. 2 – Scatter plot costruito inserendo in ordinata i valori dell'asse 1 della PCA e in ascissa il valore della ricchezza di specie. Le sigle riportate indicano i dati reperiti in: "BZ" – BRANDMAYR e ZANITTI (1982); "C" – CASALE et al., (1993); "P" – PILON (1995); "BC" – BONAVIDA e CHEMINI (1996).

DISCUSSIONE

Nonostante il bosco possieda una estensione limitata (11 ettari) e una forte omogeneità vegetazionale, il valore di ricchezza di specie risulta essere abbastanza elevato anche alla luce di quanto riportato in letteratura per le carabidocenosi di boschi in situazione di "climax", caratterizzati generalmente da comunità con basso numero di specie (GOBBI & FONTANETTO, 2006), ma tutte con specifici parametri adattativi (BRANDMAYR & PIZZOLOTTO, 1994). Il valore atteso del numero di specie non si discosta molto dall'osservato. Possiamo ipotizzare che non essendo il bosco circondato da un ecotono strutturato, e quindi da un habitat di transizione che renda graduale il passaggio tra l'habitat boschivo e la monocoltura (pioppeto), esso risenta particolarmente dell'effetto margine con l'ingresso, dalle aree contigue al bosco, di specie euriecie e quindi specie in grado di colonizzare e adattarsi a vivere in un ecosistema differente da quello di provenienza. In GOBBI & FONTANETTO (2006) è stato dimostrato che un ecosistema ad alta valenza ecologica, e quindi con elevata qualità ambientale deve possedere un basso numero di specie, caratterizzate da morfotipi microtteri o brachitteri e abitudini predatorie. La correlazione eseguita tra la variabile strutturale delle comunità (ricchezza di specie) e quella funzionale (morfologia alare e regime alimentare) mostra quanto le differenze tra le carabidocenosi dei boschi analizzati non siano ascrivibili a cambiamenti nei valori di ricchezza di specie,

ma piuttosto a cambiamenti nei parametri adattativi delle specie che li popolano. Il gradiente creato sulla base dei cambiamenti nei parametri adattativi mostra che i boschi da noi analizzati sono ascrivibili a due gruppi: il gruppo 1 che raggruppa boschi perturbati e quindi con minore qualità ambientale e il gruppo 2 che invece è costituito da boschi stabili ad alta qualità ambientale. Il bosco Siro Negri non si colloca nettamente in nessuno di questi due gruppi, ma possiede una condizione intermedia di stabilità: alto numero di specie, ma con un valore intermedio di PCA ad indicare una buona equiripartizione tra predatori-fitofagi e brachitteri-macrotteri. L'analisi compiuta con metodo statistico non deve però prescindere da un'accurata analisi dell'autoecologia delle specie presenti nel bosco Negri.

Alcune specie per abbondanza e autoecologia caratterizzano e valorizzano faunisticamente il Bosco Siro Negri. *Abax continuus* è specie endemica italiana brachittera presente a nord del Po, dalla pianura piemontese fino al Veronese; pur non essendo strettamente silvicola, in quanto popola anche aree aperte come i prati da sfalcio (GOBBI et al., 2005), nei boschi raggiunge i valori di abbondanza più elevati. *Calathus rubripes* è specie endemica del centro-nord Italia e indicatrice di boschi planiziali. *C. rubripes*, nel Bosco Negri, presenta popolazioni ancora ben conservate essendo per abbondanza la seconda specie campionata. Questo dato è da sottolineare in quanto *C. rubripes* è specie brachittera e quindi possiede una bassa capacità di reimmigrazione. Queste caratteristiche la rendono particolarmente vulnerabile ai cambiamenti di microhabitat, inoltre la sua presenza è da considerarsi relitta e non dovuta alla possibile immigrazione da aree limitrofe non essendovi nelle vicinanze habitat idonei alle sue esigenze. Riteniamo inoltre interessante segnalare che nel bosco sono presenti tre specie che presentano abitudini arboreicole: *Calosoma sycophanta*, *Limodromus assimilis* e *Limodromus krynikii*. *Calosoma sycophanta* è una specie in cui larve e adulti conducono vita tendenzialmente arboreicola cacciando attivamente bruchi di Lepidotteri Limantriidi e Taumatopeidi, quindi è una specie utile nella lotta biologica contro i Lepidotteri defogliatori. *Limodromus assimilis* e *L. krynikii* sono invece due specie che, in ambienti aperti, si rinvencono comunemente sulla superficie del suolo, nel Bosco Negri invece presentano anche abitudini arboreicole in quanto frequentemente campionati sui tronchi degli alberi.

I dati presentati suggeriscono che affinché si possa mantenere inalterata la carabidofauna tipica di questo

bosco planiziale occorre realizzare e ripristinare aree ecotonali allo scopo di contenere e regolare l'ingresso di specie "alloctone" euriecie potenziali competitrici della comunità "autoctona" e mantenere e valorizzare il legno marcescente al suolo in quanto importante area di rifugio per le specie più strettamente silvicole. La presenza e l'abbondanza di *Calathus rubripes* è da considerarsi un elemento faunistico di grande pregio per questo bosco; riteniamo tuttavia che se non si provvederà alla realizzazione di corridoi ecologici o di aree boscate atte a mantenere vitali nel tempo le popolazioni di questa specie, essa potrebbe col tempo estinguersi come è già accaduto in molte aree della Pianura Padana.

Malgrado l'Allegato II della Direttiva Habitat non

includa specie di Carabidi della Pianura a rischio di estinzione (BALLERIO, 2004), in aree relitte, come il Bosco Negri, è possibile rinvenire popolazioni e comunità indissolubilmente legate a queste tipologie di ambienti. Considerando che il mosaico agroecosistemico della Pianura Padana vede la sempre maggior frammentazione di aree boscate, possiamo considerare le comunità presenti nell'area studiata prioritarie per la pianificazione ambientale e la tutela paesaggistica.

Ringraziamenti – Gli autori desiderano ringraziare Maurizio Pavesi, del Museo Civico di Storia Naturale di Milano, per la determinazione delle specie dubbie e Diego Fontaneto per i preziosi suggerimenti all'analisi statistica e per la rilettura critica del testo.

Specie campionate	DA
<i>Abax (Abax) continuus</i> Baudi di Selve 1876	3.17
<i>Agonum (Melanagonum) viduum</i> (Panzer 1796)	0.69
<i>Amara (Amara) aenea</i> (De Geer 1774)	1.17
<i>Amara (Amara) anthobia</i> A. Villa & G.B. Villa 1833	0.17
<i>Amara (Amara) convexior</i> Stephens 1828	0.44
<i>Anchomenus (Anchomenus) dorsalis</i> (Pontoppidan 1763)	0.17
<i>Asaphidion flavipes</i> (Linnaeus 1761)	1.31
<i>Calathus (Calathus) rubripes</i> Dejean 1831	3.25
<i>Calosoma (Calosoma) sycophanta</i> (Linnaeus 1758)	0.11
<i>Carabus (Tomocarabus) convexus convexus</i> Fabricius 1775	0.44
<i>Carabus (Carabus) granulatus interstitialis</i> Duftschmid 1812	1.92
<i>Chlaeniellus nitidulus</i> (Schrank 1781)	0.31
<i>Clivina (Clivina) fossor</i> (Linnaeus 1758)	0.06
<i>Dyschiriodes (Eudyschirius) globosus</i> (Herbst 1783)	0.03
<i>Limodromus assimilis</i> (Paykull 1790)	4.61
<i>Limodromus krynickii</i> (Sperk 1835)	1.14
<i>Metallina (Metallina) lampros</i> (Herbst 1784)	0.14
<i>Metallina (Metallina) properans</i> (Stephens 1828)	0.06
<i>Ocys harpaloides</i> (Audinet-Serville 1821)	0.06
<i>Patrobus atrorufus</i> (Stroem 1768)	0.36
<i>Pterostichus (Phonias) strenuus</i> (Panzer 1797)	0.28
<i>Pterostichus (Morphnosoma) melanarius</i> (Illiger 1798)	1.28
<i>Pterostichus (Platysma) niger</i> (Schaller 1783)	0.14
<i>Poecilus (Poecilus) versicolor</i> (Sturm 1824)	0.42
<i>Pseudoophonus (Pseudoophonus) rufipes</i> (De Geer 1774)	0.11
<i>Pterostichus (Pseudomaseus) anthracinus hespericus</i> (Bucciarelli & Sopracordevole 1958)	0.03
<i>Syntomus obscuroguttatus</i> (Duftschmid 1812)	0.03
Ricchezza di specie	27
DAtot	21.9

Tab. 1 – Elenco delle specie di Coleotteri Carabidi campionate e relativi valori di densità di attività (DA).

BIBLIOGRAFIA

- AUDISIO P., VIGNA TAGLIANTI A., 2004. Fauna Europea: Carabidae, in: "Fauna Europea Web Service, Fauna Europea version 1.1", <http://www.faunaeuropea.org>
- BALLERIO A., 2004. Entomolex. La conservazione degli insetti e la legge. <http://socentomit.it>.
- BONAVITA P., CHEMINI C., 1996. Structures and indicator role of Carabid assemblages from wet areas of the province of Trento, Italian Alps (Coleoptera, Carabidae). Studi sulle artropodocenosi terrestri di ambienti umidi, *Quaderni della Stazione di Ecologia del Civico Museo di Storia Naturale di Ferrara*, 10: 107-123.
- BRANDMAYR P., ZANITTI B., 1982. Le comunità a coleotteri carabidi di alcuni querceto-carpineti della bassa pianura del Friuli. *Quaderni C.N.R. sulla "Struttura delle zooecenosi terrestri"*. 4. I boschi della pianura padano-veneta, 69-124.
- BRANDMAYR P., PIZZOLOTTO R., 1994. I Coleotteri Carabidi come indicatori delle condizioni dell'ambiente ai fini della conservazione. *Atti XVII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia*, Udine: 439-444.
- BRANDMAYR P., ZETTO T. & PIZZOLOTTO R., 2005. I Coleotteri Carabidi per la valutazione ambientale e la conservazione delle biodiversità. Manuale operativo. Vol. 34, Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici.
- CASALE A., GIACHINO P.M., ALLEGRO G., DELLA BEFFA G., PICCO F., 1993. Comunità di Coleotteri Carabidi (Coleoptera) in pioppeti del Piemonte meridionale. *Rivista Piemontese di Storia Naturale*, 14: 149-170.
- CHAZDON, R.L., COLWELL, R.K., DENSLOW, J.S., GUARIGUATA, M.R. 1998. Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forests of NE Costa Rica. Forest biodiversity research, monitoring and modelling: Conceptual background and Old World case studies. (F. DALLMEIER & J. A. COMISKEY eds.), pp 285-309. Parthenon Publishing, Paris.
- COLWELL, R.K., CODDINGTON, J.A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 345: 101-118.
- COLWELL, R.K. 2004. EstimateS version 7. {<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>}
- GOBBI M., FONTANETO D., GROPPALI R. & GUIDALI F., 2004 - I Carabidi per la valorizzazione dell'agroecosistema. Congresso Internazionale, *Il Sistema Rurale, Una sfida per la progettazione tra salvaguardia, sostenibilità e governo delle trasformazioni*. Milano, 13-14 ottobre 2004: 223-229.
- GOBBI M., FONTANETO D., GUIDALI F., 2005. Carabid beetles (Insecta, Coleoptera) in meadows in Lombardia (Italy) lowland. *Annali del Museo Civico di Storia Naturale di Ferrara*, 6: 3-11.
- GOBBI M., FONTANETO D., 2006. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) assemblages in different agroecosystems in the Po Plain (Italy). In *Ecologia. Atti del XV Congresso Nazionale della Società Italiana di Ecologia* (Torino, 12-14 settembre 2005) a cura di Claudio Comoglio, Elena Comino, e Francesca Bona [online] URL: <http://www.xvcongresso.societaitalianaecologia.org/articles/Gobbi-109.pdf>
- GOTELLI N.L., ELLISON A., 2004. *A primer of Ecological Statistics*. Sinauer Associates, Inc. Publishers Sunderland, Massachusetts U.S.A.
- GREENSLADE P.J.M., 1964. Pitfall trapping as a method for studying population of Carabidae (Coleoptera). *The Journal of Animal Ecology*, 33 (2): 301-310.
- LÖVEI G.L., SUNDERLAND K.D., 1996. Ecology and behaviour of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Annals Review of Entomology*, 41: 231-256.
- PAOLETTI M.G. 2001. Biodiversity in Agroecosystems and Bioindicators of Environmental Health. In: Shiyomi M. & Koizumi H. (eds.) *Structure and function in agroecosystems design and management*. CRC Press, Boca Raton, FL, 11-44.
- PILON N., 1995. La carabidofauna del Bosco G. Negri di Pavia. *Quaderni della stazione di ecologia del museo di Storia naturale di Ferrara*, 9: 219-227.
- SCHLAGHAMERSKY J., 2000. The Saproxyllic Beetles (Coleoptera) and Ants (Formicidae) of Central European Hardwood Floodplain Forests. *Folia Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Masarykianae Brunensis*, Maryk University, Brno, *Biologia*, 103: 168 pp.
- SZYSZKO J., VERMEULEN H.J.W., KLIMASZEWSKI K., ABS M., SCHWERK A. 2000. Mean Individual Biomass (MIB) of ground beetles (Carabidae) as an indicator of the state of the environment. In: Brandmayr et al. (eds) *Natural History and Applied Ecology of Carabid Beetles*. Peseft Publisher, Sofia, Moscow. 289-294 pp.
- TOMASELLI R., GENTILE S. 1971. La riserva naturale integrale "Bosco Siro Negri" dell'Università di Pavia. Estratto da: *Atti dell'Istituto botanico e laboratorio crittogamico dell'Università di Pavia*, serie 6 – vol. VII. Ed. Succ. Fusi – Pavia.