

Biologia Ambientale

Volume 29
Numero 2
Dicembre 2015

SOMMARIO

LAVORI ORIGINALI

- Putzu N., Bona F., Fenoglio S., Riccardi G., Tizzani P. - **Considerazioni sull'uso del pellet group count nella determinazione della densità del capriolo (*Capreolus capreolus* L.) e sua applicazione in un'area delle Alpi Cozie (Italia)** 3
- Baldaccini N.E., Lombardo D., Mongini E., Giunchi D. - **I colombi della città di Bolzano: interventi di gestione e caratteristiche della popolazione** 9
- Lombardo D., Baldaccini N.E., Giunchi D. - **Stato sanitario dei colombi della città di Bolzano** 21
- Giorgio A., Aliberti F., Carraturo F., Gargiulo G., Guida M. - **Caratterizzazione morfologica e molecolare della flora microalgale dei fanghi del Centro Termale Pausilya Therme di Donn'Anna (Napoli, Campania)** 29
- Ercolini P. - **Il siluro (*Silurus glanis* Linnaeus, 1758) nelle acque del Lago di Massaciuccoli: un rischio per la biodiversità** 35
- Mandolini A., Ferretti M. - **Indagine sull'ittiofauna del bacino del Fiume Reno in Provincia di Pistoia** 39

INFORMAZIONE & DOCUMENTAZIONE

- Carradori R., Ferretti M. - **La gestione degli ungulati in Provincia di Pistoia** 47
- Recensioni:**
- Giovacchini P., Falchi V., Vignali S., Radi G., Passalacqua L., Corsi F., Porciani M., Farsi F. - **Atlante degli Anfibi della Provincia di Grosseto (2003-2013)** 51
- Zerunian S. - **Il Triotto e la Civetta - la mia zoologia** 52

IMPRESSO NEL MESE DI FEBBRAIO MMXVI
DALLA «LINOGRAF MAURI LUCIANO» - CREMONA

Considerazioni sull'uso del *pellet group count* nella determinazione della densità del capriolo (*Capreolus capreolus* L.) e sua applicazione in un'area delle Alpi Cozie (Italia)

Nicola Putzu^{1*}, Francesca Bona², Stefano Fenoglio¹, Giovanni Riccardi³, Paolo Tizzani⁴

¹ DiSIT, Università del Piemonte Orientale "Amedeo Avogadro", Viale Teresa Michel 11 – 15121 Alessandria, Italia

² DBIOS, Università degli studi di Torino, Via Accademia Albertina 13 – 101214 Torino, Italia

³ Comprensorio Alpino Cuneo I, Via Santa Croce 4 – 12034 Paesana (CN), Italia

⁴ Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università degli Studi di Torino, Largo Paolo Braccini 2 – 10095 Grugliasco (TO), Italia

* Referente per la corrispondenza: nicola.putzu@uniupo.it

Pervenuto il 14.12.2015; accettato il 14.1.2016

Riassunto

Le popolazioni di capriolo in Italia sono in netto aumento e con esse sono cresciute le interazioni con le attività antropiche. Per una corretta gestione della specie è necessario conoscere le densità di popolazione attraverso metodi scientificamente attendibili. L'obiettivo di questo lavoro è stato quello di testare l'uso di un metodo indiretto di stima delle consistenze, il *pellet group count*, in due aree (719 ha) site nel massiccio del Monte Bracco (Alpi Cozie, Piemonte). In questa zona l'elevata percentuale di copertura boscosa rende non praticabile il classico censimento mediante osservazione diretta. La conta dei gruppi fecali è stata svolta lungo transetti di larghezza e lunghezza variabile, secondo la tecnica dello *standing crop line transect count*. Analizzando i dati, sono stati stimati il numero e la densità dei caprioli per i due siti. Le stime ottenute sono risultate di notevole interesse, pur mostrando una certa variabilità. Nonostante siano necessari particolari presupposti per applicare questa tecnica, un suo maggiore impiego nella gestione faunistica è auspicabile, specialmente laddove i tradizionali metodi basati sull'avvistamento diretto risultano poco efficaci.

PAROLE CHIAVE: standing crop line transect count / censimento indiretto / gestione faunistica / *Capreolus capreolus*

Considerations about the use of pellet group count to estimate roe deer (*Capreolus capreolus* L.) population density and its application in an area of the Cottian Alps (Italy)

In the last decades the roe deer populations have progressively increased in many Italian regions. As a consequence we assist to an intensification of their interactions with human activities. A correct management of this species has therefore become extremely important, and requires the development of more accurate methods for population densities estimation. The aim of this work was to evaluate the use of pellet group count in the Po Valley (Monte Bracco, Cottian Alps, Piedmont, NW Italy). The high percentage of forest cover in this area makes unaccurate the classic direct observation census. The counts of pellet groups were carried out along transects of variable length and width, according to the standing crop line transect count method. Population estimates in two different sampling areas were really interesting, suggesting that this technique could be widely used when direct census techniques are not applicable.

KEY WORDS: standing crop line transect count / indirect census / animal management / *Capreolus capreolus*

INTRODUZIONE

La stima della consistenza delle popolazioni di fauna è fondamentale per la programmazione delle attività deputate alla sua conservazione e gestione (Apollonio *et al.*, 2010). Nel caso degli ungulati selvatici, popolazioni ad elevata densità causano conflitti con le attività antropiche, con danni alle attività agricole (Massei *et*

al., 2011) e pericolose interazioni con il traffico stradale (Groot Bruinderink e Hazebroek, 1996; Putzu *et al.*, 2014). Di conseguenza, nel corso degli ultimi anni, ha acquisito un'importanza sempre maggiore possedere un'adeguata conoscenza della distribuzione e della consistenza di queste specie.

Il capriolo rappresenta una delle principali specie di importanza gestionale per quello che riguarda sia l'interesse venatorio sia le sue interazioni con le attività umane (Apollonio *et al.*, 2010; Chianucci *et al.*, 2015). Le popolazioni di capriolo in Italia sono in netto aumento nelle due principali catene montuose e si stanno espandendo anche in alcune aree di pianura (Carnevali *et al.*, 2009). Ciò può essere in parte ricondotto alla ricolonizzazione forestale delle aree montane e pedemontane abbandonate dall'uomo nel dopoguerra e in parte ad interventi di reintroduzione e ripopolamento della specie che hanno accelerato le dinamiche demografiche già in corso. Le aree fortemente antropizzate hanno limitato l'espansione della specie in alcuni contesti, ma nelle aree di pianura meno intensamente occupate dall'uomo il capriolo è riuscito ad insediarsi con conseguenti frizioni generate dalla convivenza uomo-animale.

La scelta del metodo di censimento più efficace per una popolazione di ungulati dipende da una vasta serie di fattori (Mayle *et al.*, 1999), tra i quali assumono un ruolo molto importante la morfologia del territorio e le tipologie di habitat da campionare. Gli habitat aperti sono i più idonei all'applicazione dei metodi diretti, che prevedono il contatto visivo con gli animali censiti (es. conteggi da punti di vantaggio, *distance sampling*). In habitat chiusi i metodi indiretti si rivelano invece più affidabili. I metodi indiretti registrano i segni che gli animali lasciano nelle normali attività quotidiane (impronte, brucature, *pellet* fecali), e li mettono in relazione al numero di animali che si ritiene li abbiano prodotti.

I gruppi di *pellet* fecali sono uno dei segni più classici della presenza degli ungulati in un'area e sono riscontrabili in ogni tipo di habitat, ed in ogni stagione: la loro visibilità è tuttavia maggiore durante la primavera e l'autunno, quando la neve non è ancora presente, o è scarsa, e la vegetazione non è troppo rigogliosa (Mayle *et al.*, 1999). Un interessante lavoro realizzato recentemente da Liroy *et al.* (2015) in ambiente alpino ha evidenziato l'effetto delle variabili ambientali sulla probabilità di osservazione dei *pellet group*, rimarcando la necessità di applicare i metodi di stima basati su di essi a contesti con buona visibilità a livello del suolo.

Da parecchi decenni i conteggi di *pellet group* sono ampiamente adoperati per la stima indiretta della densità di popolazione (Bennett *et al.*, 1940; Neff, 1968; Staines e Ratcliffe, 1987; Webbon *et al.*, 2004; Alves *et al.*, 2013).

Esistono due metodologie di conta delle feci: i conteggi con rimozione dei *pellet group* o F.A.R. (Faecal Accumulation Rate), che prevedono la pulitura dell'area campionata dai gruppi fecali presenti e la successiva ispezione; i conteggi senza rimozione o F.S.C. (Faecal Standing Crop), che procedono con l'ispezione senza interventi di pulitura delle aree campionate. Il primo sistema è maggiormente

adatto ai siti in cui la densità attesa è molto alta (> 30 capi/100 ha), il secondo per quelli a densità medio-bassa (< 30 capi/100 ha). Il *pellet group count* (PGC) rientra tra i metodi consigliati per la stima delle popolazioni di capriolo (Meriggi *et al.*, 2008) e in Italia sono note sue applicazioni sia in ambito mediterraneo (Ferretti *et al.*, 2007; Ferretti *et al.*, 2011a; Ferretti *et al.*, 2011b; Fattorini *et al.*, 2011) che alpino (La Morgia *et al.*, 2008; Liroy *et al.*, 2015).

L'obiettivo di questo lavoro è stato quello di testare l'uso del PGC per la determinazione della densità di una popolazione di caprioli in ambiente alpino, in un'area con un'alta percentuale di copertura boscosa. Abbiamo ipotizzato che la densità tra i due siti di indagine scelti fosse simile, tenuto conto dell'omogeneità ambientale e della vicinanza tra di essi.

MATERIALI E METODI

L'area di studio è collocata nel massiccio del Monte Bracco (Alpi Cozie) situato tra la Valle Po e la Valle Infernotto in Piemonte (Fig. 1). Il territorio indagato ricade all'interno del Comprensorio Alpino Cuneo 1 (CA CN1). L'altitudine di questo massiccio montuoso varia da 300 metri s.l.m. nella parte settentrionale a 1.306 metri s.l.m. della vetta più alta. L'area è ampiamente boscata con predominanza di boschi di latifoglie e minor presenza di quelli di conifere. La specie più diffusa è il castagno (*Castanea sativa*, Miller). Mediante la Carta Forestale e delle altre coperture del suolo (Regione Piemonte, 2011) è stata calcolata la superficie forestale presente all'interno del CA CN1, la quale è risultata pari a 17.545 ha. Gli ungulati presenti sono il capriolo, il cervo (*Cervus elaphus* L.) e il cinghiale (*Sus scrofa* L.).

All'interno dell'area di studio, sulla base delle caratteristiche ambientali e dell'accessibilità, sono stati selezionati due siti d'indagine (Fig. 1), denominati Monte Braccetto (349 ha, altezza media 623 m) e Rifreddo (370 ha, altezza media 831 m). In entrambi i siti la copertura boscosa non è mai inferiore all'85%.

In questo lavoro è stato utilizzato lo *standing crop line transect count* (Acevedo *et al.*, 2010). Per *pellet group* si è inteso un raggruppamento di non meno di 6 scibile fecali (Fig. 2). I due siti di indagine sono stati suddivisi in quadrati di 500 metri di lato. In alcuni di questi, scelti in modo random, il baricentro è stato scelto come punto di partenza dei transetti e la sua individuazione è stata effettuata sul campo mediante l'uso del GPS. La direzione di ogni transetto è stata decisa sulla base della linea di massima pendenza rispetto ai singoli punti di partenza, accorgimento che ha permesso di avvistare con più facilità i *pellet group*. La lunghezza media dei transetti è stata di 100 metri, con unità di campionamento consecutive pari a 10 metri ciascuna. La larghezza di ciascuna unità

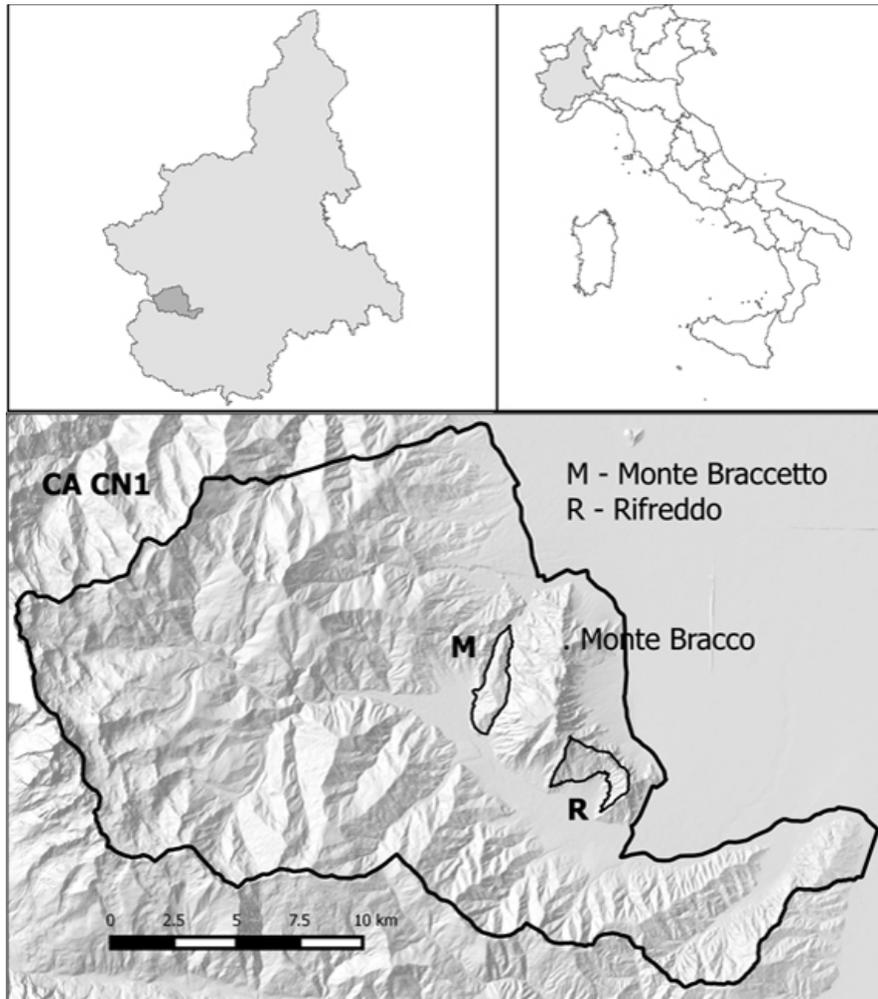


Fig. 1. Siti d'indagine all'interno del CA CN1. M: Monte Braccetto; R: Rifreddo.

è stata decisa sulla base della visibilità del terreno, con ampiezza minore in presenza di vegetazione erbacea alta o fitto sottobosco. I valori di larghezza sono ricaduti nell'intervallo 0,5-2 m.

Il rilevamento è stato svolto in primavera, in modo da sfruttare un periodo con bassa copertura di sottobosco e maggiore visibilità delle scibale sul terreno. Un assunto di questo metodo è, infatti, l'individuazione di tutti i *pellet group* lungo il percorso (Borchers *et al.*, 2002). Per ogni unità di campionamento è stato rilevato il numero di *pellet group* (PG) che ricadevano al suo interno.

La superficie totale (ST) dell'area campionata (in ettari) nei siti d'indagine è stata calcolata mediante la seguente formula (Acevedo *et al.*, 2010):

$$ST = \Sigma (b \times 10) \times 0,001 \quad (1)$$

dove *b* rappresenta l'ampiezza in metri delle unità di campionamento. Sulla base dell'area totale di ogni sito di indagine A_{tot} è stata ricavata la proporzione di area



Fig. 2. Pellet group di capriolo.

campionata N_{tot} con:

$$N_{tot} = A_{tot} / ST \quad (2)$$

Assumendo che i *pellet group* siano distribuiti in modo omogeneo in tutta l'area di studio, si è ricavato il numero di *pellet group* totale (P_{tot}), presente in ciascun sito sulla base della quantità rilevata nella superficie campionata P_i :

$$P_{tot} = P_i \times N_{tot} \quad (3)$$

A questo punto è stato possibile calcolare il numero di caprioli presenti nei due siti d'indagine (N_{capr}) mediante la formula di Mitchell *et al.* (1985):

$$N_{capr} = P_{tot} / (T_{dec} \times T_{def}) \quad (4)$$

con T_{dec} equivalente al tasso di decadimento dei *pellet group* e T_{def} al tasso di defecazione giornaliero per la specie. Il T_{dec} è stato impostato su 636 giorni, valore che deriva da uno studio svolto sul tasso di decadimento nel capriolo in Val Varaita, vallata limitrofa alla nostra area di studio (Dematteis *et al.*, 2008). Per il T_{def} , in mancanza di valori a scala locale, si è deciso di applicare quanto riportato in letteratura: 20 *pellet group*/giorno (Mitchell *et al.*, 1985). Sulla base del numero di animali, per ogni sito di indagine sono state calcolate le densità con un intervallo di confidenza del 95%. Attraverso l'uso del test di Wilcoxon è stata ricercata la presenza di differenze tra le due aree campionate nelle densità ottenute nei transetti. Le analisi statistiche sono state svolte su Microsoft Office Excel 2010[®] e su R 3.1.1 (R Development Core Team 2014).

RISULTATI

Nella primavera 2013 sono stati percorsi 29 transetti, di cui 15 nel sito di Monte Braccetto e 14 in quello di Rifreddo. L'attività di campionamento ha richiesto 7 giornate di campo. La superficie totale campionata, il numero di *pellet group* rilevati, il numero e la densità di caprioli stimati, suddivisi per sito d'indagine, sono riportati nelle tabelle I-II.

Se si tiene conto che nel CA CN1 circa il 46% del territorio è coperto da superfici forestali (17.545 ha), utilizzando un valore di densità stimata di 1,24 capi/100 ha (intermedia tra i valori ottenuti nei due siti di indagine), si ottiene una stima del numero dei caprioli totale in queste aree pari a 218.

Non sono state riscontrate differenze significative tra le densità calcolate nei transetti dei due siti d'indagine ($W = 136,5$; $p\text{-value} = 0,138$).

DISCUSSIONE

In questo lavoro è stato applicato un metodo di stima della popolazione indiretto, con uso dei gruppi fecali depositi al suolo quale indice su cui determinare le consistenze di capriolo. Le densità ottenute, mediamente sotto i 2 capi/100 ha, non

sono confrontabili con dati ricavati mediante l'uso di altre metodologie per la stessa area, trattandosi del primo tentativo di censimento della specie nel Monte Bracco. I dati relativi alle aree limitrofe indicano valori molto più alti (8,5 capi/100 ha: Perrone, 2013) rispetto a quelli riscontrati in questo studio. Ciò è parzialmente comprensibile se teniamo conto del fatto che le aree limitrofe offrono un ambiente più adatto all'ecologia del capriolo, con una maggiore presenza di radure e una minore presenza di aree boscate continue rispetto al Monte Bracco. Ci troviamo comunque di fronte a densità di popolazione estremamente basse se confrontate con quelle riscontrabili in ambiente appenninico ad altitudini

Tab. I. Area campionata in ettari (A), numero di *pellet-group* rilevati (PG) e densità (D_{tot}) stimate nei singoli transetti a Monte Braccetto (M) e Rifreddo (R).

Transetto	Sito	A (ha)	PG	D_{tot} (capi/100 ha)
A	M	0,014	4	2,25
B	M	0,006	5	6,55
C	M	0,017	0	0
D	M	0,006	2	2,62
E	M	0,011	5	3,57
F	M	0,012	0	0
G	M	0,012	0	0
T	M	0,009	3	2,62
U	M	0,010	1	0,79
V	M	0,008	2	1,96
Z	M	0,007	1	1,12
BE	M	0,012	4	2,62
BF	M	0,008	0	0
BG	M	0,004	0	0
BH	M	0,002	0	0
H	R	0,005	0	0
I	R	0,007	1	1,12
L	R	0,012	6	3,93
M	R	0,007	1	1,12
N	R	0,003	0	0
O	R	0,007	2	2,25
P	R	0,007	0	0
Q	R	0,005	0	0
R	R	0,006	0	0
S	R	0,004	0	0
BA	R	0,011	0	0
BB	R	0,007	0	0
BC	R	0,005	1	1,57
BD	R	0,005	0	0

Tab. II. Superficie dell'area campionata in ettari (ST), numero di *pellet-group* rilevati (PG), numero di caprioli (N_{capr}) e densità (D_{tot}) stimate per sito d'indagine con intervalli di confidenza al 95%.

	ST (ha)	PG	N_{capr}	D_{tot} (capi/100 ha)
Monte Braccetto	0,138	27	5,4	1,54 (0,7-2,37)
Rifreddo	0,091	11	3,5	0,95 (0-1,98)

simili ai nostri siti di indagine. Carnevali *et al.* (2009) ad esempio riportano stime di densità che possono arrivare fino a 42 caprioli/100 ha.

Gli intervalli di confidenza delle densità sono risultati inoltre molto ampi e questo è sicuramente legato alla grande variabilità nel tasso di ritrovamento dei *pellet group* nei differenti transetti (vedi Tab. I). In 15 transetti su 29 non è stato rilevato nessun *pellet group* e su campioni piccoli il peso degli zeri sul risultato finale può essere importante. Tenuto conto che a densità medio-basse è normale imbattersi in transetti con assenza di *pellet group*, un possibile rimedio è quello di effettuare una prima sessione di raccolta e, sulla base dei risultati ottenuti, determinare il numero di transetti necessario a raggiungere l'accuratezza desiderata.

L'utilizzo dello *standing crop line transect count*, metodo F.S.C., che prevede un conteggio con unica sessione di campionamento (Mayle *et al.*, 1999; Acevedo *et al.*, 2010), è stato deciso sulla base della densità di popolazione attesa. I censimenti effettuati negli anni immediatamente precedenti nelle aree limitrofe con avvistamenti diretti indicano densità di 8-9 caprioli/100 ha (Perrone, 2013), valore al di sotto della soglia di 30 caprioli/100 ha ritenuta la densità minima per un'efficace applicazione dei metodi F.S.C. (Mayle *et al.*, 1999). La conta con rimozione dei *pellet group* presenti e successivo conteggio (F.A.R.) risulta infatti difficilmente applicabile in aree con densità medio-basse di animali proprio per la difficoltà di trovare le sciale nei transetti o plot ripuliti, traducendosi in un elevato numero di transetti (o plot) vuoti.

I metodi F.S.C. hanno comunque la necessità di applicare un tasso di defecazione e un tasso di decadimento al numero di gruppi fecali rilevati. I tassi possono essere recuperati in letteratura, ma le differenti condizioni locali tra le diverse aree (clima, tipologia di suolo e di vegetazione presente, presenza di invertebrati coprofagi) possono influenzare l'affidabilità dei risultati raggiunti (Mayle e Peace, 1998; Koike *et al.*, 2013).

L'accuratezza dei tassi di defecazione e di decadimento risulta particolarmente importante poiché ambedue influenzano il risultato finale. Entrambi infatti sono posti al denominatore della funzione che calcola il numero di animali stimati ed una mancata corrispondenza con i valori reali comporta errori proporzionali all'inesattezza presente. Tenuto conto dell'impossibilità di calcolare un tasso di defecazione su animali allo stato libero e della necessità di tempi lunghi, superiori ai sei mesi, per ottenere un tasso di decadimento affidabile, l'uso dei metodi F.S.C. in assenza di questi valori a scala locale si rivela molto utile al fine di monitorare i trend della popolazione, ma meno per quello che riguarda la stima delle densità assolute.

La scelta di utilizzare un metodo indiretto nel nostro caso è stata quindi guidata sia dalla difficoltà

nell'applicare metodi diretti in aree caratterizzate da un'abbondante copertura boscosa sia dalla volontà di testare un sistema di conta F.S.C., meno utilizzato rispetto al sistema di conta F.A.R., allo scopo di individuare aspetti positivi e negativi del suo impiego.

È necessario comunque tenere in considerazione il fatto che l'applicazione del *pellet count* ha lo svantaggio, rispetto ai metodi diretti, di perdere l'informazione riguardante la struttura della popolazione e la *sex-ratio* (Alves *et al.*, 2013). Il tempo di campionamento del metodo indiretto risulta inoltre più lungo a parità di area indagata, ma con il vantaggio dei sistemi di campionamento PGC di essere applicati con l'impiego di un numero minore di persone rispetto ai sistemi di conta diretta. Il personale impegnato nelle conta dei *pellet group* deve comunque essere capace di riconoscere le differenze con i *pellet* di specie simili. Nel nostro caso il capriolo condivideva l'area con il cinghiale e il cervo. Se nel primo caso la differenza tra i *pellet* fecali è marcata, nel secondo si possono creare errori nonostante la grande differenza di dimensione tra le specie. Infatti, in presenza di cervi nei primi anni di vita, un occhio inesperto rischia di confondere i gruppi fecali prodotti da questi individui con quelli prodotti dai caprioli adulti. Questa è, quindi, una variabile da tenere in considerazione quando un neofita si avvicina all'applicazione della tecnica da noi studiata. L'affiancamento di personale esperto nelle prime fasi di monitoraggio rende superabile questa criticità.

L'applicazione della metodologia *standing crop line transect count* è risultata fattibile e replicabile, pur con margini di miglioramento dell'accuratezza dei risultati. I miglioramenti sono principalmente legati all'aumento dell'area percentuale campionata rispetto al totale indagato e all'ottenimento di un tasso di decadimento quanto più possibile localizzato all'area studiata. Trattandosi di una tecnica "giovane" nel contesto italiano della gestione faunistica, il suo impiego in un maggiore numero di territori è auspicabile. Gli esiti ottenuti permettono infatti di suggerire l'utilizzo di questa tecnica agli enti preposti alla gestione della specie in tutti quei casi nei quali le metodologie classiche (avvistamenti diretti) sono difficilmente applicabili.

Ringraziamenti

Desideriamo ringraziare Veronica Ramello e Gianluca Gasca per il loro indispensabile apporto nella fase di campionamento. Ringraziamo Aurelio Perrone per la sua disponibilità in alcune fasi della raccolta dati e per i suggerimenti che ci ha fornito permettendoci di migliorare il risultato finale di questo lavoro. Ringraziamo infine Pier Giuseppe Meneguz per alcuni suggerimenti utili a migliorare il testo definitivo.

BIBLIOGRAFIA

- Acevedo P., Ferreres J., Jaroso R., Duran M., Escudero M.A., Marco J., Gortazar C., 2010. Estimating roe deer abundance from pellet group counts in Spain: an assessment of methods suitable for Mediterranean woodlands. *Ecological Indicators*, **10**: 1226-1230.
- Alves J., Alves da Silva A., Soares A.M.V.M., Fonseca C., 2013. Pellet group count methods to estimate red deer densities: precision, potential accuracy and efficiency. *Mammalian Biology - Zeitschrift für Säugetierkunde*, **78**: 134-141.
- Apollonio M., Andersen R., Putman R., 2010. *European ungulates and their management in the 21st century*. Cambridge University Press, 618 pp.
- Bennet L.G., English P.F., Mc Cain R., 1940. A study of deer populations by use of pellet group count. *Journal of Wildlife Management*, **4**: 399-403.
- Borchers D.L., Buckland S.T., Zucchini W., 2002. *Estimating animal abundance. Closed populations*. Springer-V, Berlin, 323 pp.
- Carnevali L., Pedrotti L., Riga F., Toso S., 2009. Banca dati ungulati: status, distribuzione, consistenza, gestione e prelievo venatorio delle popolazioni di ungulati in Italia. *Rapporto ISPRA*, **117**: 7-121.
- Chianucci F., Mattioli L., Amorini E., Giannini T., Marcon A., Chirichella R., Apollonio M., Cutini A., 2015. Early and long-term impacts of browsing by roe deer in oak coppiced woods along a gradient of population density. *Annals of Silvicultural Research*, **39**: 10-14.
- Dematteis A., Curetti G., Tizzani P., Ficetto G., Basso M., Meneguz P.G., 2008. L'evoluzione ambientale sulle Alpi occidentali dopo la seconda guerra mondiale. Il caso dell'Alta Valle Varaita: l'abbandono della montagna e l'arrivo dei cervidi, due elementi importanti nell'analisi della biodiversità. In: Atti Congresso finale "progetto GestAlp - Interreg III A", Torino, 19 settembre 2008.
- Fattorini L., Ferretti F., Pisani C., Sforzi A., 2011. Two-stage estimation of ungulate abundance in Mediterranean areas using pellet group count. *Environmental and Ecological Statistics*, **18**: 291-314.
- Ferretti F., Pisani C., Sforzi A., Lovari S., Fattorini L., 2007. Estimates of roe and fallow deer densities: the use of pellet group count. In: Atti "V Eur. Congr. Mammal". Siena, 21-26 settembre 2007. Atti Museo Storia Naturale Maremma Supp.: 250.
- Ferretti F., Bertoldi G., Sforzi A., Fattorini L., 2011a. Roe and fallow deer: are they compatible neighbours? *European Journal of Wildlife Research*, **57**: 775-783.
- Ferretti F., Sforzi A., Lovari S., 2011b. Behavioural interference between ungulate species: Roe are not on velvet with fallow deer. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, **65**: 875-887.
- Groot Bruinderink G.W.T.A., Hazebroek E., 1996. Ungulate Traffic Collisions in Europe. *Conservation Biology*, **10**: 1059-1067.
- Koike S., Soga M., Enari H., Kozakai C., Nemoto Y., 2013. Seasonal changes and altitudinal variation in deer fecal pellet decay. *European Journal of Wildlife Research*, **59**: 765-768.
- La Morgia V., Bona F., Badino G., 2008. Bayesian modelling procedures for the evaluation of changes in wildlife habitat suitability: a case study of roe deer in the Italian Alps. *Journal of applied ecology*, **45**: 863-872.
- Lioy, S., Braghiroli S., Dematteis A., Meneguz P.G., Tizzani P., 2015. Faecal pellet count method: some evaluations of dropping detectability for *Capreolus capreolus* Linnaeus, 1758 (Mammalia: Cervidae), *Cervus elaphus* Linnaeus, 1758 (Mammalia: Cervidae) and *Lepus europaeus* Pallas, 1778 (Mammalia: Leporidae). *Italian Journal of Zoology*, **82**: 231-237.
- Massei G., Roy S., Bunting R., 2011. Too many hogs? A review of methods to mitigate impact by wild boar and feral hogs. *Human-Wildlife Interactions*, **5**: 79-99.
- Mayle B.A., Peace A.J., 1998. Recent progress in determining deer population size: factors influencing faecal pellet group decay. In: Zomborszky Z. (ed) *Proceedings of the 4th International deer biology congress*. Kaposvar, Hungary: 57-61.
- Mayle B.A., Peace A.J., Gill R.M.A., 1999. *How many deer? A field guide to estimating deer population size*. The Forestry Commission, Edinburgh, Field Book n. 18, 96 pp.
- Meriggi A., Sotti F., Lamberti P., Gilio N., 2008. A review of the methods for monitoring roe deer European populations with particular reference to Italy. *Hystrix Italian Journal of Mammalogy*, **19**: 103-120.
- Neff J.D., 1968. The pellet-group count technique for big game trend, census and distribution: a review. *Journal of Wildlife Management*, **32**: 507-614.
- Perrone A., 2013. *Piano di programmazione per la gestione degli ungulati 2009-2013. Report interno*. Comprensorio Alpino Cuneo 1, Paesana (CN), 94 pp.
- Putzu N., Bonetto D., Civallero V., Fenoglio S., Meneguz P.G., Preacco N., Tizzani P., 2014. Temporal patterns of ungulate-vehicle collisions in a subalpine Italian region. *Italian Journal of Zoology*, **81**: 463-470.
- R Development Core Team, 2014. R: A Language and Environment for Statistical Computing (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria). Available at <http://www.R-project.org>.
- Regione Piemonte, 2011. Carta forestale e delle altre coperture del territorio. Direzione Opere Pubbliche, Difesa del Suolo, Economia Montana e Foreste, Settore Foreste. Corso Stati Uniti 21, 10128, Torino.
- Staines W., Ratcliffe P.R., 1987. Estimating the abundance of red deer (*Cervus elaphus*) and roe deer (*Capreolus capreolus*) and their current status in Great Britain. *Symposia of the Zoological Society of London*, **58**: 131-152.
- Webbon C., Baker P.J., Harris S., 2004. Faecal density counts for monitoring changes in red fox numbers in rural Britain. *Journal of Applied Ecology*, **41**: 768-779.

I colombi della città di Bolzano: interventi di gestione e caratteristiche della popolazione

Natale Emilio Baldaccini^{1*}, Dorotea Lombardo², Emanuele Mongini¹, Dimitri Giunchi¹

¹ Dip. di Biologia, Università degli Studi, via A. Volta, 6 – 56126 Pisa

² Istituto Zooprofilattico delle Venezie – Struttura complessa territoriale di Bolzano, via L. Conti, 4 – 39100 Bolzano

* Referente per la corrispondenza: natale.emilio.baldaccini@unipi.it

Pervenuto il 10.12.2015; accettato il 5.1.2016

Riassunto

Il colombo urbano è un'entità prettamente sinantropica che pone continui problemi di convivenza con l'uomo e le sue attività. Il comune di Bolzano ha, fin dal 1988, avviato un programma di gestione della popolazione di colombi, coordinato da una commissione tecnico-scientifica composta da esperti e portatori di interesse. Il programma ha previsto una iniziale caratterizzazione morfologica e comportamentale di questa popolazione, che ha mostrato l'assenza di voli quotidiani di foraggiamento nelle campagne, così che le risorse trofiche sono reperite totalmente nell'ambito urbano. Per il controllo numerico dei colombi sono state sperimentate sia metodologie di cattura e soppressione dei soggetti, che di chemiosterilizzazione. Quest'ultima metodologia, o per l'assenza di risultati tangibili o per il gravoso impegno economico, è stata abbandonata dopo l'impiego di prodotti contenenti sia progesterone che nicarbazina come principio attivo. Il modello di gestione attuale è basato: a) sulla quotidiana distribuzione di granaglie in 10 punti fissi, dove erano state costruite apposite piazzole di alimentazione; b) sul controllo dello stato sanitario dei colombi, accertato su di un campione percentualmente rappresentativo della popolazione, mediante la cattura di esemplari alle piazzole; c) sul monitoraggio delle dimensioni della popolazione, valutata sia attraverso i conteggi alle piazzole sia con metodologie di stima tramite *distance sampling*; d) sulla emanazione di ordinanze volte a vietare la distribuzione di cibo da parte dei cittadini e promuovere la difesa degli edifici per disincentivare lo stazionamento dei colombi.

Parole chiave: colombo urbano / gestione integrata / censimento / morfologia / comportamento spaziale / chemiosterilizzazione

Urban Pigeons from Bolzano (Northern Italy): their management, census, colouration and spatial behaviour

The urban pigeon is a strictly synanthropic bird that causes persistent and expensive problems to man and to urban life. Since 1988 Bolzano Municipality has carried out a management program of pigeons population, coordinated by a technical-scientific committee composed of experts and stakeholders. The program included an initial investigation on birds morphology (biometry and plumage pattern) and spatial behavior, which showed the absence of daily commuting flights to the countryside, so that food resources are found only in the urban environment. For the control of pigeon population, both culling and chemical sterilization have been tried. The latter methodology, initially carried out using progesterone and then nicarbazin as chemosterilants, was abandoned because of the economic commitment and/or of the absence of significant results. The current management protocol is based on a) the daily distribution of grains at ten fixed points, strategically distributed in the different parts of the town; b) the control of the health status of representative samples of pigeons trapped at the above mentioned foraging points; c) monitoring the population size by means of counts of pigeons at fixed foraging points and periodical transect counts based on distance sampling methods; d) the adoption of ordinances aimed at prohibiting the distribution of food to the pigeons or, conversely, at preventing birds gaining access to the inside of building.

Key words: urban pigeon / integrated pest management / census / morphology / spatial behaviour / chemosterilization

INTRODUZIONE

Tra le molte specie di uccelli che frequentano le città, il colombo ha una storia naturale ed un interesse gestionale del tutto particolari. Il processo di costituzione delle sue popolazioni non è infatti dovuto ad un fenomeno di inurbamento paragonabile a quello che caratterizza le altre specie sinantropiche.

Il Colombo selvatico (*Columba livia* Gmelin, 1789) può variamente inurbarsi, ma il contributo che può aver dato alla costituzione delle attuali popolazioni urbane è senz'altro secondario ed eventualmente limitato all'area paleartico-orientale che costituisce il suo areale originario (Baldaccini, 1984; Baldaccini e Giunchi, 2006).

Le popolazioni urbane di colombo si sono sviluppate invece, più o meno direttamente, nelle città che le ospitano in seguito ad episodi formativi plurimi, con differente scansione temporale, a partire da esemplari domestici sfuggiti al loro stato e riconvertiti ad una condizione di naturale libertà (Baldaccini in Ballarini *et al.*, 1989; Johnston e Janiga, 1995). Ogni città ha quindi una propria popolazione, generatasi indipendentemente da quelle di altre città ed in qualche caso distinguibile anche per specifici caratteri morfologici a seconda delle razze di provenienza localmente prevalenti (Baldaccini, 1984) o dai rapporti esistenti con popolazioni di selvatici (Ragionieri *et al.*, 1991), tanto che può essere difficile operare generalizzazioni dei caratteri biologico-morfometrici tra città differenti (Uribe *et al.*, 1985). Questo è particolarmente vero per il Vecchio Mondo, in cui il colombo è stato domesticato, ed in cui la formazione di popolazioni urbane è comunque molto antica (Bodenheimer, 1960). Di più recente formazione sono invece le popolazioni presenti nel resto del mondo, dove il colombo è stato introdotto come domestico in differenti momenti (Lever, 1987; Johnston, 1992).

Il grado di sinantropia raggiunto dai colombi è forse il più elevato tra le specie ornitiche: essi vivono con l'uomo e dell'uomo sanno sfruttare ambiente e stile di vita, grazie alla precipua plasticità fenotipico-comportamentale ed alle pressioni selettive incontrate durante la genesi delle differenti popolazioni urbane. Il genotipo dei colombi urbani è stato infatti plasmato attraverso selezione artificiale durante la loro passata domesticità attraverso innumerevoli incroci, per ritornare ad essere soggetto alle sole pressioni selettive ambientali una volta che questi si sono riconvertiti ad una naturale libertà (Johnston e Janiga, 1995; Mainardi, 2014).

La capacità di sfruttare con successo l'ambiente urbano porta i colombi a formare popolazioni molto dense, che interferiscono in modo vario con l'uomo e le sue attività, finendo spesso per far passare in

seconda linea quegli aspetti di positività che il rapporto uomo/animale può rivestire. Le problematiche gestionali indotte dalla loro presenza sono di varia natura, investendo sia il campo della sanità pubblica che quelli dell'igiene e decoro urbano, della difesa delle derrate e dei raccolti agricoli (vedi Giunchi *et al.*, 2012 e relative referenze bibliografiche). Si fanno così spesso prevalenti le necessità di un loro controllo numerico nel tentativo di riportare a livelli accettabili i rischi sanitari e le altre cause di danno da essi indotte, ricorrendo ad una serie di strategie di intervento sia dirette sulla popolazione che indirette sull'ambiente (Johnston e Janiga, 1995; Giunchi *et al.*, 2012).

Bolzano, in modo non differente da altre città, ha dovuto confrontarsi con le problematiche di convivenza uomo/colombo; ha perciò affrontato questi temi da tempo in un'ottica di equilibrio tra le differenti posizioni culturali, sempre salvaguardando le esigenze legate al benessere animale (Carsaniga, 1989) ma soprattutto mettendo in campo, spesso in via sperimentale, i risultati scientifici e le tecniche che nel tempo si sono rese disponibili. L'intervento sulla popolazione di colombi di Bolzano, che ha avuto inizio alla fine degli anni ottanta e tuttora perdura, rappresenta l'esempio più concreto e duraturo di gestione di un tale problema, almeno nel panorama nazionale.

In questo lavoro viene presentata una sintesi degli interventi operati nel tempo ed il modello di gestione attualmente individuato, oltre alla caratterizzazione morfologica e comportamentale della popolazione di colombi, ed una stima aggiornata della sua consistenza ottenuta con l'applicazione della metodologia del *distance sampling*, rivelatasi particolarmente utile a questo fine (Giunchi *et al.*, 2007a).

INTERVENTI DI GESTIONE E LORO EVOLUZIONE METODOLOGICA

La gestione della popolazione di colombi di Bolzano ha inizio nel 1987 in seguito al ricorrente ritrovamento in abitazioni di zecche della specie *Argas reflexus*. In particolare il pericolo di trasmissione di vari agenti infettivi da queste all'uomo, visti i molti casi di attacco denunciati da cittadini specialmente durante il sonno, imposero di affrontare il problema della presenza del colombo, loro ospite abituale, e di un suo controllo numerico. La vicinanza di ambienti rurali di foresta, fece all'inizio temere anche la possibile trasmissione da parte della zecca del colombo di encefaliti sostenute dall'agente patogeno *Borrelia burgdorferi* (Simeoni *et al.*, 1988; Genchi *et al.*, 1989), evenienza non rilevata in seguito reale (Fabbi *et al.*, 1995).

Come primo passo, l'Amministrazione comunale

ha provveduto a creare una Commissione tecnico-scientifica (tuttora operante) composta da rappresentanti dei Servizi medico-veterinari ASL, dell'Istituto Zooprofilattico delle Venezie (sezione Alto Adige), dell'UO Igiene Ambientale del Comune, delle associazioni ambientaliste presenti sul territorio, dell'Università di Parma (successivamente quella di Pisa) in qualità di consulenti, oltre al direttore del servizio veterinario Provinciale, quale figura di riferimento normativo.

Lo scopo della Commissione è stato quello di pianificare e coordinare operativamente le azioni gestionali ritenute più opportune e confacenti alle realtà ambientali e culturali della città, riferendo direttamente al Sindaco, che la presiedeva, ed alla Giunta, per gli opportuni atti amministrativi.

Le scelte gestionali della Commissione prevedono all'inizio il censimento dei colombi presenti nell'area urbana nonché la loro caratterizzazione comportamentale; l'accertamento del loro stato sanitario; la scelta e valutazione di efficacia su base empirica degli interventi, diretti sulla popolazione ed indiretti sull'ambiente urbano, volti a limitare gli impatti sull'igiene ed il decoro urbano nonché sulla salute dei cittadini. Inoltre si operò per una continua informazione della cittadinanza attraverso apposite pubblicazioni, realizzate dalla Commissione ed edite dal Comune, che illustravano la biologia del colombo, i rischi sanitari connessi alla sua presenza, le migliori strategie ed i comportamenti per diminuirne l'impatto, le azioni intraprese a livello comunale. I risultati annualmente raggiunti costituivano il meccanismo retroattivo nel guidare le successive scelte gestionali e la portata degli interventi da realizzare (Carsaniga, 1989).

Le indagini faunistiche e le catture di colombi erano coordinate da personale dell'Università di Parma/Pisa, appoggiandosi a figure professionali del settore; quelle relative allo stato sanitario dei colombi erano compito dell'Istituto Zooprofilattico delle Venezie, Sezione Alto Adige (Lombardo *et al.*, 2015).

Il primo censimento, eseguito con conteggi ripetuti lungo percorsi standard che interessavano l'intera città (Baldaccini e Mongini, 1991), dette come risultato un avvistamento N medio = 1776 colombi, dislocati in modo disomogeneo lungo il tessuto urbano, con concentrazioni rilevanti in aree di degrado urbanistico o particolarmente frequentate dall'uomo. Sulla base delle presenze rilevate ed in considerazione della struttura del tessuto urbano della città, in accordo con quanto suggerito da Senar e Sol (1991), la consistenza della popolazione fu stimata in circa 6400 individui. La pressione dei colombi su aree come i giardini della stazione ferroviaria era talmente elevata che vi si rilevò la eccezionale oc-

correnza di nidificazione su alberi, del tutto inusuale per la specie (Fig. 1). Le aree a maggior frequenza umana diurna attiravano gli stormi più numerosi che si disperdevano poi nel tessuto urbano specialmente in costruzioni vetuste od in cattivo stato di conservazione o di abbandono.

Di conseguenza, venne rilevata la necessità di interventi di risanamento degli immobili su cui gravitavano alcune importanti colonie, nonché di interventi di protezione per disincentivare la sosta e la nidificazione dagli edifici pubblici che risultavano infestati. Questi interventi vennero prioritariamente affrontati grazie anche alla contemporanea realizzazione di una estesa riqualificazione urbanistica in differenti quartieri della città ed una più attenta gestione del verde urbano, con la continua eliminazione dei nidi costruiti su alberi. Egualmente furono emesse ordinanze sindacali per invitare i privati ad agire sui propri immobili così da renderli inospitali per la sosta o la nidificazione dei colombi, nonché per vietare il foraggiamento dei colombi nei luoghi pubblici.

Questi interventi sull'ambiente portarono alla eliminazione delle principali colonie di nidificazione, con un consistente guadagno in termini di decoro urbano, grazie anche alle operazioni di cattura attivate in parallelo.

Queste hanno avuto differente natura, in diretta conseguenza della urgenza dei problemi da risolvere e delle pratiche gestionali allora in essere. In un primo momento si fece ricorso a metodi di cattura con reti a caduta o con "prodine" nei luoghi di maggior concentrazione di colombi, subito abbandonati per le intrinseche difficoltà incontrate, sia di natura tecnica (difficoltà a concentrare i colombi, interferenze da parte dei cittadini) che per la opposizione delle componenti animaliste cittadine rappresentate in Consiglio Comunale. Gli animali catturati venivano esiliati in lontani distretti agricoli (> 150 km), pratica



Fig. 1. Nido di colombo su albero; piazza della Stazione, Bolzano.

allora possibile per non ricorrere alla soppressione, fortemente osteggiata dalla componente animalista presente in Consiglio Comunale. Vista tuttavia la criticabilità di tale comportamento esso fu presto abbandonato, ed i colombi furono da allora soppressi con procedura eutanassica, sotto il controllo dei Servizi Veterinari.

La necessità di operare con metodologie più accettabili sotto il profilo etico, portò la Commissione a optare per quelle di sterilizzazione dei soggetti. La sterilizzazione chirurgica è stata da sempre esclusa per l'inefficacia e le difficoltà tecniche di applicazione, come discusso in Baldaccini (2005). Fu intrapresa invece la strada della chemiosterilizzazione, passando nel periodo 1989-94 alla distribuzione di un prodotto progestinico presente sul mercato (*Ornisteril*®) e successivamente (1996-99), in via sperimentale, di un mangime in *pellets* contenente come principio attivo la micarbazina nella proporzione di 500 ppm, appositamente prodotto in loco (mangimificio Rieper, BZ) su ricetta (Baldaccini, 1999). La sperimentazione della nicarbazina conseguiva alla comparsa dei risultati ottenuti da Martelli *et al.* (1993) in merito all'azione di limitazione della produttività indotta sul colombo da tale principio attivo.

La popolazione di colombi di Bolzano ha in sé due fondamentali prerequisiti che facevano prevedere

un buon successo nella applicazione di metodologie di chemiosterilizzazione: i colombi non presentano l'abitudine di volare nelle campagne alla ricerca di cibo con quotidiani spostamenti di foraggiamento, come accade in molte altre località circondate da terreni a vocazione cerealicola o con coltivazioni di oleoproteaginose (Baldaccini e Ragionieri, 1993; Soldatini *et al.*, 2003); inoltre i singoli individui non tendono a compiere rilevanti spostamenti in ambito urbano, come dimostrato dalla marcatura e successivo riavvistamento di individui con anelli colorati (dati inediti). Infine le dimensioni della popolazione erano compatibili con una azione di distribuzione di mangime medicato (vedi Baldaccini, 1999).

Tuttavia l'uso di un principio sterilizzante pone la condizione che questo possa efficacemente raggiungere una frazione significativa della popolazione, permettendone la regolare assunzione in accordo con la posologia del farmaco impiegato. Per permettere una distribuzione efficace e non episodica del mangime medicato, altrimenti inutile, la Commissione pianificò la ricerca di siti in cui spontaneamente già si riunivano gruppi di colombi. In 10 di essi, dislocati nelle diverse aree cittadine (Fig. 2), furono fatte costruire altrettante "piazzole di alimentazione" dove il mangime veniva quotidianamente distribuito, così da costituire punti di richiamo frequentati

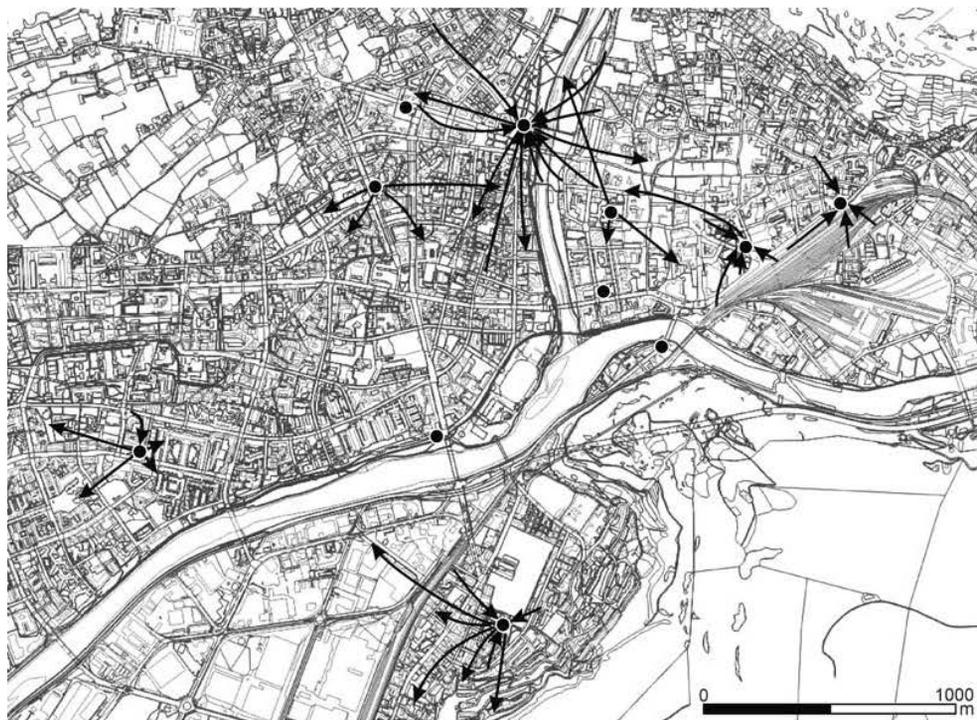


Fig. 2. Localizzazione delle piazzole di alimentazione nel tessuto urbano. Le frecce sono relative ai voli di colombi singoli od in gruppo verso o via dalle piazzole osservati da punti di vantaggio.

stabilmente dai colombi (Carzaniga, 1989, 1996; Baldaccini, 1999). La distribuzione dell'*Ornisteril*® avveniva in marzo-giugno ed in settembre-novembre mentre negli altri mesi il legame dei colombi con le piazzole veniva mantenuto con la distribuzione di normale mangime in grani. Il mangime addizionato di nicarbazina veniva reso disponibile ai colombi per tutto l'anno. La distribuzione veniva fatta da appositi incaricati e seguiva una rigida procedura riguardo le ore di distribuzione e la successione alle varie piazzole (vedi oltre).

La distribuzione del mangime addizionato con progestinici venne abbandonata per motivi economici, mentre quella del mangime addizionato con nicarbazina perché non dette i riscontri attesi, come confermato dalle prove successivamente fatte in voliera sull'efficacia di questo principio attivo nel determinare infertilità alla concentrazione presa in considerazione (Giunchi *et al.*, 2007b). L'uso di chemiosterilizzanti, che aveva visto in Bolzano uno dei siti maggiormente impegnati in questa azione gestionale a livello nazionale, non è stato ulteriormente preso in considerazione dalla Commissione dopo il 1999, in mancanza di un principio affidabile nell'azione e dai costi economicamente sostenibili sul lungo periodo così come una tale pratica richiede (Baldaccini e Giunchi, 2006; Giunchi *et al.*, 2012).

La Commissione sin dal 1995 aveva studiato la possibilità di erigere "colombaie urbane", individuandone la localizzazione e predisponendo un progetto esecutivo di costruzione, curato dall'Università di Pisa. Tale metodo di controllo fu però giudicato economicamente gravoso e con forti alee di risultato, dunque tale idea venne abbandonata. Una colombaia fu donata alla città da un gruppo di artisti e posizionata nei giardini della Stazione ferroviaria; seppur pregevole come struttura detta colombaia non possedeva le caratteristiche necessarie per un'azione efficace di controllo delle uova o dei nati come si richiede in tali casi, tanto da venir rimossa dopo pochi anni (vedi per una immagine Baldaccini e Giunchi, 2006).

Le piazzole di alimentazione dei colombi

Nel quadro degli interventi di gestione messi in campo, le piazzole di alimentazione hanno giocato un ruolo centrale. All'inizio erano funzionali alla corretta distribuzione del mangime addizionato con antifecondativi; successivamente il mezzo per mantenere un continuo monitoraggio della popolazione nel suo complesso, ovvero per effettuare con speditezza catture finalizzate ai controlli sanitari o per eliminare una parte degli individui.

In un primo momento le piazzole erano costituite

da una semplice piattaforma circolare in cemento della superficie di circa 4 m² (Fig. 3) localizzata in aree verdi (parchi urbani, giardini). Tali piazzole furono poi protette da una struttura in legno, assumendo l'aspetto riportato in figura 4; questo per poter riparare dalle intemperie il mangime distribuito in *pellets* invece che in grani. Come ulteriore perfezionamento, tre delle pareti erano chiuse con rete metallica mentre la parete frontale nascondeva nella sua parte superiore una rete in nailon con meccanismo di scatto a saracinesca che permetteva di intrappolare i colombi richiamati all'interno (Fig. 5), consentendone all'occorrenza una facile cattura.

La distribuzione del cibo, medicato o meno, viene effettuata quotidianamente sempre alla medesima ora rispetto al sorgere del sole, per essere in linea con il periodo di attività dei colombi, seguendo una successione rigida nella visita alle piazzole. La quantità di cibo distribuita è calcolata in base al numero di individui che frequenta una data piazzola, opportunamente monitorati a scala mensile, tenendo conto di un pasto medio di 30 g/colombo.



Fig. 3. Primo modello di piazzola circolare.



Fig. 4. Piazzola con tetto di protezione, aperta su tutti i lati (secondo modello).

La distribuzione é presenciata dagli incaricati, così da eventualmente rimuovere avanzi di cibo dopo che i colombi si siano allontanati. Se un disturbo esterno fa involare i colombi (cani vaganti, forti rumori improvvisi), nel caso questi non ritornino ad alimentarsi prontamente, l'operatore ripulisce la piazzola e continua il suo giro di distribuzione. Questo di fatto fa escludere l'assunzione del cibo medicato da parte di altri animali.

I colombi iniziano a radunarsi nei pressi delle piazzole anticipando l'orario di distribuzione, così che all'arrivo dell'operatore sono già presenti in loco. terminate velocemente le granaglie, iniziano a disperdersi di nuovo, con tuttavia differenze notevoli tra le varie piazzole; in alcune infatti i colombi stazionano a lungo nei loro pressi, che divengono così *roost* diurni. Questo può avere differenti fattori causali, ma la densità locale di colombi, la



Fig. 5. Modello attuale di piazzola con rete sui tre lati e con meccanismo di chiusura frontale.

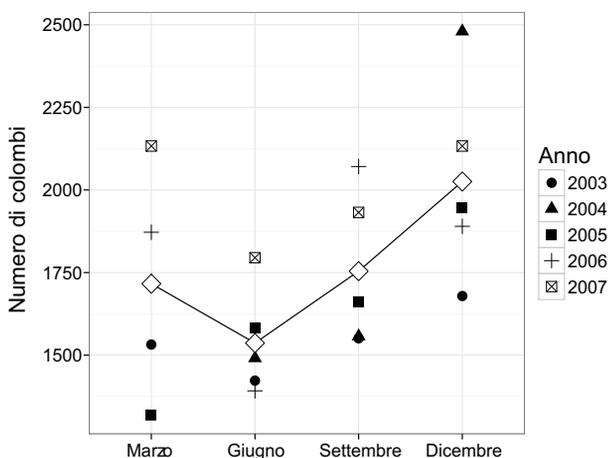


Fig. 6. Numero di colombi che foraggiano alle 10 piazzole nei mesi indicati, relativamente al periodo 2003-07. La linea continua unisce i valori medi (rombi) di ciascun mese.

presenza di fonti trofiche derivanti dalla presenza umana ovvero di aree verdi, possono giocare un ruolo importante.

La composizione del gruppo di colombi che si riunisce per foraggiare ad una piazzola non è stabile riguardo agli individui che lo compongono. In accordo con i dati di Lefebvre (1985), i gruppi di foraggiamento possono essere considerati come popolazioni aperte, composte da individui che frequentano un dato sito in modo regolare, mentre un terzo circa del gruppo è costituito da visitatori occasionali. La quantità di cibo che un colombo può assumere alla piazzola non copre evidentemente le sue necessità metaboliche giornaliere, stante una accertata bimodalità quotidiana nell'assunzione del cibo, conseguente alla capacità del gozzo, che lo porta ad avere un picco mattutino ed uno pomeridiano di presenza alle fonti trofiche (Lefebvre e Giraldeau, 1984). Le attività di foraggiamento continuano per questo nel resto del dì, con successivi spostamenti nei siti dove è possibile procacciarsi la restante parte del fabbisogno alimentare. Questo con differenze tra gli individui conseguenti alle abitudini alimentari di ciascuno e dunque alla esperienza (Giraldeau e Lefebvre, 1985). Fattori di trasmissione sociale dei comportamenti ed il valore del gruppo come fonte di informazione sulla localizzazione delle opportunità trofiche divengono così cruciali.

La figura 6 riporta i risultati dei conteggi effettuati complessivamente alle 10 piazzole nei mesi indicati, relativamente agli anni 2003-07; il numero di colombi che vi foraggiano varia sensibilmente sia a livello inter- che intrannuale. La variazione interannuale dipende dalle dimensioni della popolazione in quell'anno e dunque dall'andamento della produttività nel precedente e dal numero di colombi che sono stati trappolati, ma anche dai fattori meteo-climatici incontrati durante il periodo autunno-invernale, elemento di selezione non trascurabile a Bolzano. L'andamento intrannuale mostra un minimo primaverile, allorché molti colombi sono in riproduzione, seguito da un incremento conseguente alla presenza di giovani nati nell'anno, senza dimenticare variazioni indotte da una maggior vagilità dei colombi durante i mesi estivo-autunnali.

Confrontando il numero di colombi che si riunisce in media alle piazzole (Fig. 6) con quello stimato dai censimenti come presente in città, è facile vedere che il foraggiamento interessa non più di un terzo dei colombi complessivamente stimati (vedi oltre). Un incremento sarebbe possibile aumentando i siti di foraggiamento, ma ciò comporterebbe un parallelo incremento delle spese

per il servizio stesso, non sostenibile dalla Municipalità. Il numero di siti individuato attualmente (Fig. 2) appare dunque un compromesso tra risultati raggiungibili ed impegno economico conseguente. In via generale, questi dati sottolineano le difficoltà di una effettiva applicazione delle metodologie di sterilizzazione chimica, che vedono nella possibilità di raggiungere la gran parte dei colombi da trattare, come uno dei maggiori limiti intrinseci della loro applicazione.

Modello di gestione attuale

Tramontata la possibilità di un controllo della popolazione per sterilizzazione chimica, il problema del contenimento numerico si pose di nuovo all'attenzione della Commissione in tutta la sua urgenza, tenuto soprattutto conto che il numero dei colombi presenti era in aumento sia per lo sviluppo urbanistico della città, che per il lungo periodo in cui non si era operato alcun controllo numerico diretto. La cattura e soppressione non ha alcun effetto duraturo sul contenimento delle popolazioni di colombo, produce tuttavia significativi effetti sul breve periodo, specialmente se reiterata (Giunchi *et al.*, 2012). Quello che la Commissione si proponeva era di raggiungere il mantenimento di una popolazione numericamente stabile, nonostante lo sviluppo in superficie della città, limitando le concentrazioni più pericolose in termini di impatto sulle strutture cittadine. Pertanto la strategia gestionale adottata dal 2000 e tuttora in corso fu quella di:

- a) continuare la distribuzione di normale mangime in granaglie alle piazzole di alimentazione per una serie di considerazioni ed opportunità quali:
 1. i colombi sono quotidianamente richiamati alle piazzole in attesa del mangime, riunendosi e stazionando nelle loro vicinanze; queste essendo localizzate in spazi di verde pubblico diminuiscono così lo stazionamento dei colombi nelle altre parti del tessuto urbano ed in particolare sugli immobili;
 2. la distribuzione di mangime in granaglie assicura una dieta in linea con le necessità alimentari dei colombi, contribuendo a migliorare il loro stato sanitario;
 3. la distribuzione disincentiva il foraggiamento da parte dei cittadini animalisti, evitando sia la formazione di assembramenti nei luoghi di distribuzione abusiva che la somministrazione di mangimi inadatti e non salutari per i colombi;
 4. i conteggi bimensili dei colombi in alimentazione alle piazzole costituiscono un indice della consistenza della intera popolazione, che risulta così continuamente monitorata;
 5. le piazzole costituiscono punti fissi di agevole

prelievo di individui per ogni necessità gestionale.

- b) Continuare i controlli sanitari, effettuandoli in media ogni due anni, su di un campione congruo con la consistenza stimata della popolazione, in linea con le indicazioni epidemiologiche espresse dall'Istituto Zooprofilattico delle Venezie (15% della popolazione censita).
- c) Effettuare operazioni di cattura laddove richieste dalla cittadinanza in siti di particolare assembramento.
- d) Eseguire un conteggio su tutto il perimetro urbano a cadenza regolare, così da avere un quadro aggiornato della consistenza della popolazione di colombi.

Questo tipo di azione ha consentito un attento monitoraggio sanitario dei colombi, nonché un loro controllo numerico, minimale ma efficace in quanto il prelievo dei campioni di cui al punto b) era maggiormente operato nei siti di più alta concentrazione di individui, nei periodi di minima attività riproduttiva e minima consistenza della popolazione (febbraio-marzo). I prelievi erano sempre fatti alle piazzole, sfruttando le facili possibilità di intrappolamento dei colombi entro le stesse.

L'azione gestionale si mantiene ovviamente in linea con la evoluzione delle norme sul benessere animale e con i regolamenti di polizia veterinaria oggi vigenti nella Provincia Autonoma. In particolare con il Decreto del Presidente della Provincia Autonoma n. 31 dell'11.07.2005 (art.19, Colombi urbani) che recita "*ai fini della tutela dell'igiene e della salute pubblica... il comune... è autorizzato a prelevare un numero di colombi prestabilito a fini diagnostici.*" Tale possibilità garantisce una copertura legislativa al problema delle catture, da sempre fonte di possibili ricorsi specialmente dopo la sentenza della Corte di Cassazione (n. 2598 del 26.01.2004) che riconduce il colombo urbano all'interno della fauna selvatica e come tale protetto al pari di tutte le altre specie di uccelli.

Consistenza della popolazione

In anni recenti, i conteggi regolari alle piazzole previsti dal protocollo di gestione ordinario sono stati integrati da vere e proprie stime della consistenza della popolazione cittadina ottenute mediante il metodo del *distance sampling* (Buckland *et al.*, 2001). Questa metodologia è stata scelta in base ad una serie di considerazioni statistiche e di evidenze sperimentali che permettono di considerarla allo stato attuale come il metodo più robusto per la stima dell'abbondanza dei colombi in ambito urbano (Giunchi *et al.*, 2007, 2014). Le operazioni di conteggio sono state effettuate nel mese di febbraio

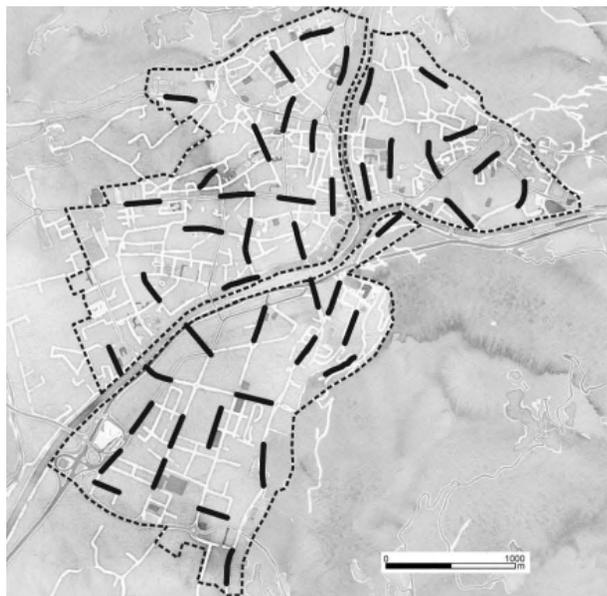


Fig. 7. Mappa della distribuzione dei transetti utilizzati per il *distance sampling* (linee spesse). La stratificazione adottata nel campionamento è indicata in tratteggio.

del 2009 e del 2015, utilizzando 46 transetti di ca. 300 m distribuiti secondo una stratificazione casuale nell'area urbana in entrambi i casi (Fig. 7). Tale area è stata considerata nella sua totale estensione, includendo anche quelle zone di recente urbanizzazione, industriali o infrastrutturali che non erano mai state visitate a fini conoscitivi in precedenti occasioni.

I risultati ottenuti nel 2009 hanno permesso di stimare una popolazione di ca. 5.800 individui, con una conseguente densità di poco superiore a 5 individui/ettaro. Questi numeri erano in linea con le precedenti quantificazioni numeriche ottenute attraverso metodologie differenti (Baldaccini e Mongini, 1991), confermando una situazione ambientale decisamente positiva in termini di presenza di colombi all'interno della città (le densità rilevate in altri centri urbani italiani ed europei sono infatti spesso più alti (Baldaccini in Ballarini *et al.*, 1989).

Il quadro ottenuto nel 2015 ha invece evidenziato una calo numerico rilevante, con una contrazione della popolazione di ca. 2/3. Questa diminuzione è stata confermata anche nei conteggi alle piazzole effettuati nello stesso periodo dei censimenti; in questo caso la contrazione numerica è risultata ancora più consistente (1653 vs 328). Allo stato attuale non vi sono elementi che permettano di stabilire le ragioni di questo crollo della popolazione anche se le analisi necroscopiche a disposizione sembrano escludere l'insorgenza di gravi patologie o avvelenamenti come causa principale di questo trend negativo.

CARATTERISTICHE MORFO-COMPORTAMENTALI

Morfologia

La popolazione urbana di colombi è già stata caratterizzata sotto il profilo biometrico da Ragionieri *et al.* (1991), inoltre sono qui presentati dati originali riguardanti la colorazione ed il disegno del mantello, in analogia a quanto fatto per altre popolazioni (vedi ad esempio Goodwin, 1957; Uribe *et al.*, 1985; Leiss e Haag-Wackernagel, 1999a, rispettivamente per Londra, Barcellona e Vienna), oltre ad alcune osservazioni riguardanti il comportamento spaziale e dunque il pattern di mobilità dei colombi.

I caratteri del mantello sono stati rilevati su di un totale di 989 colombi, catturati nel periodo 1990-93 nelle differenti piazzole di alimentazione, per avere un campione rappresentativo delle varie parti della città.

La tabella I riporta i valori medi dei principali parametri biometrici rilevati sia su maschi che su femmine da Ragionieri *et al.* (1991); questi risultano statisticamente differenti nei due sessi salvo che per quelli relativi alla lunghezza della coda e del "becco dalle piume", confermando lo stato di dimorfismo sessuale esistente nei colombi di città, così come riportato da Johnston e Janiga (1995). Si deve tuttavia sottolineare che il dimorfismo sessuale non è apprezzabile visivamente nei colombi e che

Tab. I. Parametri morfometrici medi relativi ai due sessi nei colombi di Bolzano (da Ragionieri *et al.*, 1991).

	Sesso	N.	Media	d.s.	t
Ala	M	19	242,28	5,89	4,36***
	F	17	232,65	7,2	
X remigante	M	19	171,74	5,77	3,71***
	F	17	164,62	5,73	
IX remigante	M	20	173,75	7,93	2,38*
	F	16	168,44	4,52	
Coda	M	20	123,05	4,96	0,08
	F	17	123,35	14,79	
Tarso	M	20	32,22	1,35	4,06***
	F	17	20,07	1,86	
Becco dalle piume	M	19	20,16	1,08	1,42
	F	17	19,62	1,21	
Becco	M	20	25,75	1,11	3,36***
	F	17	24,55	1,05	
Cera	M	20	12,1	1,08	3,85***
	F	17	10,85	0,84	
Peso	M	20	339,25	30,79	3,34***
	F	17	305,59	30,3	

Livelli di significatività in accordo con il t test:

* = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; *** = $p < 0,0001$

una sicura attribuzione di sesso necessita di una ispezione laparotomica, laddove non si possa ricorrere a metodologie genetiche.

La massa corporea dei colombi di Bolzano appare superiore a quella riportata per popolazioni mediterranee come quelle di Barcellona (Uribe *et al.*, 1985) o Sassari (Ragionieri *et al.*, 1991); risulta invece comparabile a quella registrata per il Kansas da Johnston e Johnson (1989). Tale parametro biometrico può andare incontro a variazioni clinali, principalmente in dipendenza da fattori climatici, senza tuttavia escludere altri elementi determinanti quali la stazza delle razze domestiche da cui si sono originate le diverse popolazioni ovvero il contributo dato da popolazioni selvatiche, che mostrano una massa corporea minore rispetto a popolazioni urbane (Ragionieri *et al.*, 1991).

I tipi di colorazione prevalenti nella popolazione di Bolzano sono riportati nella tabella II; in accordo con Leiss e Haag-Wackernagel (1999b) sono stati distinti i tre gruppi di colorazione maggiormente discernibili sul campo, riportando per il gruppo a colorazione grigio-nera anche i differenti tipi di disegno del mantello. Le colorazioni marrone-rossiccia (munari) e zarzana sono di gran lunga le meno rappresentate, così come la nera. Per quanto riguarda il disegno, risulta prevalente il trigano (scagliolo) seguito dal trigano scuro (T pattern) e dal grigio barrato (o selvatico, in quanto del tutto simile al disegno del mantello del Colombo selvatico). Nella popolazione sono presenti diversi individui con un vario numero di remiganti o timoniere bianche associate a disegni o colorazioni differenti, così come individui con tonalità di colorazione bronzea e mantelli riportabili al tipo *grizzle* descritto da Leiss e Haag-Wackernagel (1999b); la occorrenza di questi ultimi raggiunge complessivamente circa il 2% degli individui esaminati.

Disegno del mantello e tipo di colorazione sono l'espressione di un complesso polimorfismo genico,

Tab. II. Percentuali di colorazione del mantello nei colombi di Bolzano. Per il colore melanico sono inoltre indicate le percentuali di disegno del mantello (n = 989).

Colorazione	%	Mantello	% parziali
Grigio/Nero	81,0	Grigio Barrato	19,8
		Trigano	33,1
		T	23,1
		Nero	5,0
Marrone/Rosso	6,4		
Zarzano/ Bianco	7,8		
Altri	4,8		

mentre appaiono solo marginalmente interessati da fattori ambientali (Johnston e Janiga, 1995). Questi due caratteri sono dunque determinati in gran parte dalla selezione artificiale operata durante il passato stato di domesticità da cui i colombi provengono, senza escludere le pressioni selettive naturali a cui sono oggi soggetti nelle città. In effetti la colorazione grigio-nera appare quella prevalente nelle varie popolazioni urbane (Johnston, 1984; Uribe *et al.*, 1985; Ragionieri *et al.*, 1991; Barbieri *et al.*, 1996; Leiss e Haag-Wackernagel, 1999a; Obukhova, 2001).

Per ciò che riguarda il disegno del mantello (a parte le difficoltà di una non omogenea valutazione degli stessi da parte dei vari Autori) si deve sottolineare la alta occorrenza di quello grigio-barrato, a basso melanismo, in popolazioni mediterranee quali quelle presenti a Fertilia e Sassari (Ragionieri *et al.*, 1991) o Barcellona (Uribe *et al.*, 1985). Ciò può essere forse ricondotto alla vicinanza con popolazioni selvatiche e dunque ad un flusso genico continuo a partire da esse, laddove ancora presenti. Altrimenti da popolazioni di razze domestiche di partenza caratterizzate da un simile mantello barrato. A questo proposito vale la pena di ricordare che nei colombi di Trento (Barbieri *et al.*, 1996) il mantello selvatico è decisamente più numeroso che in quelli di Bolzano (50,2 % vs 19,8 %); vista la vicinanza delle due città, si può supporre che le pressioni selettive ambientali a cui sono sottoposte le due popolazioni siano simili. Sembra possibile allora supporre che percentuali di presenza dei vari mantelli dipendessero soprattutto da elementi genetici propri degli individui da cui si è originata la popolazione di partenza e dalle successive immigrazioni.

Nel determinare un differente grado di melanismo tra gli individui di una popolazione non sono tuttavia da escludere altri fattori causali; secondo Jacquin *et al.* (2011), un maggior grado di melanismo comporterebbe per il colombo un più basso carico parassitario, in conseguenza di una miglior immunocompetenza. Ciò consegue ad un effetto pleiotropico dei geni per la melanina che influenzano l'espressione di altri processi fisiologici (Ducrest *et al.*, 2008). Il parassitismo, o meglio le pressioni selettive da esso derivanti, sarebbero dunque responsabili di un potenziale controllo del grado di melanismo dei mantelli nel colombo, così come in altri taxa animali.

Comportamento

Dal punto di vista comportamentale, uno dei caratteri maggiormente sottolineabili è quello della relativa sedentarietà dei colombi: i voli di foraggia-

mento nelle campagne rilevabili in molte delle popolazioni italiane studiate e propri anche dei selvatici (Baldaccini e Ragionieri, 1993; Baldaccini *et al.*, 2000; Soldatini *et al.*, 2006) rappresentano a Bolzano un evento eccezionale, osservato di fatto solo in rare occasioni da parte di pochi esemplari e con spostamenti limitati alle aree periferiche. La mancanza di coltivazioni cerealicole ed oleoproteaginose nelle aree rurali circostanti, sembra essere il fattore causale specifico, assieme alla larga occorrenza di superfici boscate in contiguità con il tessuto urbano che rappresentano un habitat solo eccezionalmente selezionato dai colombi.

I movimenti, che hanno un prevalente carattere trofico, tendono ad esaurirsi all'interno della città con commutazioni opportunistiche tra siti di *roost* diurni e notturni e quelli di foraggiamento. In questo giocano un ruolo primario la posizione delle piazzole di alimentazione ed i relativi orari di distribuzione del cibo. La figura 2 mostra il risultato di osservazioni estemporanee fatte da punti di vantaggio ad alcune delle piazzole: le aree di provenienza dei colombi variano notevolmente, con piazzole che paiono attirare colombi da punti relativamente lontani ed altre che hanno un bacino di raccolta molto ristretto.

CONCLUSIONI

La Municipalità di Bolzano ha condotto un progetto di gestione della popolazione di colombo che per metodologie impiegate, durata e sforzo economico, non ha avuto eguali in nessun altro caso nazionale. I risultati raggiunti hanno cambiato volto alle problematiche derivanti dalla presenza di questi uccelli che, da oggetto abbandonato a se stesso, con gravi problemi di salute pubblica e decoro urbano, sono stati mantenuti in una dimensione popolazionistica compatibile con gli stili di vita cittadina, nonostante lo sviluppo urbanistico e territoriale a cui è andata incontro la città nell'ultimo periodo di tempo.

Con gli interventi operati, sono state sanate le situazioni di maggior presenza di colombi e di conseguente compromissione del decoro ed igiene urbana, così come non si sono più dovute registrare nei cittadini patologie zoonosiche direttamente imputabili alla presenza di colombi (Lombardo *et al.*, 2015). Tutto questo ha creato un nuovo e positivo rapporto tra la popolazione di colombi e la vita cittadina, anche per lo sforzo informativo e didattico compiuto dal Comune, in piena trasparenza di quanto la Commissione preposta stava ponendo in essere.

In questo hanno giocato un ruolo centrale le piazzole di alimentazione, segno evidente e costante

della cura che la Municipalità ha per i colombi, per il supporto alimentare che viene ad essi continuamente fornito. Ciò comporta una dieta senz'altro più consona alle loro esigenze trofiche, senza dover dipendere da fonti di cibo spesso inadatte, ma anche il modo di superare periodi di carenza di risorse. Le piazzole sono tuttavia anche uno strumento per operare un continuo monitoraggio della popolazione, ed è proprio dalla rarefazione dei colombi che vi si riunivano che si è percepita la diminuzione di consistenza della popolazione, confermata dall'ultimo censimento. Le sue cause rimangono non spiegate, in quanto non sono stati evidenziati fattori causali potenzialmente responsabili del fenomeno, quali episodi di avvelenamento o picchi zoonotici, come accertato dai rilievi sanitari messi in campo. In via speculativa si possono forse invocare fattori di natura ambientale, a cui potrebbero non essere estranei anche i vari interventi di cui la popolazione è stata oggetto, sia diretti che sull'habitat.

Si deve infine sottolineare la difficoltà di applicazione dei metodi di chemiosterilizzazione, vuoi per lo sforzo economico che essi comportano che per la scarsa efficacia della nicarbazina, come principio attivo. Tutto questo anche in una città in cui la dimensione della popolazione e la assenza di voli di foraggiamento nelle campagne, lasciavano presagire ben altri risultati.

Verosimilmente non si può che contare su di una continuazione del modello di gestione attuale, sempre attenti a quelle innovazioni metodologiche e tecnologiche che la ricerca scientifica rendesse disponibili, come d'altronde è stato fatto durante tutto il progetto di gestione messo in atto fino ad oggi.

Ringraziamenti

Desideriamo ringraziare tutti coloro che hanno partecipato alle attività di monitoraggio e di cattura dei colombi. Ringraziamo in particolare il Comune di Bolzano per il supporto finanziario ed il personale della UO Igiene Ambientale per la continua assistenza e partecipazione durante lo svolgimento del progetto.

BIBLIOGRAFIA

- Baldaccini N.E., 1984. Considerazioni biologiche e comportamentali sul Colombo di città. In: Giornata di studio: *I Piccioni in città, Siena 16 marzo 1984*. Comune di Siena, Siena: 9-19.
- Baldaccini N.E., 1996. La diminuzione della capacità riproduttiva come mezzo di controllo dei colombi urbani. In: *Controllo delle popolazioni ornitiche sinantropiche: "problemi e prospettive"*, ISS/WHO/FAO-CC/IZSTe/96.27, October 1993, Roma. 103-105.
- Baldaccini N.E., 1999. La sterilizzazione come metodo di controllo delle popolazioni urbane di colombo: una strada da perseguire? *Disinfestazione*, **16**: 13-17.
- Baldaccini N.E., 2005. La gestione degli uccelli in ambito urbano: lo stato dell'arte. *Igiene Alimenti – Disinfestazione & Igiene Ambientale*, Gennaio/Febrero 2005: 41-48.
- Baldaccini N.E., Giunchi D., 2003. La limitazione della produttività nel controllo delle popolazioni urbane di colombo. In: Cravedi P. (ed.), "VII Simposio: La Difesa Antiparassitaria nelle Industrie Alimentari e la Protezione degli Alimenti". Chiriotti, Pinerolo: 45-61.
- Baldaccini N.E., Giunchi D., 2006. Le popolazioni urbane di colombo: considerazioni sulla loro genesi e sulle metodologie di gestione. *Biologia Ambientale*, **20**: 125-141.
- Baldaccini N.E., Mongini E., 1991. Diminuzione del numero di colombi di città a Bolzano in seguito a interventi di controllo. *Supplemento alle Ricerche di Biologia della Selvaggina*, **17**: 215-217.
- Baldaccini N.E., Ragonieri L., 1993. L'importanza dei voli di foraggiamento nella stima delle popolazioni urbane di colombo. *Disinfestazione*, **13**: 9-12.
- Baldaccini N.E., Giunchi D., Mongini E., Ragonieri L., 2000. Foraging flights in the rock doves (*Columba l. livia*): a spatiotemporal analysis. *Ital. J. Zool.*, **67**: 371-377.
- Baldaccini N.E., Mongini E., Ragonieri L., 1994. I colombi di Bolzano: metodologia di controllo e dinamica della popolazione. In: *Atti del 3° Convegno Intern. "Malattie Infettive nell'Arco Alpino"*, Susi allo Sciliar, 24-26 marzo 1994. Prov. Autonoma di Bolzano. 47-48.
- Ballarini G., Baldaccini N.E., Pezza F., 1989. *Colombi in città. Aspetti biologici, sanitari e giuridici. Metodologie di controllo*. Documenti Tecnici, 6. Istituto Nazionale di Biologia della Selvaggina, Bologna, 58 pp.
- Barbieri F., Caldonazzi M., Zanghellini S., Zorzi S., 1996. Il colombo (*Columba livia* forma *domestica*) nel comune di Trento. In: *I colombi della città di Trento*. Centro di Ecologia Alpina, n. 7, Trento: 1-62.
- Bodenheimer F.S., 1960. *Animal and Man in Bible Land*. Brill, Leiden, 238 pp.
- Buckland S.T., Anderson D.R., Burnham K.P., Laake J.L., Borchers D.L., Thomas L., 2001. *Introduction to distance sampling: estimating abundance of biological populations*. Oxford Univ. Press, New York.
- Carsaniga G., 1989. Interventi a tutela della salute pubblica e a salvaguardia del patrimonio urbano nella città di Bolzano. *Disinfestazione*, **6**: 35-36.
- Carsaniga G., 1996. Controllo dei colombi di città a Bolzano: analisi di un'esperienza pilota. In: *Controllo delle popolazioni ornitiche sinantropiche: "problemi e prospettive"*. ISS/WHO/FAO-CC/IZSTe/96.27, October 1993, Roma: 74-78.
- Ducrest A.I., Keller L., Roulin A., 2008. Pleiotropy in the melanocortin system, coloration and behavioural syndromes. *Trends Ecol. Evol.*, **23**: 502-510.
- Fabbi M., Sambri V., Marangoni A., Magnino S., Solari Basano F., Cevenini R., Genchi C., 1995. *Borrelia* in pigeons: no serological evidence of *Borrelia burgdorferi* infection. *J. Vet. Med. B*, **42**: 503-507.
- Genchi C., Magnino S., Pacetti A., Simeoni J., Di Sacco B., Falagiani P., 1989. *Argas reflexus*, possibile vettore di *Borrelia burgdorferi*. *Giorn. Malattie Infettive e Parassitarie*, **34**: 403-408.
- Giraldeau L.A., Lefebvre L., 1985. Individual feeding differences in feral groups of rock doves. *Can. J. Zool.*, **63**: 189-191.
- Giunchi D., Gaggini V., Baldaccini N.E., 2007a. Distance sampling as an effective method for monitoring feral pigeon (*Columba livia* f. *domestica*) urban populations. *Urban Ecosystems*, **10**: 397-412.
- Giunchi D., Baldaccini N.E., Sbragia G., Soldatini C., 2007b. On the use of pharmacological sterilisation to control feral pigeon populations. *Wildlife Research*, **34**: 306-318.
- Giunchi D., Albores-Barajas Y.V., Baldaccini N.E., Vanni L., Soldatini C., 2012. Feral pigeons: Problems, Dynamics and Control Methods. In: Soloneski S. (ed). *Integrated Pest Management and Pest Control – Current and Future Tactics*: 215-240.
- Giunchi D., Vanni L., Soldatini C., Albores-Barajas Y. V., & Baldaccini N. E. (2014). Old and novel methods for estimating Feral Pigeons (*Columba livia* f. *domestica*) population size: a reply to Amoruso *et al.* (2013). *Urban Ecosystems*, **17**: 1-4.
- Goodwin D., 1957. The colouration of feral pigeons in London. *Bull. Brit. Orn.*, **77**: 78-82.
- Jacquin L., Lenouvel P., Haussy C., Ducatez S., Gasparini J., 2011. Melanin-based coloration is related to parasite intensity and cellular immune response in an urban free living bird: the feral pigeon *Columba livia*. *J. Avian Biol.*, **42**: 11-15.
- Johnston R.F., 1984. Reproductive ecology of the feral pigeon *Columba livia*. *Occasional Paper of the Museum of Natural History, Univ. of Kansas*, **114**: 1-8.
- Johnston R.F., 1992. Rock Dove. In: Poole A., Stettenheim P., Gill F. (eds.), *The Birds of North America, vol. 13*. Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Philadelphia: 1-13.
- Johnston R.F., Janiga M., 1995. *The Feral Pigeons*. Oxford University Press, London, 320 pp.
- Johnston R.F., Johnson S.G., 1989. Nonrandom mating in feral pigeon. *Condor*, **91**: 23-29.
- Lefebvre L., 1985. Stability of flock composition in urban pigeon. *Auk*, **102**: 886-888.
- Lefebvre L., Giraldeau L.A., 1984. Daily feeding site use of urban pigeons. *Can. J. Zool.*, **62**: 1425-1428.
- Leiss A., Haag-Wackernagel D., 1999a. Gefiederfärbungen bei der strassentaube (*Columba livia*). *J. Ornithol.*, **140**: 341-353.
- Leiss A., Haag-Wackernagel D., 1999b. Variability and determination of plumage colouration of the Feral Pigeon *Columba livia*. *Okol. Vogel (Ecol. Birds)*, **21**: 331-361.
- Lever C., 1987. *Naturalized birds of the world*. J.Wiley, New York, 615 pp.
- Lombardo D., Baldaccini N.E., Giunchi D., 2015. Stato sanitario dei colombi della città di Bolzano. *Biologia Ambientale*, **29** (2): 21-28 (questo volume)
- Mainardi D., 2014. Le ali selvagge di Darwin. *Sette*, **32**: 92.

- Obukhova N.Y., 2001. Geographic variation of colour in the synanthropic Blue Rock Pigeon. *Russ. J. Gen.*, **37**: 649-658.
- Ragionieri L., Mongini E., Baldaccini N.E., 1991. Problemi di conservazione in una popolazione di colombo selvatico (*Columba l. livia* Gmelin) della Sardegna. In: Randi E., Spagnesi M. (eds.), *Atti del Convegno Genetica e Conservazione della Fauna. Suppl. Ric. Biol. Selvaggina*, **18**: 35-46.
- Senar J.C., Sol D., 1991. Censo de palomas *Columba livia* var. de la ciudad de Barcelona: aplicacion del muestreo estratificado con factor de correccion. *Group Catala Anellament*, **8**: 19-24.
- Simeoni G., Stanek B., Cacciapuoti L., Cicerini K., Kob P., Conci A., Pacetti A., Ruatti I., 1988. *Argas reflexus*: un trasmettitore della *Borrelia burgdorferi*? In: *Atti del 1° Convegno Intern. "Malattie Infettive nell'Arco Alpino"*, Susi allo Sciliar, 17-19 marzo 1988. Prov. Autonoma di Bolzano. 19-20.
- Soldatini C., Mainardi D., Baldaccini N.E., Giunchi D., 2006. A temporal analysis of the foraging flights of feral pigeons (*Columbia livia* f. *domestica*) from three italian cities. *Ital. J. Zool.*, **73**: 83-92.
- Uribe F., Senar J. C., Colom L., Camerino M., 1985. Morfometria de las palomas semidomesticas (*Columba livia* var.) de la ciudad de Barcelona. *Misc. Zool.*, **9**: 339-345.

Stato sanitario dei colombi della città di Bolzano[§]

Dorothea Lombardo^{1*}, Natale Emilio Baldaccini², Dimitri Giunchi²

¹ Istituto Zooprofilattico delle Venezie – Struttura Complessa Territoriale di Bolzano. Via L. Conti, 4 – 39100 Bolzano

² Dipartimento di Biologia, Università degli Studi. Via A. Volta, 6 – 56126 Pisa

* Referente per la corrispondenza: dlombardo@izsvenezie.it

Pervenuto il 21.12.2015; accettato il 21.1.2016

Riassunto

I colombi urbani, per il loro stato sinantropico, costituiscono un considerevole rischio sanitario per i cittadini e gli animali con cui vengono in contatto. In questo lavoro vengono riportati i risultati delle analisi fatte a Bolzano sul loro stato sanitario, nel quadro di un progetto di gestione e monitoraggio della locale popolazione di colombi. Le prevalenze di Chlamydiaceae riscontrate nel periodo 2001-2009 sono sempre risultate elevate, ma in linea con quanto noto in letteratura, sicché è possibile definire questo batterio come un ospite stabile del colombo, nonché uno dei maggiori agenti zoonotici. Prevalenze egualmente elevate sono state riscontrate per *Toxoplasma gondii*. Al contrario non sono stati individuati colombi affetti da salmonellosi e Febbre Q, e del tutto episodici i casi di borreliosi. Le prevalenze di infestazione da larve di *Argas reflexus* sono risultate diminuite fortemente rispetto agli anni '90, fatto che con l'assenza di casi di salmonellosi, depono a favore della qualità dell'ambiente bolzanino. Sono state ritrovate cinque specie di parassiti intestinali alcune delle quali con una abbondanza così alta da determinare l'occlusione del dotto intestinale. I risultati sono discussi in vista del rischio che i vari patogeni costituiscono per l'uomo e gli altri animali, con un focus sui fattori potenzialmente responsabili dell'alta occorrenza di Chlamydiaceae.

PAROLE CHIAVE: colombi / zoonosi / salute pubblica / Chlamydiaceae / *Argas reflexus*

The sanitary status of feral pigeon population of Bolzano (Northern Italy)

Feral pigeons cause a considerable health risk to the human and animal population with which they come into contact. This paper reports the results of the analyses on the health status of Bolzano feral pigeons, done as part of the long-term management project aimed at their control. The prevalence of Chlamydiaceae observed in the period 2001-2009 was always high, but comparable with data recorded for other Italian and European cities: so that this bacterium has to be considered as a stable host of pigeon and one of the most important zoonotic agents. Equally high prevalence was found for *Toxoplasma gondii*. On the contrary, salmonellosis and Q fever were not detected, while episodic cases of borreliosis were found during the observation period. The occurrence of larvae of *Argas reflexus* attached to the skin of examined pigeons decreased greatly since the '90s. Five species of gastrointestinal parasites were found and the degree of infestation in some birds was so high to determine the occlusion of the intestinal duct. The results are discussed in light of the risk that the various pathogens pose to humans and other animals, with a focus on the factors that can lead to the high occurrence of Chlamydiaceae in pigeon populations.

KEY WORDS: feral pigeon / zoonosis / public health / Chlamydiaceae / *Argas reflexus*

INTRODUZIONE

Il colombo (*Columba livia* Gmelin 1789) ha sia popolazioni selvatiche che razze domestiche; da queste ultime, per una riconversione degli individui ad uno stato di naturale libertà, sono nel tempo derivate le varie popolazioni che si incontrano oggi in molte

città e villaggi intorno al mondo, ambienti a cui il colombo appare particolarmente ben adattato (Lever, 1987; Johnston e Janiga, 1995). Se la sua diffusione cosmopolita è forse la maggiore tra gli uccelli (Feare, 1990), egualmente grandi sono le problematiche

[§] Questo lavoro è dedicato al Dr. Antonio Pacetti, già direttore della Sezione di Bolzano dell'Istituto Zooprofilattico delle Venezie, che delle ricerche sullo stato sanitario del colombo fu iniziatore, mentore ed indimenticabile maestro.

derivanti dal suo stato sinantropico, che lo porta ad interagire negativamente con l'uomo e le sue attività. Le interazioni maggiori sono costituite da danni all'igiene e al decoro urbani, agli edifici e infrastrutture, all'agricoltura e certamente non ultimi sono i rischi sanitari derivanti dalla sua massiccia presenza nelle città (vedi per una sintesi Giunchi *et al.*, 2012).

Il colombo è infatti recettivo a un alto numero di malattie infettive (virosi, micosi, protozoonosi), molte delle quali trasmissibili direttamente all'uomo, ovvero fonte di allergeni sempre di interesse antropico (Johnston e Janiga, 1995; Haag-Wackernagel e Moch, 2004). In particolare il colombo può agire da "serbatoio", contribuendo sostanzialmente a mantenere alta l'occorrenza di tali patogeni nell'ambiente. Rischi sanitari derivano anche dall'interazione con animali selvatici con cui i colombi possono entrare in contatto, veicolando nelle città patogeni e parassiti presenti tipicamente in ambienti rurali (Rosicky, 1978). Egualmente il loro ruolo di diffusori e di serbatoio può divenire di stretto interesse epidemiologico per le specie domestiche che entrino in contatto con i colombi, causando loro sia morbilità che mortalità (Cooper, 1990). Da qui l'attenzione nel monitorare lo stato sanitario delle popolazioni urbane di colombo per prevenire quanto possibile tali evenienze.

Tra i microrganismi a cui è stata da tempo dedicata particolare attenzione per il loro interesse zoonotico, si collocano senz'altro le Chlamydiaceae, una famiglia di batteri intracellulari obbligati, composta da nove specie differenti secondo Kuo e Stephens (2011). Una di queste, *Chlamydia psittaci*, è capace di indurre sintomi di natura influenzale, potenzialmente letali senza un trattamento antibiotico, anche se i fattori che influenzano la trasmissione delle clamidia all'uomo sono ancora da comprendere in modo compiuto (Haag-Wackernagel e Moch, 2004; Magnino *et al.*, 2009; Gasparini *et al.*, 2011). *Salmonella enterica* e le sue sierovarietà non appaiono essere veicolate dal colombo se non in casi eccezionali (Haag-Wackernagel e Moch, 2004), così che esso non appare responsabile della trasmissione di salmonelle così come di altri batteri legati al cibo. Un quadro assai differente riguarda invece funghi e lieviti, la cui diffusione da parte del colombo è stata variamente indagata (Haag-Wackernagel e Moch, 2004) e sottolineata anche in Italia (Vidotto e Gallo, 1985; Gallo *et al.*, 1989).

Non trascurabile in chiave zoonotica anche la coorte di artropodi ectoparassiti del colombo, zecche *in primis*, o stazionanti nei suoi nidi, capaci di trasmettere all'uomo una serie di malattie infettive od allergiche, di stretto interesse dermatologico (Haag-Wackernagel e Spiewak, 2004; Koury e Maroli, 2004; Haag-Wackernagel e Bircher, 2009) o pneumologico quale la alveolite allergica, patologia associata con

la ripetuta esposizione a piume, desquamazioni epidermiche ed altri materiali provenienti dai colombi (Cooper, 1990).

A Bolzano l'attività di monitoraggio dello stato sanitario dei colombi è iniziata alla fine degli anni '80 del secolo scorso, come parte integrante di un organico programma di gestione dei colombi messo in atto dalla Municipalità (Baldaccini *et al.*, 2015). Tale programma è proseguito pressoché ininterrottamente fino ad oggi, con una vasta serie di analisi sia sierologiche e batteriologiche che necroscopiche alla ricerca di ecto- ed endoparassiti (Altabev *et al.*, 1991; Pacetti *et al.*, 1994; Genchi *et al.*, 1995). L'interesse per il monitoraggio sanitario era dovuto al ricorrente ritrovamento in abitazioni di zecche della specie *Argas reflexus* ed ai molti casi di attacco denunciati da cittadini. La vicinanza di ambienti rurali di foresta, fece all'inizio temere anche la possibile trasmissione da parte della zecca del colombo di encefaliti sostenute dall'agente patogeno *Borrelia burgdorferi* (Simeoni *et al.*, 1988; Genchi *et al.*, 1989), evenienza non rilevatasi in seguito reale (Fabbi *et al.*, 1995).

Qui vengono riportati i risultati delle indagini relative al periodo 2001-2009, oltre a un sommario di dati inediti relativi anche a periodi precedenti, al fine di comporre un quadro per quanto possibile completo dei monitoraggi compiuti e dunque dello stato sanitario di questa popolazione aviaria.

MATERIALI E METODI

I colombi da avviare agli esami sierologici, batteriologici e parassitologici sono stati appositamente catturati, intrappolandoli presso i siti di alimentazione programmata presenti nelle varie parti della città, così da avere campioni bilanciati per la provenienza, ma non per il sesso né per il colore ed il disegno del mantello, come conseguenza della cattura casuale di individui. Le catture sono avvenute soprattutto in febbraio-marzo e in ottobre, ma hanno interessato anche i mesi di luglio-agosto in qualche limitata occasione.

Ai singoli soggetti, dopo anestesia con etere, venivano prelevati per salasso dalla giugulare 2-4 mL di sangue, mantenendolo a 10 °C fino alla centrifugazione, isolando così il siero che veniva surgelato per gli esami sierologici. Successivamente, tramite prolungamento della anestesia, i colombi venivano sacrificati per le analisi parassitologiche.

Per la ricerca di anticorpi anti-*Chlamydia psittaci* è stato impiegato il test di fissazione del complemento; come metodo di riferimento si rimanda a quanto descritto nel Manuale di riferimento dell'OIE (Andersen, 2004). Per le analisi è stato utilizzato l'antigene "Ornitosi" commerciale (Siemens), ottenuto da tessuto-culture infettate con *Chlamydia psittaci*. I

sieri, dopo inattivazione a 58 °C +/- 2 °C per 30 minuti, sono stati esaminati dopo diluizione 1:10 in tampone veronal (TV), per lo screening. I sieri in esame sono stati considerati positivi se nel pozzetto era visibile un grado di fissazione pari o superiore al 50%. In caso di positività allo screening, i sieri sono stati successivamente titolati con diluizione per raddoppio in TV fino alla diluizione limite.

La emoagglutinazione passiva è stata impiegata per la ricerca di anticorpi anti-*Toxoplasma gondii*; mentre la immunofluorescenza indiretta per *Borrelia* sp.

La ricerca di *Salmonella* è stata effettuata mediante tamponi cloacali. Ogni tampone è stato stemperato in 9 mL di terreno pre-aricchimento non selettivo APTS, o in caso di pool di 5 tamponi in 45 mL di terreno, in modo da rispettare il rapporto campione/terreno pre-aricchimento 1:10. I campioni sono stati incubati per 18 +/- 2 ore a 37° +/- 1 °C. Successivamente, 0,1 mL di brodocultura APTS è stata inoculata su terreno di arricchimento selettivo MSRV con incubazione a 41,5 °C +/- 1°C per 24 +/- 3 ore. In caso di negatività, l'incubazione è stata protratta per ulteriori 24 +/- 3 ore. In caso di sospetta positività, la patina batterica è stata seminata con l'uso di un'ansa da 1 µL in un terreno di agar selettivo differenziale XLD e BG rispettivamente. In caso di presenza di colonie tipiche o sospette tali, la procedura prevede la conferma tramite identificazione biochimica utilizzando kit di identificazione commerciali ed un'ulteriore identificazione sierologica con sieri polivalenti se il ceppo isolato presenta il profilo biochimico tipico di *Salmonella* spp.

La ricerca di *Trichomonas columbae* avveniva tramite esame microscopico a fresco di materiale prelevato per raschiamento dalla parete dell'ingluvie; le infestazioni elmintiche venivano valutate in base alla presenza dei parassiti raccolti dal tratto gastroenterico isolato e longitudinalmente disseccato, in entrambi i casi in termini di prevalenza (numero di ospiti infestati sul totale dei controllati).

Per una valutazione del grado di presenza di zecche della specie *Argas reflexus*, dal momento che ben difficilmente questi artropodi sono rinvenibili su colombi catturati fuori dai loro nidi durante il giorno, si è proceduto alla ricerca delle loro larve (ninfe esapode di vari stadi) che invece permangono stabilmente attaccate sulla cute dei colombi, per compierci le varie mute. Per le loro piccole dimensioni ($\leq 1\text{mm}$) è necessario tuttavia sopprimere e spennare il colombo, esaminandone poi visivamente la cute, specialmente in corrispondenza del gozzo, del cordone e sotto le ali, punti preferenziali di attacco delle larve. Queste venivano staccate, passate al microscopio stereoscopico per la conferma di corretta individuazione, registrando la prevalenza di ospiti infestati ed anche il numero di larve per colombo.

RISULTATI E DISCUSSIONE

La figura 1 riassume i dati relativi alla ricerca di *Chlamydiaceae*; gli individui sieropositivi per questo microrganismo variano dal 58 all'85% degli emosieri complessivamente testati allorché siano considerati i titoli diagnostici $\geq 1/10$ (barre grigie). Quando vengono considerati solo i sierotitoli $> 1/32$ (barre nere), i tassi di prevalenza variano dal 23,5 al 76%. Almeno per quel che concerne i titoli $>$ di $1/32$, i tassi di prevalenza risultano complessivamente maggiori nel periodo 1990-92 rispetto al 2001-09 ($\chi^2_1 = 24,7$, $p < 0,001$), mentre non si riscontrano differenze significative considerando i titoli $> 1/10$ ($\chi^2_1 = 1,59$, $p = 0,2$), sebbene si debba rilevare che i dati relativi a questi ultimi siano incompleti. Le analisi condotte nel '92 hanno evidenziato le prevalenze massime riscontrate nel periodo di osservazione (Pacetti *et al.*, 1994). Le variabilità interannuali riscontrate non possono essere imputate a differenze nelle metodologie di indagine usate, in quanto tutte sono state condotte nello stesso laboratorio con gli stessi metodi. Si deve di conseguenza ammettere una forte variabilità del tasso di infezione dei colombi da parte di *Chlamydiaceae* in dipendenza di fattori intrinseci alla popolazione aviaria i cui determinanti non appaiono al momento compresi (Gasparini *et al.*, 2011; Geigenfeind *et al.*, 2012), come più avanti discusso.

Nel complesso, i tassi di sieropositività da clamidia appaiono in linea con quelli registrati in altre città italiane in cui erano state condotte indagini comparabili per metodologia diagnostica (Andreani *et al.*, 1976; Andreani, 1984; Cerri *et al.*, 1989). Il quadro è egualmente compatibile con i livelli di sieropositività riportati da Magnino *et al.* (2009) e da Geigenfeind *et al.* (2012) per diverse città europee (prevalenze riscontrate: 12,5-95,6 %, in un complesso di studi

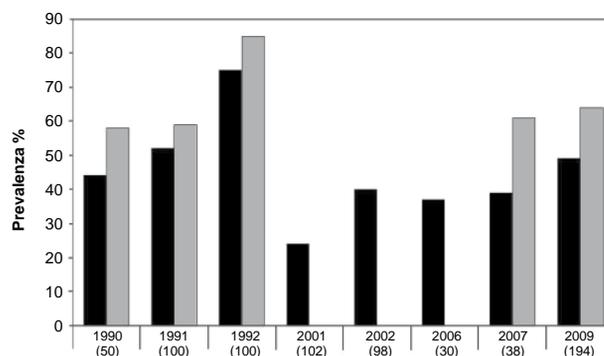


Fig. 1. Andamento delle prevalenze percentuali di sieropositività per clamidia nei colombi di Bolzano. In ascissa gli anni e le dimensioni del campione esaminato. Dati 1990-92 da Altavero *et al.* (1991) e Pacetti *et al.* (1994), rielaborati. Le barre di colore diverso si riferiscono ai sierotitoli considerati (barre grigie $\geq 1/10$; barre nere $\geq 1/32$).

che vanno dal 1966 al 2005). Come rileva Andreani (1984) tuttavia non vi è sempre corrispondenza tra sieropositività e presenza del microrganismo nel soggetto, così come colombi possono essere eliminatori di clamidia senza mostrare alcuna sieropositività per essa. Laddove direttamente comparate nella stessa popolazione, la prevalenza di escrezione risulta minore della sieroprevalenza, come dimostrato da Gasparini *et al.* (2011) per i colombi di Parigi.

Quadri epidemiologici differenti spesso conseguono al tipo di metodologia di ricerca usata e al tipo di materiale biologico prelevato (siero sanguigno, tampone faringeo o cloacale, sterco) tanto che certi quadri epidemiologici si sono ridimensionati con l'introduzione di metodologie di isolamento in cultura cellulare o di amplificazione degli acidi nucleici delle Chlamydiaceae, certamente più efficaci nell'indicare le prevalenze di individui effettivamente portatori della clamidia e non solo portatori di anticorpi anticlamidia (Geigenfeind e Haag-Wackernagel, 2010). Tali metodi hanno eliminato il pericolo di errori insito nelle tecniche di ricerca sierologica di anticorpi anticlamidia, permettendo di tracciare quadri di prevalenza che appaiono minori di quelli noti per gli anni 1970-90 od i primi anni 2000 (vedi Magnino *et al.*, 2009; Gasparini *et al.*, 2011; Geigenfeind *et al.*, 2012, e relative referenze), senza tuttavia escludere prevalenze di escrezione che in certi casi sono comparativamente alte e simili ai livelli di sieroprevalenza già altrimenti noti (53% per Madrid: Vazquez *et al.*, 2010).

Le clamidie hanno una via di trasmissione prevalentemente aerogena e solo secondariamente il contagio può avvenire per via digerente, come accade nel colombo tra genitori e prole al momento della nutrizione. I fattori determinanti il mantenimento di determinate prevalenze di positività per le infezioni da clamidia nelle popolazioni aviarie possono di conseguenza essere assai vari e difficilmente controllabili. Le condizioni di densità di popolazione, di vagilità dei soggetti o di stato riproduttivo, con il loro differente andamento stagionale, possono portare ad una variabilità intrannuale dei livelli infestativi: così Geigenfeind *et al.* (2012) hanno riscontrato una forte variazione delle prevalenze secondo i mesi di prelievo dei campioni. Egualmente Pacetti *et al.* (1994) in confronti operati tra colombi testati in marzo ed in ottobre a Bolzano, avevano rilevato differenze di prevalenza che ad una successiva analisi sono risultate statisticamente significative (58 vs 28,1%, $\chi^2 = 19,7$, $p < 0,001$; dati rielaborati dai protocolli originali per l'anno 1991). Anche il differente grado di melanismo del mantello è risultato essere un elemento di variabilità, in quanto secondo Gasparini *et al.* (2011) colombi con mantello fortemente

melanico tendono ad eliminare più Chlamydiaceae che i ceppi meno melanici, senza che tuttavia si possano evidenziare differenze nella sieroprevalenza tra *phena* differenti. Questo è stato verificato anche a Bolzano, in cui non è stato possibile dimostrare gradi differenti di infezione all'esame sierologico tra colombi con mantelli differentemente colorati (Pacetti e Baldaccini, dati inediti).

Non rilevanti nel determinare variabilità di infezione appaiono invece certi fattori di natura ambientale, in quanto colombi residenti in colombaie urbane opportunamente gestite o liberamente dispersi nel tessuto urbano, si sono rivelati non interessati da livelli di infezione statisticamente diversi (Gasparini *et al.*, 2011). Tale fatto può indicare che il microrganismo ha un ampio livello di circolazione all'interno di una data popolazione, indipendentemente dalle condizioni delle singole colonie in cui gli individui sono inseriti. I dati di Gasparini *et al.* (2011) rivelano tuttavia in modo assai interessante che l'intensità della risposta immune è inversamente correlata con la massa corporea del soggetto, lasciando presupporre che individui in buone condizioni fisiche siano capaci di mostrare una maggiore risposta immunitaria alle clamidie. Può essere così possibile migliorare tale risposta immunitaria migliorando lo stato di nutrizione dei soggetti. La pratica gestionale di fornire un adatto e continuo nutrimento ai colombi di Bolzano può dunque rivelarsi ideale sotto questo punto di vista (Baldaccini *et al.*, 2015).

Sfortunatamente, salvo qualche rara eccezione (Manfredi *et al.*, 1996; Gasparini *et al.*, 2011), le indagini sulla prevalenza della clamidia nelle popolazioni di colombo urbano mancano dei dati riguardanti l'ecologia e la morfologia dei soggetti campionati, così che risulta ben difficile comporre un quadro generale delle condizioni che possono facilitare o mantenere gli alti tassi di infezione che si sono da sempre registrati per questo microrganismo. Nel presente caso di studio le caratteristiche morfologiche e comportamentali della popolazione oggetto di indagine erano note (Baldaccini *et al.*, 2015), così da costituire un modello metodologico da applicare in future indagini epidemiologiche, sottolineando con Gasparini *et al.* (2011) l'importanza della contestualizzazione ecologica e fenologica delle popolazioni oggetto di studio.

Tutto questo in vista del fatto che le clamidie sono i più diffusi patogeni zoonotici ritrovabili nei colombi urbani, così che si può ritenere che siano commensalmente associate alle sue popolazioni in ogni parte del mondo (Haag-Wackernagel e Moch, 2004). La specie *Chlamydia psittaci* appare essere la prevalente ancorché la non esclusiva clamidia del colombo e degli altri uccelli (Gasparini *et al.*, 2011, e

relative referenze), dove si presenta caratterizzata da una grande varietà di ceppi con differenti proprietà biologiche e sierologiche. Nel colombo il genotipo B di *C. psittaci* appare quello maggiormente ricorrente (Magnino *et al.*, 2009; Gasparini *et al.*, 2011) ed anche il meno virulento per l'uomo rispetto ad altri genotipi, in particolare di quelli provenienti dal pappagallo (Andreani, 1984; Beeckman e Vanrompay, 2010). Tuttavia le possibilità di infezione dell'uomo da parte dei genotipi tipici del colombo non riguardano necessariamente individui immunodepressi (Haag-Wackernagel e Moch, 2004); da qui la necessità di un monitoraggio costante dei suoi andamenti rimane un elemento centrale tra le azioni legate alla gestione delle popolazioni urbane di colombo e di altri volatili.

La ricerca di salmonelle ha dato sempre esito negativo sia nel periodo 2001-09 (Tab. I), che in seguito (2009-15) allorché, per ragioni di economia, i test venivano condotti su di un pool di 5 tamponi. In precedenza erano stati ritrovati valori di positività del tutto sporadici nei colombi di Bolzano: nel 1990 (Altabev *et al.*, 1991) si ritrovarono sei casi su 303 individui testati (2%; esame sierologico associato al tampone cloacale); nel 1992-93 (Pacetti *et al.*, 1994) i casi di positività furono nove su 553 soggetti esaminati (1,6%; tampone cloacale). La prevalenza cresce se ad essere esaminati sono colombi rinvenuti morti per forme setticemiche, come sostenuto da Pacetti *et al.* (1994), indicando che il colombo non è estraneo alla diffusione di salmonelle nell'ambiente.

La diffusione di questo batterio nelle popolazioni di colombo (così come di altre specie animali e nell'uomo) è principalmente legata alla ingestione di acqua o cibo contaminato con deiezioni di animali infetti, senza escludere una trasmissione diretta tra madre e pulcino tramite l'uovo (Andreani, 1984). I colombi appaiono recettivi a tutti i sierotipi di salmonella, ma in particolare al tipo *Typhimurium* ed alla sua variante *Copenhagen*; quelli che sopravvivono

all'infezione divengono portatori ed eliminatori del germe per periodi anche superiori al mese, rendendo possibile il suo isolamento dalle feci o dagli organi interni anche con prevalenze non trascurabili (12% dei colombi controllati a Firenze: Andreani *et al.*, 1976). Nonostante la possibile elevata occorrenza di salmonella nel colombo di città o nelle razze domestiche, l'accertamento di una effettiva trasmissione del batterio all'uomo appare del tutto limitata se non eccezionale (Haag-Wackernagel e Moch, 2004). Ciò è assai sorprendente dal momento che la sinantropia del colombo lo porta ad una stretta vicinanza con l'uomo, creando numerose occasioni di possibile contagio. Questo basso potere di trasmissione e l'occorrenza eccezionale di colombi positivi per la salmonella riscontrata nel tempo a Bolzano, fa ovviamente ritenere questo batterio di scarso o nullo interesse zoonotico, deponendo a favore di una elevata qualità igienico-ambientale del contesto urbano bolzanino.

Un identico quadro è stato rilevato per la Febbre Q, che non ha mai dato alcun risultato di presenza nella popolazione di colombi; al contrario le prevalenze registrate per il protozoo *Toxoplasma gondii* (Sporozoi, Coccidi) sono risultate sempre assai elevate, con il caso dell'anno 2007 in cui tutti i soggetti esaminati risultarono positivi (Tab. I). Positività seriche per i batteri del genere *Borrelia* sono state registrate solo per il primo periodo di indagine con tuttavia un'incidenza molto bassa. Il vettore principale di queste spirochete è rappresentato dalle zecche dure della famiglia Ixodidae, con tuttavia una serie di vettori secondari rappresentati da insetti ematofagi. Anche la zecca del piccione *Argas reflexus* è stata sospettata di poter essere un vettore per *Borrelia burgdorferi* in provincia di Bolzano e dunque implicata nella trasmissione della "malattia di Lyme" (Genchi *et al.*, 1989). Tuttavia questo dato non è stato poi confermato, facendo scendere il livello di attenzione per la zecca del piccione riguardo a tale

Tab. I. Prevalenza dei patogeni indicati riscontrata nei vari anni. Per ciascun patogeno la prima riga riporta i colombi esaminati/positivi e la seconda la relativa prevalenza percentuale.

	2001	2002	2004	2006	2007	2009
<i>Toxoplasma gondii</i>	102/86	98/72	81/66	30/6	38/38	
%	84,5	73,5	81,5	20	100	
Febbre Q	102/0	98/0	81/0	30/0	38/0	251/0
%	0	0	0	0	0	0
<i>Borrelia sp.</i>	102/5	98/3	81/0	30/0	38/0	251/0
%	5	3	0	0	0	0
<i>Salmonella spp.</i>	102/0	98/0	81/0	30/0	38/0	251/0
%	0	0	0	0	0	0
<i>Trichomonas columbae</i>	102/30	98/51	81/7	30/12		
%	29,5	52	8,5	40		

Tab. II. Prevalenza di Elminti gastrointestinali riscontrata nel periodo indicato. Per ciascun patogeno la prima riga riporta i colombi esaminati/positivi, indipendentemente dal grado di infestazione; la seconda riga riporta la relativa prevalenza percentuale.

		2001	2002	2004
<i>Railletina bonini</i>		101/17	98/18	81/3
	%	17	18	4
<i>Baruscapillaria obsoignata</i>		101/3	98/28	81/7
	%	3	28,5	9
<i>Ascaridia columbae</i>		101/17	98/37	81/11
	%	17	38	13,5
<i>Aonchontheca caudinflata</i>		101/0	98/0	81/1
	%	0	0	1,3

evenienza (Pacetti *et al.*, 1994; Fabbi *et al.*, 1995).

Presenza maggiore ad inizio periodo si è osservata anche per il Flagellato Polimastigino *Trichomonas columbae* con prevalenze che nel 2002 interessarono circa la metà dei soggetti esaminati.

Per quanto riguarda gli elminti gastrointestinali, questi sono stati oggetto di osservazione nel periodo 2001-2004 (Tab. II); *Ascaridia columbae* (Nematoda Ascariidae), *Baruscapillaria obsoignata* (Nematoda Trichuridae) e *Railletina bonini* (Cestoda Davaineidae) sono risultate le specie più comuni con infestazioni spesso massive ed occludenti il tratto intestinale. Del tutto episodico invece il rinvenimento di *Aonchontheca caudinflata* (Nematoda Trichuridae) trovato una sola volta. Un andamento del tutto analogo è stato ritrovato da Genchi *et al.* (1995), sempre per Bolzano, ma con prevalenze decisamente maggiori pur con la stessa tecnica di ricerca degli endoparassiti.

Tra gli Artropodi ectoparassiti, la zecca del colombo *Argas reflexus* non è certamente quella di più comune rinvenimento nelle colonie di colombi (Macchioni e Marconcini, 1972), ma è senza dubbio quella di maggior interesse per la salute umana, sia per la frequenza con cui si registrano i suoi attacchi, che secondariamente per le difficoltà a debellarne la presenza dalle abitazioni da essa infestate come conseguenza della presenza di colombi (Khoury e Maroli 2004; Haag-Wackernagel e Bircher 2009). Come indice di infestazione dei colombi di Bolzano è stata privilegiata la ricerca delle larve di *Argas*, che a differenza degli adulti permangono di solito sull'ospite per diversi giorni, staccandosene solo per mutare (vedi Materiali e Metodi). La percentuale di individui che ospitava almeno una larva di *Argas*, è risultata dell'11,4% su 559 colombi esaminati nel marzo ed ottobre del 1990-1992 e nell'agosto 1993, mentre il numero massimo di larve ritrovate su di un singolo esemplare è stato di 37, con il 43,8% che ne ospitava più di una. Il numero di colombi infestati

in marzo è sempre risultato maggiore (20% su 248 esaminati). Una situazione del tutto simile era stata ritrovata anche nel periodo 1988-89 con il 37 % di colombi infestati in marzo (n= 50) contro il 6,7 % in ottobre (n= 253; $\chi^2 = 48,2$, $p < 0,001$). Tale differenza stagionale poteva essere imputata alle condizioni invernali, momento in cui i colombi stazionano più a lungo assieme nei posatoi notturni, oltre che al ciclo riproduttivo della zecca.

Nel periodo 2001-2009, la ricerca di larve ha dato al contrario esito largamente negativo, con il ritrovamento del tutto sporadico di individui infestati (< 1%; n. massimo di larve per individuo = 2).

In letteratura non è stato trovato alcun riscontro relativo all'occorrenza di colombi infestati da *Argas*, salvo il dato di Macchioni e Marconcini (1972) per colombaie toscane, che giudicano il parassita come "scarsamente diffuso". Tuttavia la tecnica di ricerca delle larve restituisce senza dubbio una immagine più veritiera delle infestazioni, in quanto la possibilità di ritrovare adulti sui colombi è limitata dal fatto che la loro attività è largamente notturna, staccandosi dall'ospite dopo il pasto di sangue e rifugiandosi altrove. Non possiamo quindi giudicare in termini comparativi l'entità delle infestazioni ritrovate, ma è patente il fatto che ci sia stata a Bolzano una netta diminuzione dell'infestazione da *Argas* dopo gli anni '90. Tenuto conto che le ricerche di larve sono state fatte quasi esclusivamente in marzo, periodo di maggior occorrenza dei ritrovamenti, dagli stessi operatori, il dato è poco verosimilmente casuale od errato. La eliminazione delle colonie di maggiori dimensioni conseguenti al piano di gestione messo in atto a Bolzano (Baldaccini *et al.*, 2015) possono di conseguenza aver positivamente influito sulla occorrenza della zecca nel tessuto urbano.

CONCLUSIONI

Il quadro sullo stato sanitario del colombo che risulta dalle presenti indagini ha almeno due punti di positività: il primo è relativo all'assenza di casi di salmonellosi tra i colombi esaminati; il secondo invece riguarda la netta e perdurante diminuzione dell'occorrenza di esemplari infestati da larve di zecca del piccione, che lascia supporre una rarefazione di questo artropode nell'ambiente cittadino di Bolzano. Tutto questo depone a favore di un migliorato quadro zoonotico ed igienico-sanitario del contesto urbano, a cui non possono essere considerati estranei gli sforzi di contenimento e gestione integrata della popolazione di colombi portati avanti dalla Municipalità bolzanina sin dal 1988 (Baldaccini *et al.*, 2015). Riguardo alla presenza degli altri patogeni indagati, questi hanno dato quadri del tutto congrui con quanto noto in letteratura, confermando per il colombo un ruolo di serbatoio,

specialmente per l'occorrenza di clamidie (Magnino *et al.*, 2009; Geigenfeind *et al.*, 2012). Questo batterio ha uno stretto e continuo legame con le popolazioni di colombo, nelle quali si riscontrano prevalenze fluttuanti sia a livello interannuale che intrannuale, ma comunque elevate. I fattori che determinano tali alte prevalenze sono senz'altro plurimi, concorrendovi sia fattori ambientali che biologici, ben lontani tuttavia da essere compiutamente compresi (Gasparini *et al.*, 2011).

Dalle indagini condotte, risulta una occorrenza elevata anche per i protozoi *Toxoplasma* e *Tricomonas*, da considerare ospiti comuni del colombo, con potenzialità di trasmissione all'uomo per il primo, mentre il secondo si sostiene con reinfestazioni tra genitori e nidiacei. Gli endoparassiti gastrointestinali non hanno valenza zoonotica ma costituiscono senz'altro un fattore di pericolo per gli altri uccelli, a cui possono essere trasmessi; il grado di infestazione può essere molto elevato in termini di numero medio di parassiti per ospite, come già rilevato da Genchi *et al.* (1995)

per Bolzano e da Manfredi *et al.* (1996) per Trento, con rischio di determinare occlusione intestinale nei casi più gravi.

Se molti dei patogeni e parassiti ospiti del colombo sono specie di esclusivo interesse aviario, altrettanti e in particolare le clamidie costituiscono un effettivo rischio sanitario per l'uomo. Un rischio tanto maggiore quanto più le popolazioni di colombo sono sviluppate nei centri urbani e intensa è la loro sinantropia. Porre in essere strategie di contenimento del loro numero diviene così cruciale in vista di un miglioramento delle condizioni di igiene e decoro urbano e parallelamente della riduzione del rischio sanitario per gli umani.

Ringraziamenti

Desideriamo ringraziare tutti coloro che hanno partecipato alle catture dei colombi e alle indagini effettuate. Siamo grati al Comune di Bolzano per averci permesso di condurre queste indagini sanitarie all'interno del programma di contenimento della popolazione di colombi urbani.

BIBLIOGRAFIA

- Altavere R., Baldaccini N.E., Lombardo D., Mongini E., Pacetti A., Ragionieri L., Simeoni J., 1991. I colombi di Bolzano: note morfologiche, ecologiche, zoonitarie. In: *Atti del 2° Convegno Intern. "Malattie Infettive nell'Arco Alpino"*, Susi allo Sciliar, 21-23 marzo 1991. Prov. Autonoma di Bolzano. 32-33.
- Andersen A.A., 2004. Avian chlamydiosis. In: *Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals (Terrestrial Manual)* (5th edition). Office International des Epizooties, Paris: 856-867.
- Andreani E., Tasselli E., Tolari F., Marraghini M., 1976. Indagini sulla diffusione dell'ornitosi e della salmonellosi nei colombi della città di Firenze. *Ann. Fac. Vet. Pisa*, **29**: 45-58.
- Andreani E., 1984. Il colombo come portatore e trasmettitore di agenti infettivi per l'uomo. In: *Giornata di studio: I Piccioni in città, Siena 16 marzo 1984*. Comune di Siena, Siena: 29-42.
- Baldaccini N.E., Lombardo D., Mongini E., Giunchi D., 2015. I colombi della città di Bolzano: interventi di gestione e caratteristiche della popolazione. *Biologia Ambientale*, **29** (2): 9-20 (questo volume).
- Beeckman D.S., Vanrompay D.C., 2010. Biology and intracellular pathogenesis of high or low virulent *Chlamydia psittaci* strains in chicken macrophages. *Vet. Microbiol.*, **141**: 342-353.
- Cerri D., Andreani E., Farina R., Perelli G., 1989. Indagine sieropidemiologica sulla diffusione della Chlamidiosi in piccioni di città della Toscana. *Atti Soc. Ital. Sc. Vet.*, **43**: 801-804.
- Cooper J.K., 1990. Feral pigeons and human health. In: *Feral pigeons: biology, problems, control*. B.T.O., London: 9-10.
- Fabbi M., Sambri V., Marangoni A., Magnino S., Solari Basano F., Cevenini R., Genchi C., 1995. *Borrelia burgdorferi* infection: no serological evidence of *Borrelia burgdorferi* infection. *J. Vet. Med. B*, **42**: 503-507.
- Feare C.J., 1990. Feral pigeons: biology, problems, control. In: *Feral pigeons: biology, problems, control*. B.T.O., London: 1.
- Gallo M. G., Cabeli P., Vidotto V., 1989. Sulla presenza di lieviti patogeni nelle feci di colombo torraiuolo (*Columba livia*, Gmelin 1789, forma urbana) della città di Torino. *Parassitologia*, **31**: 207-212.
- Gasparini J., Erin N., Bertin C., Jacquin L., Vorimore F., Frantz A., Lenouvel P., Laroucau K., 2011. Impact of urban environment and host phenotype on the epidemiology of *Chlamydiaceae* in feral pigeons (*Columba livia*). *Environm. Microbiol.*, **13**: 3186-3193.
- Geigenfeind I., Haag-Wackernagel D., 2010. Detection of *Chlamydia psittaci* from feral pigeons in environmental samples: problems with currently available techniques. *Integrative Zool.*, **5**: 63-69.
- Geigenfeind I., Vanrompay D., Haag-Wackernagel D., 2012. Prevalence of *Chlamydia psittaci* in the feral pigeon population of Basel, Switzerland. *J. Med. Microbiol.*, **61**: 261-265.
- Genchi C., Magnino S., Pacetti A., Simeoni J., Di Sacco B., Falagiani P., 1989. *Argas reflexus*, possibile vettore di *Borrelia burgdorferi*. *Giornale Malattie Infettive e Parassitarie*, **34**: 403-408.

- Genchi C., Manfredi M.T., Pacetti A., Baldaccini N.E., 1995. Parassitismo gastrointestinale di *Columba livia*: distribuzione e fruizione ambientale. *Atti Soc. It. Sc. Veterinarie*, **44**: 753-754.
- Giunchi D., Albores-Barajas Y.V., Baldaccini N.E., Vanni L., Soldatini C., 2012. Feral pigeons: Problems, Dynamics and Control Methods. In: Soloneski S. (ed). *Integrated Pest Management and Pest Control – Current and Future Tactics*. In Tech, Rijeka: 215-240.
- Haag-Wackernagel D., Bircher A. J., 2009. Ectoparasites from feral pigeons affecting humans. *Dermatology*, **220**: 89-92.
- Haag-Wackernagel D., Moch H., 2004. Health hazards posed by feral pigeons. *J. Infection*, **48**: 307-313.
- Haag-Wackernagel D., Spiewak R., 2004. Human infestation by pigeon fleas (*Ceratophyllus columbae*) from feral pigeons. *Ann. Agric. Environ. Med.*, **11**: 343-346.
- Johnston R.F., Janiga M., 1995. *The Feral Pigeons*. Oxford University Press, London, 320 pp.
- Koury C., Maroli M., 2004. La zecca del piccione *Argas reflexus* (Acari: Argasidae) ed i rischi per la salute umana. *Ann. Ist. Super. Sanità*, **40**: 427-432.
- Kuo C., Stephens R., 2011. Family 1. Chlamydiae. In: Whitman W.B. (ed), *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, 2nd ed. Springer, New York: 845-865.
- Lever C., 1987. *Naturalized birds of the world*. J. Wiley, New York, 615 pp.
- Macchioni G., Marconcini A., 1972. Artropodi ectoparassiti del piccione. *Ann. Fac. Med. Veter. Pisa*, **25**: 240-270.
- Magnino S., Haag-Wackernagel D., Geigenfeind I., Helmecke S., Dovc A., Prukner-Radovic E., Residbegovic E., Ilieski V., Laroucau K., Donati M., Martinov S., Kaleta E.F., 2009. Chlamydial infections in feral pigeons in Europe: Review of data and focus on public health implications. *Vet. Microbiol.*, **135**: 54-67.
- Manfredi M.T., Fabbi M., Magnino S., Rizzoli A., Genchi C., 1996. Rilievi sanitari sulla popolazione di colombi (*Columba livia* forma *domestica*) della città di Trento. In: *I colombi della città di Trento*. Centro di Ecologia Alpina, n. 7, Trento: 63-68.
- Pacetti A., Fabbi M., Altavere R., Lombardo D., Manfredi M. T., Armati S., Massaria F., Genchi C., 1994. Stato sanitario del colombo nella città di Bolzano. In: *Atti del 3° Convegno Internaz. "Malattie Infettive nell'Arco Alpino"*, Susi allo Sciliar, 24-26 marzo 1994. Prov. Autonoma di Bolzano: 46-47.
- Rosicky B., 1978. Animals, parasites and zoonoses in different types of urban areas. *Folia Parasitologica*, **25**: 193-200.
- Simeoni G., Stanek B., Cacciapuoti L., Cicerini K., Kob P., Conci A., Pacetti A., Ruatti I., 1988. *Argas reflexus*: un trasmettitore della *Borrelia burgdorferi*? In: *Atti del 1° Convegno Intern. "Malattie Infettive nell'Arco Alpino"*, Susi allo Sciliar, 17-19 marzo 1988. Prov. Autonoma di Bolzano: 19-20.
- Vidotto V., Gallo M.G., 1985. Study on the presence of yeasts in the feces of the rock pigeon (*Columba livia* Gmelin 1789) from rural areas. *Parassitologia*, **27**: 313-320.
- Vazquez B., Esperon F., Neves E., Lopez J., Ballesteros C., Munoz M.J., 2010. Screening for several potential pathogens in feral pigeon (*Columba livia*) in Madrid. *Acta Vet. Scand.*, **52**: 45.

Caratterizzazione morfologica e molecolare della flora microalgale dei fanghi del Centro Termale Pausilya Terme di Donn'Anna (Napoli, Campania)

Antonella Giorgio*, Francesco Aliberti, Federica Carraturo, Giuseppe Gargiulo, Marco Guida

Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Napoli Federico II, Via Cinthia, 21 – 80126 Napoli

* Referente per la corrispondenza: antonella.giorgio@unina.it

Pervenuto il 25.9.2015; accettato il 16.10.2015

RIASSUNTO

I fanghi termali sono stati ampiamente utilizzati fin dall'antichità per le loro proprietà benefiche. Essi sono costituiti da una miscela di argilla e acqua termale, arricchita da sostanze organiche di origine metabolica. Le specifiche proprietà terapeutiche sono attribuibili ad una ricca microflora algale, costituita principalmente da cianobatteri, alghe verdi e diatomee. Tra le sostanze di origine biologica si annoverano lipidi, carotenoidi e ficocianine le cui proprietà antiinfiammatorie, antiossidanti e antireumatiche sono ormai ben documentate. Nel presente lavoro sono riportati i risultati di uno studio preliminare condotto su un fango termale maturo al fine di caratterizzare la microflora algale in esso presente. A tale scopo sono state utilizzate tecniche di microscopia ottica e di biologia molecolare (estrazione del DNA, PCR ambientali, sequenziamento). I risultati hanno rivelato una biodiversità algale notevole, e la presenza di specie appartenenti a generi molto diffusi, tra cui *Leptolyngbya*, *Scenedesmus*, *Navicula*, *Amphora* e *Cladophora*.

PAROLE CHIAVE: Fango termale / Cianobatteri / Diatomee / Biologia molecolare / Microscopia

Morphological and molecular characterization of microalgal community in thermal muds of Pausilya Terme (Naples, Italy)

Thermal muds have been used since ancient times for their beneficial properties. Muds consist of clay, mineral thermal waters and organic substances derived from metabolic activities. A complex microalgal community, consisting of cyanobacteria, green algae and diatoms, are responsible for the therapeutic effects of peloids. Biological components of peloids are represented by lipids, carotenoids and phycocyanin whose anti-inflammatory, antireumatic and antioxidant properties are well documented. In this paper, the results of a preliminary study regarding the determination of microalgae of thermal mud are reported. Microscopic and molecular techniques were employed (DNA extraction, environmental PCR, sequencing). Results show a significant microalgal biodiversity in samples and a great number of taxa belonging to widely-diffused genera such as *Leptolyngbya*, *Scenedesmus*, *Navicula*, *Amphora* and *Cladophora*.

KEYWORDS: Thermal muds / Cyanobacteria / Diatoms / Molecular biology / Microscopy

INTRODUZIONE

I fanghi termali sono stati ampiamente utilizzati fin dall'antichità per le loro proprietà benefiche (Summa e Tateo, 1999; Minguzzi *et al.*, 1999; Viseras e Galindo, 1999). I fanghi sono particolarmente indicati in campo cosmetico e medico, per la cura della cellulite, nelle affezioni reumatiche croniche, nei processi di rigenerazione nei postumi di fratture, nelle affezioni croniche dei bronchi, dell'orecchio, del naso e della gola. Tecnicamente si definiscono fanghi o peloidi le melme ipertermalizzate (o ipertermali) derivate dalla mescolanza di

una frazione solida argillosa con una componente liquida termo-minerale (acqua termale). Quest'ultima può avere caratteristiche di salinità differenti ed essere di derivazione marina o lacustre. Dal processo di mescolamento dipendono le proprietà specifiche dei fanghi termali, tra cui il tenore idrico, la consistenza, l'adesività, la capacità termica, la capacità di raffreddamento e la capacità di scambio (Summa e Tateo, 1998). Una componente organica, prodotta dal metabolismo biologico di una specifica comunità microbica termofila non patogena,

rende il fango maturo e conferisce ad esso specifiche proprietà benefiche (Sanchez *et al.*, 2002; Veniale *et al.*, 2004; Tserenpil *et al.*, 2010; Suarez *et al.*, 2011). L'intero processo di maturazione avviene in apposite vasche, nelle quali si assiste all'unione tra la componente argillosa inorganica del fango termale depurata e l'acqua termale. L'impasto è generalmente tenuto in continuo mescolamento a una temperatura di circa 60°C e a intensità luminose costanti. Questo rappresenta lo stadio critico per lo sviluppo della microflora algale che, a sua volta, influenzerà l'intero processo di maturazione dell'argilla (Centini *et al.*, 2015). Data la notevole variabilità dei parametri chimico-fisici dei fanghi e delle acque termali di cui sono composti, in essi si possono ritrovare organismi diversi, tra i quali batteri, protozoi, microalghe e cianobatteri (Tolomio *et al.*, 1999; 2002; 2004).

Tra i possibili colonizzatori dei fanghi termali i cianobatteri risultano i più abbondanti in termini di biomassa. Inoltre, in quanto specie pioniere, creano biofilm di considerevole ampiezza sulla superficie colonizzata. Numerosi studi scientifici hanno inoltre dimostrato la relazione tra i cianobatteri e la produzione di diversi composti bioattivi, come ad esempio le ficocianine, i flavonoidi, gli acidi grassi poliinsaturi, gli esopolisaccaridi, che possono essere sfruttati in diverse applicazioni, tra le quali le terapie mediche (Eriksen, 2008; Sivonen e Börner, 2008). Numerosi studi hanno infatti dimostrato l'attività antiossidante dei flavonoidi oltre che le proprietà antiinfiammatorie e antitumorali delle ficocianine (Cao *et al.*, 1997; Bath e Madyastha, 2001).

Il lavoro è stato svolto in collaborazione con il centro termale Pausilya Terme di Donn'Anna (Napoli, Campania), nell'ambito della concessione di ricerca mineraria. L'obiettivo è stato quello di caratterizzare, da un punto di vista morfologico e molecolare, la flora microalgale naturalmente presente nei fanghi termali e responsabile delle loro proprietà benefiche.

MATERIALI E METODI

I campioni di fango termale sono stati prelevati dalle vasche di maturazione del complesso termale e trasferiti in condizioni asettiche in laboratorio. Prima del prelievo il fango è stato omogenato, al fine di ottenere un campione rappresentativo da sottoporre ad analisi. Per l'analisi in laboratorio è stato preferito un approccio multidisciplinare, basato su tecniche colturali, microscopiche e molecolari. Le tecniche colturali sono volte alla preparazione di colture monoalgali; solo dopo le metodiche di isolamento è possibile procedere all'identificazione microscopica (Normal 9/88). In questo modo è più immediata e semplice la caratterizzazione morfologica e la classificazione tassonomica dei microorganismi, in base all'osservazione delle caratteristiche

fenotipiche.

A tal fine una parte del campione è stata inoculata in terreni di coltura liquidi e solidi. In particolare sono stati utilizzati i terreni Bold Basal Medium (Bischoff e Bold, 1963), Blue Green 11 (Castenholz, 1988) e WC Medium (Guillard e Lorenzen, 1972) per consentire la crescita rispettivamente di alghe verdi, cianobatteri e diatomee che, da analisi bibliografiche, rappresentano i principali componenti fotosintetici dei fanghi termali.

I campioni sono stati conservati in termostato ad una temperatura di $30 \pm 2^\circ\text{C}$ e ad un'intensità luminosa di circa $7,6 \text{ W m}^{-2}$ (PAR) con fotoperiodo di 12/12 ore. Ogni 15 giorni le colture sono state rinnovate al fine di garantire alle comunità microbiche una completa disponibilità delle sostanze nutritive necessarie per la crescita e per garantire il mantenimento della variabilità specifica dei fanghi oggetto di studio. Per un ottimale riconoscimento morfologico delle diatomee presenti all'interno del campione, le colture algali sono state ossidate con perossido di idrogeno a caldo 130 volumi, adattando il protocollo previsto da Apat (2007). Le analisi di microscopia sono state eseguite su un'aliquota di campione in coltura tramite l'utilizzo del microscopio ottico Nikon Eclipse E800 con ingrandimenti 400X, 600X e 1000X; sono state scattate microfotografie degli organismi osservati per l'allestimento di un database per il successivo riconoscimento tassonomico. L'identificazione tassonomica delle microalghe è stata effettuata utilizzando monografie e tavole di riconoscimento tassonomico e impiegando quali elementi diagnostici, la forma e dimensione cellulare, presenza e assenza del pirenoide, numero e forma del cloroplasto, lunghezza e larghezza dei filamenti (Bourrelly, 1986; Van den Hoek *et al.*, 1995). Il riconoscimento morfologico delle diatomee si è basato su specifici caratteri sistematici presenti nella parete cellulare di queste alghe: forma e dimensioni del frustulo, numero e disposizione delle strie e delle fibule e delle coste. La determinazione delle diatomee sino al livello di specie è stata fatta consultando le monografie di Krammer e Lange-Bertalot (1986; 1988; 1991a; 1991b), i testi di riferimento (Krammer 1992; 2000; 2002), Lange-Bertalot (1993; 2001) e Werum and Lange-Bertalot (2004).

Le tecniche di biologia molecolare basate sull'analisi di specifiche sequenze di DNA sono state utilizzate per individuare microorganismi a crescita lenta e difficile. Tali tecniche richiedono una ridotta quantità di campione su cui condurre le analisi e consentono di ottimizzare le informazioni sul tipo di microorganismi che colonizzano i fanghi termali. È stato utilizzato il metodo cTAB di Doyle e Doyle (1987) per estrarre il DNA genomico dai campioni. La purezza e la concentrazione del DNA estratto sono state stimate mediante corsa elettroforetica su gel di agarosio 0,8% in tampone TAE 0,5% per circa 40' a 70V. Una stima

più precisa della quantità del DNA estratto è stata eseguita al NanoDrop 1000 (Thermo Scientific). La caratterizzazione genetica è stata condotta secondo un approccio multigenico, mediante l'utilizzo di diversi marker molecolari (Nubel *et al.*, 1997; Bruder e Medlin, 2007). Per l'identificazione della componente algale è stata utilizzata la coppia di primer A: EuKA1F (5'-CTGGTTGATCCTGCCAG-3') e EuK516Rev (5'-ACCAGACTTGCCCTCC-3'), specifica per una regione di DNA ribosomiale 18S di lunghezza pari a 500bp. Per la componente cianobatterica è stata amplificata una specifica regione del DNA ribosomiale 16S utilizzando la coppia di primer B: Cya371F (5'-CCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATTTTCAC-3') e Cya783Rev (5'-GACTACAGGGGTATCTAATCCCT-3'), con prodotto di amplificazione atteso lungo circa 400bp. Per la componente diatomica è stata utilizzata la coppia di primer C: Dia18SF (5'-AGTAGTCATACGCTCGTCT-3') e Dia18SR (5'-AAGGTTTAGACAAGTTCTCG-3'). I prodotti di amplificazione sono stati analizzati attraverso elettroforesi su gel di agarosio alla concentrazione di 1,5 % in tampone TAE 0,5 % e, utilizzando un marcatore a peso molecolare noto, ne è stata stimata la concentrazione.

Per ciascun prodotto di amplificazione è stata ottenuta una sequenza consenso attraverso sequenziamento automatico (Genetic Analyzer mod. 3130_Applied Biosystems). Le reazioni di amplificazione sono state eseguite secondo il protocollo standard del BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit (Life Technologies). La sequenza ottenuta da ciascun clone è stata editata, controllata con programma Bioedit e utilizzata per le successive analisi di riconoscimento tassonomico in GenBank, attraverso il database online del NCBI (National Center for Biotechnology Information).

RISULTATI

Le tecniche colturali, seguite dalle osservazioni al microscopio ottico, hanno permesso l'identificazione solo di alcune delle specie microalgali facenti parte della biomassa fotosintetica, in particolare cianobatteri, alghe verdi e alcune diatomee. Le analisi molecolari hanno confermato la presenza dei taxa identificati su base microscopica ed hanno consentito l'identificazione di microorganismi presenti anche in tracce, la cui caratterizzazione morfologica è risultata difficile. Tra questi *Scenedesmus* sp., *Chlamydomonas* sp., *Pseudococcomyxa simplex* (Mainx) Fott 1981, *Monodus* sp. e *Coccomyxa* sp.

Le analisi di microscopia ottica hanno evidenziato la presenza di organismi unicellulari (solitari e in colonie filamento), attribuibili per morfologia al genere *Leptolyngbya* (Classe Cyanophyceae, Ordine Oscillatoriales, Famiglia Pseudanabaenaceae). I filamenti di questo cianobatterio al microscopio si presentano lunghi, solitari o raggruppati in intrecci privi di organizzazione; sono generalmente arcuati, isopolari con le cellule apicali tonde o leggermente coniche (Fig. 1).

Le cellule di ciascun filamento sono isodiametriche, sviluppate nel senso della lunghezza; il contenuto, omogeneo, appare al microscopio privo di granulazioni specifiche. Caratteristica è la colorazione blu-verde dei filamenti. Altri organismi identificati morfologicamente appartengono alla famiglia delle Nostocaceae (Ordine Nostocales). Si tratta di cianobatteri filamentososi la cui caratteristica metabolica rilevante è la capacità di fissare l'azoto atmosferico. I filamenti, non ramificati, sono formati da cellule tondeggianti e sono rivestiti da sostanze mucillaginose (Fig. 2).

Gli individui attribuibili su base morfologica al

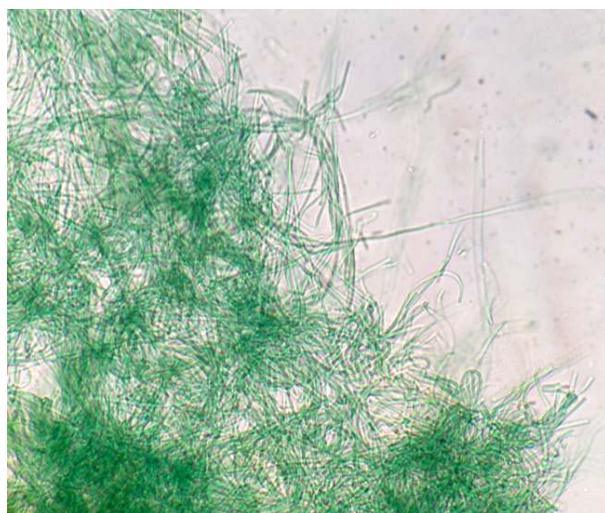


Fig. 1. *Leptolyngbya* sp. A: Osservazione microscopica ad ingrandimento 400X; B: Osservazione ad ingrandimento 1000X.

genere *Cladophora* (Classe Ulvophyceae, Ordine Cladophorales, Famiglia Cladophoraceae) hanno l'aspetto di lunghi filamenti ramificati, le cui cellule possiedono un cloroplasto in posizione parietale e numerosi nuclei (Fig. 3).

Le analisi di microscopia ottica hanno evidenziato anche la presenza di numerose diatomee, appartenenti ai generi *Navicula*, *Gomphonema*, *Nitzschia* e *Amphora*. Tra le specie rappresentative si annoverano *Navicula cincta* (Ehrenberg) Ralfs in Pritchard 1861, *Gomphonema acuminatum* Ehrenberg 1832, *Amphora ovalis* (Kützing) Kützing 1844, *Surirella brebissonii* Krammer and Lange-Bertalot 1987, *Rhoicosphenia abbreviata* (C. Agardh) Lange-Bertalot 1980, *Cocconeis placentula* Ehrenberg 1838 e *Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith 1856 (Fig. 4).

CONCLUSIONI

Le analisi morfologiche e molecolari condotte sui campioni di fango provenienti dal complesso termale Pausilya hanno evidenziato la presenza di numerosi microorganismi, appartenenti a differenti gruppi tassonomici tra cui cianobatteri, alghe verdi e diatomee. La presenza di questi microorganismi, in aggiunta alle caratteristiche fisico-chimiche intrinseche dei fanghi, ne spiegherebbe le proprietà benefiche in quanto responsabili della secrezione di sostanze metabolicamente attive (Gerwick *et al.*, 2008; Sivonen e Börner, 2008) tra cui carotenoidi e sostanze lipidiche. Ulteriori analisi potrebbero essere condotte sui fanghi in fasi di maturazione successive, per evidenziarne la maggior complessità biologica. Infatti, trattandosi di campioni di origine ambientale non è da escludere la possibi-

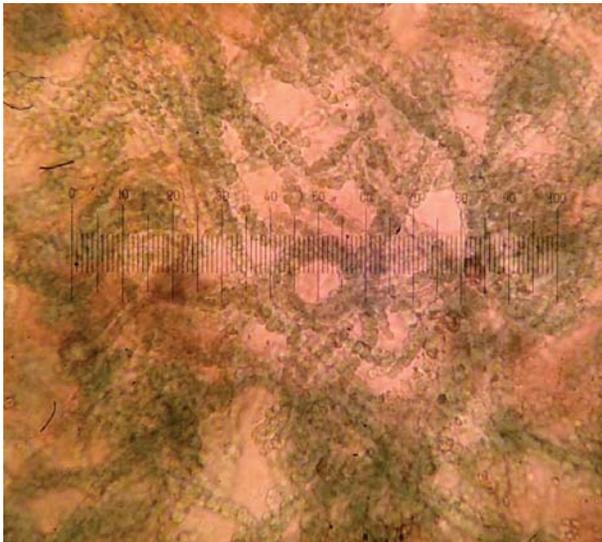


Fig. 2. Porzione di film biologico costituito principalmente da individui appartenenti alla famiglia Nostocaceae. Osservazione microscopica ad ingrandimento 400X.

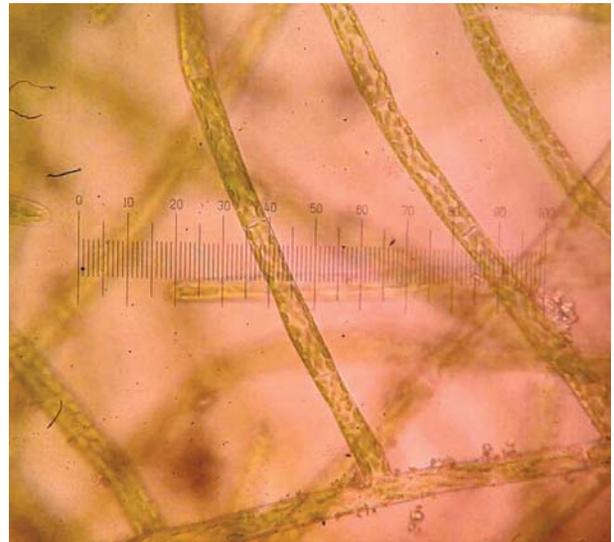


Fig. 3. *Cladophora* sp. presente nel fango termale in esame. Osservazione microscopica ad ingrandimento 400X.

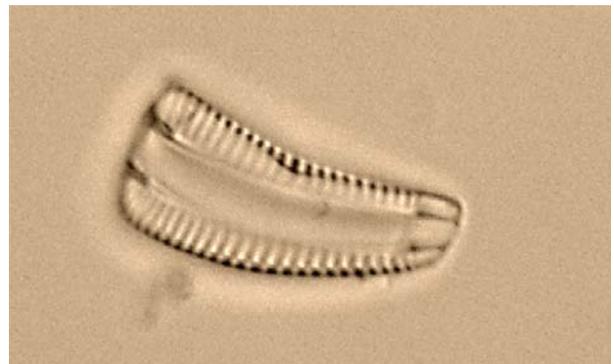
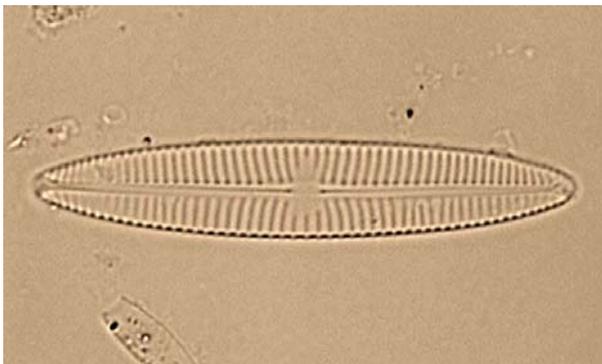


Fig. 4. Microfotografie delle diatomee *Navicula tripunctata* (a sinistra) e *Rhoicosphenia abbreviata* (a destra).

lità di differenziamento dei consorzi investigati, espressa in termini di variazione quantitativa e/o qualitativa della biodiversità. *Cladophora* sp. così come dimostrato in altri studi scientifici (Soltani *et al.*, 2011) possiede note capacità antiossidanti e antimicrobiche.

Le analisi molecolari hanno evidenziato la presenza di specie microalgali non patogene, la cui attività

metabolica, secondo quanto riportato in letteratura (Gerwick *et al.*, 2008; Sivonen e Börner, 2008) è responsabile della produzione di acidi grassi, lipidi e altre macromolecole. Ulteriori studi sono in via di sviluppo, al fine di caratterizzare le classi di molecole secrete e valutare il loro coinvolgimento nell'organizzazione strutturale della matrice oltre che le eventuali proprietà terapeutiche.

BIBLIOGRAFIA

- Apat, 2007. *Campionamento ed analisi delle diatomee bentoniche dei corsi d'acqua* - Metodi biologici per le acque. Parte I.
- Bhat V.B., Madyastha K.M., 2001. Scavenging of peroxy-nitrite by phycocyanin and phycocyanobilin from *Spirulina platensis*: protection against oxidative damage to DNA. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, **285** (2): 262-266.
- Bischoff H.W., Bold, H.C., 1963. Some soil algae from Enchanted Rock and related algal species. *Phycological Studies* IV. University of Texas, **6318**: 1-95.
- Bourelly P., 1986. *Les Algues d'Eau Douce. Tome III. Les Algues Bleues et Rouges, Les Eugléniens, Peridiniens et Cryptomonadines*. Second Edition. N. Boubée et Cie, Paris.
- Bruder K., Medlin L.K., 2007. Molecular assessment of phylogenetic relationships in selected species/genera in the naviculoid diatoms (Bacillariophyta). I. The genus *Placoneis*. *Nova Hedwigia*, **85**: 331-352.
- Cao C., Sofic E., Prior R.L., 1997. Antioxidant and prooxidant behavior of flavonoids: structure-activity relationship. *Free Radical Biology & Medicine*, **22**: 749-760.
- Centini M., Tredici M.R., Biondi N., Buonocore A., Maffei Facino R., Anselmi C., 2015. Thermal mud maturation: organic matter and biological activity. *International Journal of Cosmetic Science*, **1**: 1-9.
- Castenholz R. W., 1988. Culturing methods for cyanobacteria. *Methods in Enzymology*, **167**: 68-93.
- Doyle J.J., Doyle J.L., 1987. A rapid DNA isolation procedure from small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Analysis*, **19**: 11-15.
- Eriksen N.T., 2008. Production of phycocyanin – a pigment with applications in biology, biotechnology, foods and medicine. *Applied Microbiology and Biotechnology*, **1**: 1-14.
- Gerwick W.H., Coates R.C., Engene N., Gerwick L., Grindberg R.V., Jones A.C., Sorrels C.M., 2008. Marine Cyanobacteria produce exciting potential pharmaceuticals. *Microbe* **3**: 277-284.
- Guillard R.R.L., Lorenzen C.J., 1972. Yellow-green algae with chlorophyllide C. *Journal of Phycology*, **8**: 10-14.
- Krammer K., 1992. *Pinnularia*, eine monographie der europäischen taxa. *Bibliotheca Diatomologica*, **26**: 1-353.
- Krammer K., 2000. The genus *Pinnularia*. In: Lange-Bertalot, H. (ed.), *Diatoms of Europe*, 1. A.R.G. Gantner Verlag, Ruggell, 572 pp..
- Krammer K., 2002. *Diatoms of Europe. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats. Cymbella*, vol. 3. A.R.G. Gantner Verlag K.G, Ruggell, 530 pp.
- Krammer K., Lange-Bertalot H., 1986. *Süßwasswasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae 1, Naviculaceae*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 876 pp.
- Krammer K., Lange-Bertalot H., 1988. *Süßwasswasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae 2, Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 596 pp.
- Krammer K., Lange-Bertalot H., 1991a. *Süßwasswasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae 3, Centrales, Fragilariaceae, Eumotiaceae*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 576 pp.
- Krammer K., Lange-Bertalot H., 1991b. *Süßwasswasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae 4, Achnantheaceae, Literaturverzeichnis*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 437 pp.
- Lange-Bertalot H., 1993. 85 *New Taxa*, 2/1-4. J. Cramer, Berlin, 453 pp.
- Lange-Bertalot H., 2001. Diatoms of Europe. *Diatoms of the European inland waters and comparable habitats. Navicula sensu stricto. 10 Genera Separated from Navicula sensu lato*. Frustulia, vol. 2. A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 526 pp.
- Minguzzi V., Morandi N., Tagnin S., Tateo F., 1999. Le argille curative in uso negli stabilimenti termali emiliano-romagnoli: verifica della composizione e delle proprietà. *Mineralogica et Petrographica Acta*, **XLII**: 287-298.
- Normal 9/88, 1988. *Microflora autotrofa ed eterotrofa: tecniche di isolamento in coltura*. Istituto Centrale del Restauro-Commissione Normal, ICR-CNR, Rome, Italy.
- Nubel U., Garcia-Pichel F., Muyzer G., 1997. PCR primers to Amplify 16S rRNA genes from cyanobacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, **63** (8): 3327-3332.
- Sanchez C.J., Parras J., Carretero M.I., 2002. The effect of maturation upon the mineralogical and physico-chemical properties of illitic-smectitic clays for pelotherapy. *Applied Clay Science*, **37**: 457-463.
- Sivonen K., Börner T., 2008. Bioactive compounds produced by cyanobacteria. In Herraro, A., Flores E. (ed.), *The cyanobacteria: Molecular Biology, Genomics and Evolution*: 159-197, Caister Academic Press, Norfolk.
- Soltani S., Saadatmand S., Khavarinejad R., Nejadstarrati T., 2011. Antioxidant and antibacterial activities of *Cladophora glomerata* (L.) Kütz. in Caspian Sea Coast, Iran. *African Journal of Biotechnology* **10** (39): 7684-7689.
- Suarez M., Gonzales P., Dominguez R., 2011. Identification of organic compounds in San Diego de los Baños Peloid (Pinar del Rio, Cuba). *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, **17**: 155-165.
- Summa V., Tateo F., 1998. The use of pelitic raw materials in thermal centres: mineralogy, geochemistry, grain-size and leaching tests. Examples from Lucania area (southern

- Italy). *Applied Clay Science*, **12**: 403-417.
- Summa V., Tateo F., 1999. Geochemistry of two peats suitable for medical uses and their behavior during leaching. *Applied Clay Science*, **15**: 477-489.
- Tolomio C., Ceschi-Berrini C., De Apollonia F., Galzigna L., Masiero L., Moro I., Moschin E., 2002. Diatoms in the thermal mud of Abano Terme, Italy (Maturation peloid). *Algological study* **105**: 11-27.
- Tolomio C., Ceschi-Berrini C., Moschin E., Galzigna L., 1999. Colonization by diatoms and antirheumatic activity of thermal muds. *Cell Biochemistry and Function*, **17**: 29-33.
- Tolomio C., De Apollonia F., Moro I., Ceschi-Berrini C., 2004. Thermophilic microalgae growth on different substrates and at different temperature in experimental tanks in Abano Terme (Italy). *Algological study* **111**: 145-157.
- Tserenpil Sh., Dolmaa G., Voronkov M.G., 2010. Organic matters in healing muds from Mongolia. *Applied Clay Science*, **49**: 55-63.
- Van den Hoek C., Mann D. G., Jahns H. M., 1995. *Algae: an introduction to phycology*. Cambridge, University Press, Cambridge. 627 pp.
- Veniale F., Barberis E., Carcangiu G., Morandi N., Setti M., Tamanini M., 2004. Formulation of muds for pelotherapy: effects of "maturation" by different mineral waters. *Applied Clay Science*, **25**: 135-148.
- Viseras C., Lopez Galindo A., 1999. Pharmaceutical applications of some Spanish clays (sepiolite, palygorskite, bentonite): some preformulation studies. *Applied Clay Science*, **14**: 69-82.
- Werum M., Lange-Bertalot H., 2004. Diatoms in springs from Central Europe and elsewhere under the influence of hydrogeology impacts. In: H. Lange-Bertalot (ed.), *Iconographia Diatomologica*. 13: Koeltz, Koenigstein: 417 pp.

Il siluro (*Silurus glanis* Linnaeus, 1758) nelle acque del Lago di Massaciuccoli: un rischio per la biodiversità

Paolo Ercolini

Via di Coli e Spezi, 2653/b – 55054 Piano del Quercione (LU); paolo.ercolini@alice.it

Pervenuto l'8.1.2016; accettato il 21.1.2016

Riassunto

Una delle maggiori problematiche ambientali degli ultimi decenni è rappresentata dal calo della diversità biologica in vari ambienti del pianeta. Le cause sono molteplici e quasi tutte riconducibili all'azione dell'uomo, responsabile dei molti cambiamenti. Il Lago di Massaciuccoli (Toscana nord occidentale), non è rimasto immune dagli impatti antropici capaci di alterarne l'habitat acquatico. Tra questi l'introduzione di specie aliene, in cui s'inserisce il caso del siluro (*Silurus glanis*) segnalato con il presente lavoro. Una delle ipotesi sull'introduzione della specie potrebbe essere legata alla sua presenza in altre acque della regione, che ne ha favorito il trasferimento nel lago. L'evento si aggiunge a quelli a suo tempo segnalati per l'ecosistema lacustre del Massaciuccoli, dovuti in gran parte alla scarsa consapevolezza dei potenziali rischi che può arrecare all'intera catena trofica l'introduzione di una specie aliena.

PAROLE CHIAVE: *Silurus glanis* / specie aliene / Lago Massaciuccoli

The European catfish (*Silurus glanis*, Linnaeus, 1758) in the waters of Massaciuccoli Lakes: a risk to biodiversity

One of the most important environmental problems of last decades is the fall of biological diversity in various planetary environments. The main cause is human action, responsible of many changes. The Massaciuccoli Lake (north western Tuscany) wasn't immune from anthropic impacts capable to alter aquatic habitat. Among them the introduction of alien species Sheatfish (*Silurus glanis*) as we find in this work. One of the hypotheses on its introduction may be due on his presence in the province waters and the input of it in the lake ones. This event is added to those reported by time about the lacustrine ecosystem of Massaciuccoli due in large part to low awareness of potential risks that an alien species can cause to the entire environmental food chain.

KEY WORDS: *Silurus glanis* / alien species / Massaciuccoli Lake

INTRODUZIONE

Nel corso degli anni le acque del Lago di Massaciuccoli (Toscana nord-occidentale: Fig. 1), hanno visto l'introduzione di numerose specie ittiche invasive, già a partire dai primi anni del '900 con *Gambusia holbrookii*, immessa per contrastare l'anofelismo tipico delle aree umide del territorio nazionale (A.A. V.V., 1983).

Nel corso d'indagini a carattere scientifico, promosse durante gli anni '90 dall'Ente Parco Regionale

Migliarino San Rossore Massaciuccoli per approfondire le cause dell'eutrofizzazione lacustre, furono individuate 26 specie ittiche di cui 16 estranee alle acque interne italiane (Alessio *et al.*, 1994). Tra le varie specie identificate, vi fu il caso di un esemplare inizialmente classificato quale siluro (*Silurus glanis*), ma che in realtà, a seguito di successivi accertamenti, fu assegnato al genere *Clarias* (Alessio *et al.*, 1997). Con tutta probabilità si era trattato di un'immissione

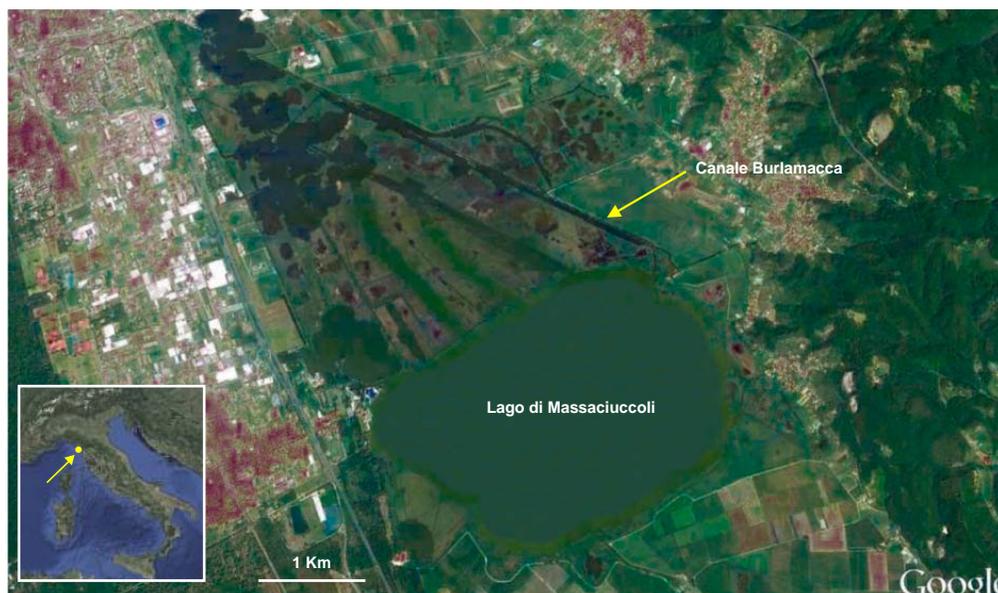


Fig. 1. Area d'indagine: il Lago di Massaciuccoli con la rete dei suoi canali, tra i quali il Burlamacca, suo emissario.

occasionale e non in grado di originare fenomeni di acclimatazione.

Sempre in quegli anni altre specie furono immesse accidentalmente nell'area umida lacustre, come il gambero rosso americano (*Procambarus clarkii*) (Baldaccini, 1995) che, dopo essersi acclimatato in quelle acque, si diffuse in molti altri ambienti della Toscana e d'Italia (Gherardi *et al.*, 1999).

Il siluro, originario dell'Europa centro-orientale (Tortonese, 1970), si è acclimatato ormai da qualche tempo negli ambienti acquatici del centro-nord italiano (Nocita e Zerunian, 2007) e sembra si stia sempre più diffondendo anche al resto del paese (De Bonis *et al.*, 2015). In questo lavoro se ne segnala la presenza nell'area del Massaciuccoli, dove sembra aver costituito una popolazione ormai stabile.

Il siluro nel Massaciuccoli

La presenza del siluro nell'area del Massaciuccoli fu evidenziata per la prima volta con la cattura di alcuni esemplari nel 2004 (Chelucci, 2005). Si trattava di catture sporadiche di soggetti che non sembravano ancora in grado di acclimatarsi, benché all'epoca fossero già state osservate alcune femmine con uova in stadio di maturazione incompleto. Nessun'altra segnalazione pervenne alle autorità competenti fino ai primi anni del successivo decennio, quando nel lago iniziarono a verificarsi catture frequenti degli stadi giovanili.

Evidentemente, durante il periodo trascorso, la specie ha avuto modo di acclimatarsi e diffondersi nel comprensorio lacustre costituendo pertanto una popolazione consistente e stabile. Una delle ipotesi sulla sua introduzione potrebbe essere correlata

all'accertata presenza della specie in alcuni laghetti privati della provincia di Lucca (Gualtieri *et al.*, 2008) e nelle acque dell'Arno (Nocita, 2007), e al possibile successivo trasferimento d'individui nelle acque del lago. A oggi sono molti i pescatori che catturano nelle acque del Massaciuccoli siluri con taglie che variano dai pochi centimetri di lunghezza a oltre il metro. Segno evidente che questa specie è stata in grado di adattarsi pienamente e di riprodursi

Tab. I. Raccolta dati dei siluri catturati nel corso del 2015 nelle acque del canale Burlamacca, principale emissario del Lago di Massaciuccoli.

Data	L.T. (cm)	Peso (g)	Sesso	Età stimata (anni)*	Contenuto gastrico
23 aprile	46,5	500	F	2,7	vuoto
23 aprile	30,5	160	F	1,7	vuoto
23 aprile	37	324	M	1,7	p.d.
23 aprile	24,5	85	M	0,7	vuoto
12 maggio	43,5	550	F	1,7	p.d.
14 maggio	53,7	1000	F	2,7	p.d.
14 maggio	35,6	300	F	1,7	p.d.
8 giugno	57	1200	M	2,7	vuoto
8 giugno	30	150	F	1,7	p.d.
8 giugno	28	100	M	1,7	p.d.
8 giugno	32,5	230	F	1,7	p.d.
8 giugno	35	200	M	1,7	p.d.
8 giugno	33	180	M	1,7	p.d.

Legenda: L.T. = Lunghezza totale; F = femmina;
M = maschio; p.d. = pesce digerito.

* secondo Riva *et al.*, 2004.

altrettanto facilmente.

In base ad alcune osservazioni effettuate nel corso del 2015, si è notata una maggiore frequenza delle catture della specie; questa appare sempre più dominante nelle acque del comprensorio umido rispetto al 2014, anche se in quell'anno furono catturati esemplari con taglie del tutto ragguardevoli, fino a 100 cm di lunghezza e circa 5 kg di peso. A titolo di esempio si riportano (Tab. I) i dati di alcune catture effettuate sia con bilance sia con canne da pesca, nei mesi di aprile, maggio e giugno 2015, per un totale di 13 esemplari, tutti provenienti dal canale Burlamacca, principale emissario del Massaciuccoli (Fig. 2).

Oltre ai dati di peso, lunghezza e sesso, è stato analizzato il contenuto gastrico che per tutti gli esemplari è risultato costituito da porzioni di pesce in avanzato stato di decomposizione, pertanto non più identificabile. È stata inoltre stimata l'età sulla base dei dati sperimentali riportati da Riva *et al.* (2004) per una popolazione di siluro distribuita nelle acque della provincia di Mantova.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

La sorprendente capacità di adattamento e di espansione del siluro sono dovute in gran parte, oltre che alla sua elevata capacità riproduttiva (Zerunian, 2002), anche alle spiccate cure parentali dei piccoli (De Bonis *et al.*, 2015).

Il principale problema che si pone di fronte ad una specie come il siluro, è rappresentato dalla necessità di competere con un organismo la cui taglia adulta supera di oltre due volte quella di un luccio. Ciò fa riflettere sul potenziale impatto nei confronti dell'ittiofauna locale. Analizzando alcuni dati sulla biologia di questa specie (Riva *et al.*, 2004), si rileva la notevole predisposizione del siluro quale spiccato opportunist, variando la sua dieta dagli invertebrati ai pesci. Questi ultimi sembrano divenire dominanti negli individui di taglia maggiore di 50 cm.

Gli adulti in certi periodi dell'anno predano preferibilmente l'anguilla (*Anguilla anguilla*) (Guillerault *et al.*, 2015), specie riconosciuta a rischio di forte contrazione nell'emisfero settentrionale sia per la pesca eccessiva sia per l'inquinamento (Ciccotti, 2007). Tale comportamento acuisce l'impatto di questa specie alloctona sulle acque del Massaciuccoli, senza considerare che il siluro entra in competizione con le altre specie predatrici presenti nel comprensorio, come il luccio, che nel caso del Massaciuccoli è già costretto a una riduzione del proprio areale a causa di altre specie ittiche predatrici od opportuniste aliene, come il persico trota (*Micropterus salmoides*).

Dall'esame dei pochi dati raccolti sembra che il siluro si trovi pienamente a suo agio nelle acque del



Fig. 2. Giovane esemplare di siluro pescato nel giugno 2015 nelle acque del canale Burlamacca (foto dell'Autore).

Massaciuccoli dove, tra le varie prede, trova anche il gambero rosso americano, abbondante nell'intera area umida lacustre e specie a quanto sembra del tutto appetibile. Negli stomaci di siluri studiati in acque francesi (Martino *et al.*, 2011), infatti, sono stati spesso rinvenuti resti del crostaceo in percentuali piuttosto elevate, fino al 79%.

L'esistenza del siluro nelle acque del Massaciuccoli conferma la continua espansione della specie sul territorio italiano (Nocita e Zerunian, 2007) e pone la questione in termini di competizione tra le specie presenti.

La presenza di specie invasive come il siluro rende molto problematica la conservazione della diversità biologica di un qualsiasi habitat acquatico in cui esso viene a trovarsi. L'animale solitamente ben si adatta a nuovi ambienti, prospera e si riproduce grazie anche al fatto che l'area in cui viene immesso spesso è già degradata per la frequente presenza di altre specie aliene invasive; si pensi ad esempio a organismi molto competitivi e opportunisti, come il carassio (*Carassius carassius*) o il pesce gatto (*Ameiurus melas*); ma a causare il definitivo declino della fauna ittica, sembra essere proprio il siluro. Ciò è quanto affermano Castaldelli *et al.* (2013) per i canali ricadenti nella parte inferiore del bacino del fiume Po. Analoghe considerazioni circa il danno ambientale causato da questo pesce sono state fatte per alcuni bacini idrici dell'Albania (Shumka *et al.*, 2008).

La consapevolezza delle abitudini di questa specie invasiva e dei potenziali rischi che essa può arrecare a tutto l'ecosistema lacustre del Massaciuccoli, dovrà spingere gli enti preposti ad intraprendere un serio programma di eradicazione o almeno contenimento, coerentemente con la necessità di conservazione della diversità biologica dell'area umida, come bene di tutti, troppo spesso negli anni trascurata e dimenticata.

BIBLIOGRAFIA

- A.A. V.V., 1983. *Dal Calambrone al Burlamacca*. Nistri-Lischi Ed., Pisa, 141 pp.
- Alessio G., Baldaccini G.N., Bianucci P., Duchi A., Esteban Alonso J., 1994. Fauna ittica e livello trofico del lago di Massaciuccoli: dati preliminari. In Cenni M. (ed.) *Atti del seminario "Problemi di eutrofizzazione e prospettive di risanamento del Lago di Massaciuccoli"* Massarosa, dic. 1992. Parco Naturale Migliarino San Rossore Massaciuccoli, Pisa: 167-180.
- Alessio G., Duchi A., Bercelli M., Baldaccini G.N., Bianucci P., 1997. Interrelazione tra ittiofauna e eutrofizzazione nel lago di Massaciuccoli. In Cenni M., (Ed.), *Lago di Massaciuccoli 13 ricerche finalizzate al risanamento. 2° contributo*. Ente Parco Regionale Migliarino San Rossore Massaciuccoli, Documento Tecnico n. 13: 347-378.
- Baldaccini G.N., 1995. Considerazioni su alcuni macroinvertebrati dell'area umida del Massaciuccoli (Toscana). *Il Bacino del Massaciuccoli*. Collana di Indagini Tecniche e Scientifiche. Consorzio Idraulico di II Categoria. Pacini Editore, Pisa: 91-103.
- Castaldelli G., Pluchinotta A., Milardi M., Lenzone M., Giari L., Rossi R., Fano E.A., 2013. Introduction of exotic fish species and decline of native species in the lower Po basin, north-eastern Italy. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystem: 1-13*.
- Chelucci L., 2005. *I pesci del comprensorio del Massaciuccoli. Check list, distribuzione, note biologiche*. Tesi di Laurea, Università di Pisa, Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali.
- Ciccotti E., 2007. Il caso dell'anguilla europea, tra gestione e conservazione. *Biologia Ambientale*, **21** (2): 57-66.
- De Bonis S., Giorgio A., Sirignano F., Di Donato S., Di Placido F., Guida M., 2015. Presenza di *Silurus glanis* Linnaeus, 1758, nel bacino del fiume Volturno (Campania). *Biologia Ambientale*, **29** (1): 62-67.
- Gherardi F., Baldaccini G.N., Barbaresi S., Ercolini P., De Luise G., Mazzoni D., Mori M., 1999. The situation in Italy. *Crayfish in Europe as alien species. How to make the best of a bad situation?* (eds. F. Gherardi & D.M. Holdich), pp. 107-128. A.A. Balkema, Rotterdam.
- Gualtieri M., Mecatti M., Cecchi G., Gattai K., 2008. Il siluro (*Silurus glanis*) nelle acque toscane: diffusione e caratteristiche biometriche. Abstract 3° Workshop "La sfida delle invasioni biologiche: come rispondere?" Amm. Prov. Siena: p. 41.
- Guillerault N., Delmotte S., Poulette N., Santoul F., 2015. *Etudes des interactions du Silure glane (Silurus glanis) avec l'ichtyofaune métropolitaine*. Technical Report. Onema (Office National de l'Eau et de Milieu Aquatiques) Ecolab (Laboratoire Ecologique Fonctionnelle et Environnement): 1-77.
- Martino A., Ranta J.S., Crivelli A., Cereghino R., Santoul F., 2011. Is European catfish a threat to eels in southern France? *Aquatic Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* **21**: 276-281.
- Nocita A., 2007. La fauna ittica del bacino dell'Arno. *Biologia Ambientale*, **21** (2): 97-105.
- Nocita A., Zerunian S., 2007. L'ittiofauna aliena nei fiumi e nei laghi d'Italia. *Biologia Ambientale*, **21** (2): 93-96.
- Riva M.A., Puzzi C. M., Trasforini S., 2004. Alimentazione ed accrescimento del siluro (*Silurus glanis* L.) in provincia di Mantova. *Biologia Ambientale*, **18** (1): 139-144.
- Shumka S., Paparisto A., Grazhdani S., 2008. Identification of non-native freshwater fishes in Albania and assessment of their potential threats to the national biological freshwater diversity. *BALWOIS Conference, 21-31 May 2008, Ohrid, Republic of Macedonia, Proceedings*: 230-242.
- Tortonese E., 1970. *Fauna d'Italia vol. X. Osteichthyes. Pesci ossei*. Edizioni Calderini Bologna, 565 pp.
- Zerunian S., 2002. *Condannati all'estinzione? Biodiversità, biologia, minacce e strategie di conservazione dei pesci d'acqua dolce indigeni in Italia*. Edagricole, Bologna, 220 pp.

Indagine sull'ittiofauna del bacino del Fiume Reno in Provincia di Pistoia

Alessio Mandolini¹, Marco Ferretti^{2*}

¹ Scuola di Agraria - Università di Firenze: Piazzale delle Cascine, 18 - 50144 Firenze

² Provincia di Pistoia - Servizio Agricoltura, Patrimonio Naturale Ittio-faunistico: Via T. Mabellini 9 51100 Pistoia

* Referente per la corrispondenza: ma.ferretti@provincia.pistoia.it

Pervenuto il 8.6.2015; accettato il 27.10.2015

RIASSUNTO

L'Amministrazione Provinciale di Pistoia ha pubblicato la propria Carta Ittica nell'anno 2002 sulla base dei campionamenti effettuati l'anno precedente. Al fine di proporre un aggiornamento di tale documento, per quanto concerne il bacino del Fiume Reno è stato condotto uno studio riguardante le comunità ittiche presenti, facendo utilizzo dei più recenti strumenti di interpretazione dei dati (Indice ISECI). I campionamenti sono stati effettuati nelle medesime aree già individuate per la stesura della Carta Ittica provinciale per valutare le possibili variazioni, con l'aggiunta di altre stazioni situate in corpi idrici non presi in considerazione in precedenza. La vocazione ittica è risultata ciprinicola per il Fiume Reno e salmonicola per gli altri corpi idrici del bacino. Tutte le stazioni campionate, con l'esclusione della stazione 2 situata nel corpo idrico principale, hanno ottenuto valori dell'ISECI che vanno dal buono all'elevato, soddisfacendo quindi quanto previsto dalla Direttiva Quadro sulle Acque, secondo cui i corpi idrici devono rientrare almeno nello stato ecologico "buono" (II Classe) entro il 2015. Non sono state rinvenute specie aliene, in quanto la trota fario (*Salmo trutta trutta*) è stata considerata specie parautoctona, non tenendo quindi in considerazione il ceppo di appartenenza.

PAROLE CHIAVE: Carta Ittica / Salmonidi / Ciprinidi / Indice ISECI

Survey of fishes in the Reno River (Province of Pistoia, Tuscany)

The Provincial Administration of Pistoia (Tuscany) published its fishes map in 2002, based on the samples carried out in 2001. We have conducted a study on the fish communities to propose an update of that document concerning the Reno River, using the most recent Italian index (ISECI Index). We collected the samples in the same areas considered in 2001 to evaluate the possible variations, with the addition of other sampling stations located in other rivers. Based on the fish samples and on the value of ISECI index, the Reno River is a minnows type river. The other rivers show a salmonids type. We did not find alien species.

KEYWORDS: Fishes map / Salmonids / Ciprinids / ISECI index

INTRODUZIONE

La corretta gestione delle popolazioni animali selvatiche ha assunto negli ultimi anni un'importanza sempre maggiore. Sotto questa luce anche il patrimonio ittiofaunistico è diventato oggetto di maggior interesse (Comunità Europea, 2000; Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 2009). Analogamente è cresciuta la consapevolezza di come sia obbligatorio il supporto di strumenti tecnico-scientifici per la definizione delle corrette scelte operative. Uno di questi strumenti è

rappresentato dalle carte ittiche, le quali svolgono un ruolo programmatico fondamentale a livello provinciale ai fini della redazione del Piano Ittico, fornendo informazioni sugli ambienti fluviali, riguardanti sia le comunità acquatiche sia le caratteristiche degli ambienti in cui esse vivono (Regione Autonoma Valle d'Aosta, 1997; AIIAD, 2013). I piani ittici provinciali sono indicati negli strumenti normativi, regolamentari e pianificatori della Regione Toscana (Regione Toscana, 2005a, 2005b e 2012) per la pro-

grammazione delle attività tese alla conservazione, incremento e riequilibrio delle popolazioni ittiche, per assicurarne la corretta fruibilità nel rispetto dei principi di tutela e salvaguardia degli ecosistemi acquatici. Le carte ittiche, per svolgere il proprio ruolo di supporto alle varie amministrazioni pubbliche, necessitano però di periodici aggiornamenti e integrazioni.

Lo scopo del presente studio è, appunto, un aggiornamento e integrazione della Carta Ittica della Provincia di Pistoia per quanto riguarda il bacino del Fiume Reno.

Lo studio è stato svolto nel territorio della Provincia di Pistoia, la cui Amministrazione ha provveduto alla pubblicazione della propria Carta Ittica Provinciale nell'anno 2002 (Pascale, 2002) e del Piano Ittico Provinciale nel 2013 (Provincia di Pistoia, 2013).

L'ittiofauna come elemento di qualità biologica delle acque

Per la classificazione dello stato dei corsi d'acqua superficiali, la Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE confronta i valori di una serie di elementi di qualità (biologica, idromorfologica e fisico-chimica) con i rispettivi valori delle condizioni di riferimento tipiche specifiche (caratteristiche dello stato inalterato). Per l'elemento di qualità biologica "fauna ittica" Zerunian (2004; 2007) ha proposto l'Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (ISECI), in seguito adeguato (Zerunian *et al.*, 2009) al fine di renderlo pienamente rispondente ai requisiti della Direttiva 2000/60/CE.

Un passo fondamentale per la classificazione dello stato ecologico è dunque l'identificazione delle *condizioni di riferimento*, nelle quali ad ogni elemento di qualità viene attribuito il valore massimo e, di conseguenza, anche l'indice raggiunge il suo valore massimo.

Per l'individuazione della comunità ittica attesa Zerunian *et al.* (2009) suggeriscono di tenere conto dei seguenti elementi:

- indagini faunistiche pregresse riguardanti il corpo idrico in studio (tra le quali indagini storiche e la Carta Ittica Provinciale)
- posizione geografica del corpo d'acqua in esame (da mettere in relazione con le conoscenze zoogeografiche sulla fauna ittica italiana)
- tipi di habitat presenti nel tratto di corso d'acqua in esame (da mettere in relazione con le conoscenze sull'ecologia della specie).

Per quanto riguarda la composizione delle comunità ittiche attese il territorio italiano è stato suddiviso in 9 zone (Zerunian *et al.*, 2009) seguendo due principali criteri:

- divisione su base zoogeografica (Regione padana, Regione italico peninsulare, Regione insulare)
- divisione su base ecologica o longitudinale (Zona dei Salmonidi, Zona dei Ciprinidi a deposizione litofila,

Zona dei Ciprinidi a deposizione fitofila).

Ad ognuna delle zone identificate corrisponde una propria comunità ittica attesa. Tuttavia è da precisare che tale comunità è assegnata a livello teorico e va ricomposta con le conoscenze pregresse sulle comunità locali al fine di evitare un errato calcolo dell'indice.

In fase preliminare va quindi individuata la comunità ittica attesa effettiva (ad esempio per il Fiume Reno, la Regione Padana zona appenninica a destra del Fiume Po: Zerunian *et al.*, 2009), sia su base storico-bibliografica e del sistema di zonazione sopra descritto, sia sull'osservazione diretta degli habitat effettivamente o potenzialmente presenti.

MATERIALI E METODI

Tra i bacini idrografici già presi in considerazione dalla Carta Ittica provinciale è stato scelto quello del Fiume Reno; il corso d'acqua nasce dal Massiccio delle Lari, a 1133 metri di altitudine e scorre per circa 30 km in territorio provinciale fino alla località Setteponti (370 m s.l.m.). L'estensione del bacino imbrifero in territorio pistoiese è di 137 km². L'intera area risulta scarsamente antropizzata e con radi centri abitati di rilievo. Tutti i corpi idrici del bacino appartengono alla Regione Padana e sono classificati dalla Provincia di Pistoia nel proprio Piano Ittico (Provincia di Pistoia, 2013) a vocazione salmonicola.

Per perseguire le finalità dello studio sono stati effettuati campionamenti quantitativi nelle medesime stazioni già prese in considerazione per la stesura del documento del 2002, integrate con altre stazioni (Fig. 1).

I campionamenti sono stati effettuati nei mesi di luglio e agosto 2013, facendo ricorso alla tecnica dell'elettropesca con una lunghezza variabile dei tratti indagati da 60 a 110 metri in funzione delle caratteristiche idriche e morfologiche (Pascale, 1999a; 1999b).

La metodologia di campionamento quantitativo prevede di effettuare due passaggi ripetuti nel medesimo tratto di corso d'acqua. Con l'esecuzione di questa pratica si è potuto procedere alla determinazione della stima del popolamento ittico per ogni specie (numero probabile), mediante il calcolo del seguente rapporto:

$$P = m^2 / m - n$$

dove P rappresenta il numero probabile, m il numero di pesci catturati al primo passaggio, n il numero di pesci catturati al secondo passaggio (Gualtieri *et al.*, 2009). Tutti i pesci sono stati sottoposti, dopo la determinazione della specie, al rilevamento delle biometrie quali il peso espresso in grammi e la lunghezza totale in centimetri. Sono stati misurati, stimati e calcolati vari parametri riguardanti sia l'ambiente sia la componente animale.

Fra i numerosi parametri ambientali rilevati sono stati utilizzati nel presente lavoro la larghezza media dell'alveo bagnato e la lunghezza del tratto per stimare la superficie campionata, necessaria al calcolo della densità

e della biomassa di ogni specie. Gli altri parametri sono stati utilizzati per la caratterizzazione idromorfologica dei tratti campionati.

Non sono stati misurati parametri fisico-chimici come temperatura delle acque o ossigeno disciolto, in quanto

questo studio era volto a valutare le acque partendo esclusivamente da elementi riferiti alle comunità ittiche presenti. Per una caratterizzazione completa dei corpi idrici si potrebbe valutare a posteriori la possibilità di analizzare le acque attraverso parametri chimici.

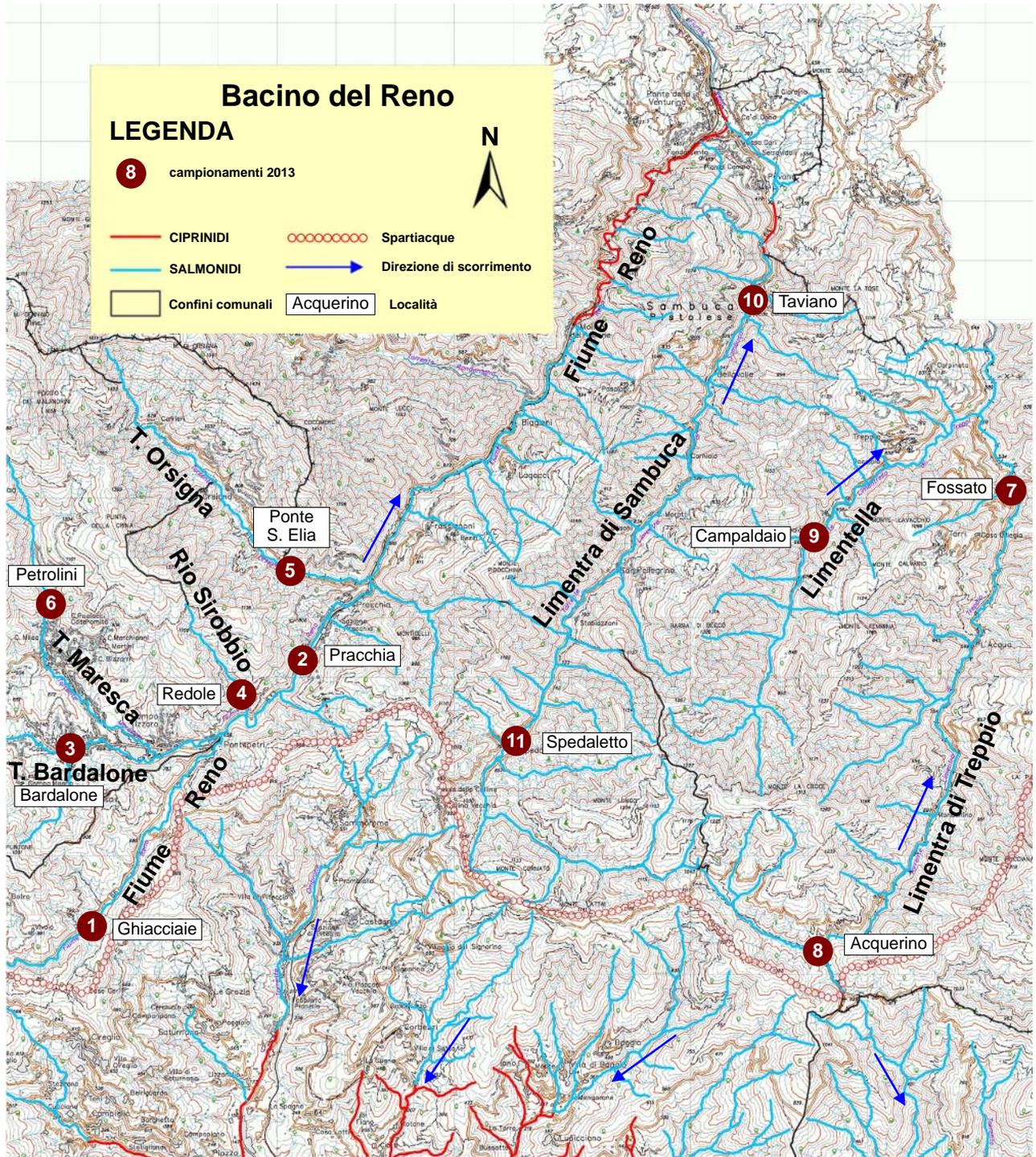


Fig. 1. Stazioni di campionamento, corsi d'acqua interessati e loro vocazione, ripresi dal Piano Ittico (Provincia di Pistoia, 2013).

Le misure somatiche sono servite anche per la determinazione di un indice corporeo denominato *fattore di condizione* (F.C. = peso totale x 100 / lunghezza totale³) o *indice di corpulenza* (Le Cren, 1951), utile alla caratterizzazione della conformazione corporea dei pesci, in quanto permette di valutarne lo sviluppo muscolare. Il valore di questo indice è stato calcolato sia per ogni singolo individuo sia come media per ciascuna specie.

Considerando quanto previsto da Zerunian *et al.* (2009) nella definizione delle zone geografico-ecologiche fluviali, per il calcolo dell'indice ISECI è stata considerata la vocazione salmonicola e l'appartenenza alla Regione zoogeografica Padana.

Per la definizione delle comunità ittiche attese, partendo da quelle indicate da Zerunian *et al.* (2009), è stato deciso di considerare per le acque a Salmonidi la trota fario (*Salmo (trutta) trutta*), indicandola come specie parautoctona (Zerunian, 2012) e lo scazzone (*Cottus gobio*), non considerando la trota marmorata (*Salmo (trutta) marmoratus*), il temolo (*Thymallus thymallus*) e la sanguinerola (*Phoxinus phoxinus*) che sono tipiche solo dei corsi d'acqua in sinistra idrografica del Fiume Po e quindi mai presenti nell'area indagata.

All'interno del bacino idrografico del Fiume Reno in Provincia di Pistoia sono state campionate 11 stazioni, situate sia nell'asta principale che nei torrenti suoi affluenti: Maresca, Limentra di Sambuca, Orsigna, Limentra di Treppio, Limentrella, Bardalone e Rio Sirobbio (Tab. I).

I risultati sono stati confrontati con quelli contenuti nella Carta Ittica del 2002 e, dove possibile, con il documento della Regione Toscana del 1988 (Consorzio regionale di idrobiologia e pesca, 1988).

Tab. I. Numero stazioni e località suddivisi per corpo idrico.

Corpo idrico	Numero stazione e località	
Fiume Reno	1 - Ghiacciaie	
	2 - Pracchia	
	Torrente Bardalone	3 - Bardalone
	Rio Sirobbio	4 - Redole Petrucci
	Torrente Orsigna	5 - Ponte di Sant'Elia
	Torrente Maresca	6 - Trotilcoltura Petrolini
	Torrente Limentra di Treppio	7 - Fossato
		8 - Acquerino
	Torrente Limentrella	9 - Campaldao
	Torrente Limentra di Sambuca	10 - Taviano
		11 - Spedaletto

Tab. II. Risultati campionamenti trota fario suddivisi per stazione.

Stazione	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Peso medio (g)	78,33	74,67	73,49	135,92	60,06	30,48	63,88	55,00	54,25	61,76	78,78
Lunghezza media (cm)	18,3	18,3	18,0	22,6	15,4	12,9	17,1	16,5	16,0	17,3	17,6
Densità (ind./m ²)	0,02	0,16	0,36	0,47	0,47	1,49	0,33	0,63	0,17	0,08	0,31
Biomassa (g/m ²)	1,81	12,02	26,74	63,73	28,38	45,28	21,08	34,73	9,10	5,03	24,62
Fattore di condizione	1,13	1,18	1,13	1,14	1,20	1,11	1,09	1,04	1,15	1,11	1,10

Per le due stazioni di campionamento in comune sono inoltre stati messi in relazione i dati dell'indice ISECI ottenuto in questo lavoro con quello degli indici biologici e chimici calcolati durante il monitoraggio dell'ARPAT (Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana) relativo alle acque superficiali interne di fiumi, laghi e acque di transizione nei campionamenti del triennio 2010-2012 (ARPAT, 2013). Gli indici calcolati nel monitoraggio ARPAT ai sensi del DM 260/2010 riguardano lo stato ecologico e lo stato chimico. Lo stato ecologico è stato elaborato dai risultati ottenuti per gli elementi di qualità biologica, LIMeco e per gli inquinanti chimici. Lo stato chimico è stato elaborato dai risultati ottenuti per le sostanze prioritarie e pericolose. È importante sottolineare che per la determinazione della qualità biologica non è stato considerato l'aspetto relativo alla componente fauna ittica che, invece, è alla base dell'ISECI.

RISULTATI

Considerando l'intero bacino è stata riscontrata la presenza delle seguenti specie: trota fario *Salmo (trutta) trutta* (Linnaeus, 1758), scazzone *Cottus gobio* (Linnaeus, 1756), vairone *Leuciscus souffia* (Risso, 1826), cavedano *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758), ghiozzo padano *Padogobius martensi* (Gunther, 1861), barbo padano *Barbus plebejus* (Bonaparte, 1839).

Il cavedano, il barbo padano e il ghiozzo padano sono stati catturati esclusivamente nelle stazioni di campionamento situate nel Fiume Reno, con valori non elevati di densità, fatta eccezione nella Stazione 1 del cavedano (0, 24 ind./m² e 65) e del ghiozzo padano (0,06 ind./m² e 16).

Per quanto riguarda la trota fario è stata osservata la situazione descritta nella tabella II.

I valori medi per l'intero bacino risultano:

Densità = 0,40 individui/m²

Biomassa = 24,85 g/m²

La trota fario risulta presente in tutte le stazioni campionate; per questa specie si denota la scarsità di catture di soggetti 0+ (individui nel corso del loro primo anno di vita), mentre la classe degli 1+ è quella maggiormente numerosa. La densità rileva un massimo nel Torrente Maresca e un minimo nel Fiume Reno in località Le Ghiacciaie.

La biomassa invece ha un valore massimo nel Rio Sirobbio, con superficie molto esigua ed esclusiva presenza di soggetti adulti e di buone dimensioni; il valore minimo si riscontra invece ancora nel Fiume Reno in località Le Ghiacciaie. Le strutture di popolazione risultano quasi sempre insoddisfacenti, spesso a causa della scarsa presenza o anche della totale assenza dei soggetti giovanili. Il fattore di condizione risulta buono e simile in tutte le stazioni. Nel confronto con la situazione descritta nella Carta Ittica, nonostante la differenza dei parametri utilizzati (numero reale degli individui catturati nei campionamenti per la Carta Ittica e numero probabile calcolato nel presente lavoro, quindi anche con valori di densità e biomassa non direttamente confrontabili), si è constatato un peggioramento delle condizioni relative della specie nelle stazioni Fiume Reno località Le Ghiacciaie e nel Torrente Limentra di Sambuca nella località Taviano. Le condizioni sono rimaste simili in entrambe le stazioni della Limentra di Treppio e in quella della Limentrella. Un miglioramento si riscontra nelle stazioni Fiume Reno in località Pracchia, Torrente Orsigna, Torrente Maresca e Limentra di Sambuca in località Spedaletto.

Per quanto riguarda lo scazzone è stata osservata la situazione descritta nella tabella III.

I valori medi per l'intero bacino risultano:

Densità = 0,46 individui/m²

Biomassa = 1,37 g/m²

La presenza dello scazzone è stata riscontrata in tutte le stazioni, fatta eccezione per il Fiume Reno in località Pracchia e nel Torrente Maresca. La stazione del Fiume Reno può essere considerata per caratteristiche idromorfologiche e biologiche quella più simile alle condizioni di Zona dei Ciprinidi a deposizione litofila data anche la maggior presenza in assoluto del vairone. Nel Torrente Maresca l'assenza dello scazzone può essere ricondotta alla elevata densità di trota fario presente. I valori mag-

giori di densità e della biomassa si riscontrano nel Rio Sirobbio. Il valore minimo della densità e della biomassa si riscontrano nel Fiume Reno in località Le Ghiacciaie. Il fattore di condizione risulta buono e con valori simili in tutte le stazioni. In un confronto con l'anno 2001 si può constatare che la presenza della specie non era stata rilevata, oltre che nel Torrente Maresca e nel Fiume Reno in località Pracchia, anche nelle stazioni Limentra di Sambuca località Spedaletto, Torrente Orsigna e Limentra di Treppio località Acquerino. Tra i siti in cui la specie era presente nei campionamenti passati, si denota un peggioramento delle condizioni nel Fiume Reno in località Ghiacciaie, una situazione considerabile come stazionaria nel Torrente Limentrella e un miglioramento nella Limentra di Treppio (località Fossato) e nel Torrente Limentra di Sambuca in località Taviano. Il ritrovamento della specie in stazioni dove non era stato riscontrato in precedenza denota una condizione generale di miglioramento sia dello status delle specie sia dei tratti interessati dal campionamento.

Per quanto riguarda il vairone è stata osservata la situazione descritta in tabella IV.

I valori medi per l'intero bacino risultano:

Densità = 0,56 individui/m²

Biomassa = 8,78 g/m²

La presenza del vairone è stata riscontrata nelle stazioni Fiume Reno località Ghiacciaie e località Pracchia, Torrente Bardalone, Torrente Limentra di Treppio località Fossato, Torrente Limentra di Sambuca località Taviano. I valori di densità e biomassa rilevano entrambi un massimo nel Fiume Reno in località Pracchia. I valori minimi di densità e di biomassa si riscontrano nel Fiume Reno in località le Ghiacciaie. Il fattore di condizione risulta buono in tutte le stazioni e comunque con valori simili tra loro. Nel confronto con l'anno 2001 si può constatare che la specie risultava presente esclusivamente nelle stazioni relative al Fiume Reno e con valori di densità e biomassa inferiori.

Tab. III. Risultati campionamenti scazzone suddivisi per stazione.

Stazione	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Peso medio (g)	16,00	/	9,36	10,42	25,50	/	15,10	8,50	11,74	10,62	9,35
Lunghezza media (cm)	10,7	/	8,3	9,1	12,5	/	10,6	8,5	9,3	8,9	8,6
Densità (ind./m ²)	0,01	/	0,06	1,69	0,02	/	0,37	0,14	0,50	0,81	0,52
Biomassa (g/m ²)	0,24	/	0,54	17,64	0,40	/	5,64	1,18	5,84	8,64	4,88
Fattore di condizione	1,36	/	1,48	1,33	1,29	/	1,26	1,29	1,41	1,53	1,41

Tab. IV. Risultati campionamenti vairone suddivisi per stazione.

Stazione	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Peso medio (g)	18,73	13,66	24,67	/	/	/	14,05	/	/	19,09	/
Lunghezza media (cm)	10,8	10,0	12,5	/	/	/	10,4	/	/	11,1	/
Densità (ind./m ²)	0,06	1,60	0,38	/	/	/	0,67	/	/	0,11	/
Biomassa (g/m ²)	1,13	21,86	9,47	/	/	/	9,37	/	/	2,05	/
Fattore di condizione	1,42	1,28	1,22	/	/	/	1,17	/	/	3,61	/

Confronto con la Carta Ittica

I cambiamenti riscontrati tra i campionamenti effettuati per la stesura della Carta Ittica provinciale (2002) e quelli effettuati nel presente lavoro (2014) sono molteplici.

Nel 2014 per la prima volta si riscontra all'interno del bacino la presenza di cavedano, ghiozzo padano e barbo padano, mentre non è stata più riscontrata la rovella.

Nella stazione numero 1 la comunità ittica risulta molto modificata, in quanto si osserva il cambiamento della comunità ittica da acque a Salmonidi ad una molto più simile a quella delle acque a Ciprinidi a deposizione litofila. Anche considerando che l'elevata presenza del cavedano (la specie più numerosa) è forse da addebitare alla fuoriuscita da un limitrofo impianto di pesca sportiva, quella delle altre due specie citate è un chiaro sintomo del cambiamento.

Nella stazione numero 2 la comunità ittica è rimasta simile nel corso degli anni, con la presenza del vairone (specie maggiormente presente) e della trota fario. Le differenze stanno nella nuova presenza del cavedano, seppur molto scarsa, e del ghiozzo padano e nel non ritrovamento della rovella. Singolare è la situazione del ghiozzo padano: vista la biologia della specie, è infatti difficile pensare ad una colonizzazione massiccia in senso longitudinale di questa specie di piccole dimensioni. Risulta quindi di non facile spiegazione la sua assenza nei campionamenti della Carta Ittica.

Già nel 1988 (Consorzio regionale di idrobiologia e pesca, 1988) nel fiume Reno in località Pontepetri appena dopo l'abitato, tratto compreso tra i due campionati nello studio, erano stati riscontrati solo la trota fario, lo scazzone e il vairone.

Le stazioni numero 3 e 4 non erano state considerate nella Carta Ittica.

Nelle stazioni numero 5, 8 e 11, dove nel 2001 la comunità ittica contemplava la sola presenza della trota fario, è stato evidenziato anche lo scazzone.

Nel torrente Orsigna, stazione 5 nella medesima località del nostro studio, nel 1988 era già presente una comunità ittica bi-specifica con trota fario e scazzone.

La stazione numero 6 risulta monospecifica e molto simile in entrambi i campionamenti, con la sola presenza della trota fario.

Nella stazione numero 7 la comunità ittica cambia notevolmente in quanto nel 2014 la specie più presente risulta essere il vairone, mentre nella Carta Ittica questa specie risultava addirittura assente. La trota fario e lo scazzone sono sempre presenti.

Nella Limentra di Treppio, stazioni 7 e 8 nel 1988 in località L'Acqua, stazione intermedia tra le due considerate nel nostro studio, la comunità ittica risultava composta da trota fario e scazzone.

Nella stazione numero 9 la comunità ittica risulta

identica come composizione ma differente come densità delle singole specie: prima maggiore presenza della trota fario, poi maggior presenza dello scazzone.

Nel 1988 alla confluenza della Limentrella (stazione 9) con la Limentra di Treppio, stazione più a valle di quella considerata nel presente studio, erano presenti trota fario e scazzone.

La comunità ittica della stazione numero 10 cambia in quanto nella Carta Ittica si riscontrava la presenza della trota fario, specie numericamente più importante, e dello scazzone. Nel 2014 lo scazzone è la specie più numerosa con un netto incremento della densità di individui; si nota inoltre la presenza del vairone.

Nella Limentra di Pavana (stazioni 10 e 11) in località Spedaletto, medesima della 11 nel nostro studio, nel 1988 erano presenti trota fario e scazzone.

Indice ISECI

Nella tabella V sono riportati i valori dell'indice ISECI.

ARPAT, nel corso del monitoraggio triennale 2010-2012, ha campionato la zona valle del Fiume Reno e la Limentra di Sambuca: le due stazioni risultavano con valore *sufficiente* per l'elemento biologico (ECO) e *buono* per quello chimico (CHI) (ARPAT, 2013). Se considerato in relazione ai valori ISECI, per quanto riguarda il Fiume Reno zona a valle entrambi i lavori forniscono un giudizio simile, mentre nella Limentra di Sambuca l'indice ISECI descrive una situazione significativamente migliore (giudizio *elevato*).

Va comunque considerato che la classificazione ARPAT è basata sullo stato chimico e sul LIMeco (cioè sui parametri chimici a supporto delle comunità biologiche). Si tratta dunque di parametri che danno indicazioni sulla qualità delle acque, ma nulla dicono su altri fattori ambientali che possono incidere fortemente sui popolamenti ittici (ad es. idrologia, morfologia, pressione di pesca, stress idrici o di altra natura). È quindi ragionevole che il giudizio ISECI possa differire anche notevolmente da quello risultante dal monitoraggio ARPAT.

Tab. V. Valori indice ISECI per ogni stazione.

Stazione	Zona (padana)	Classe	Colore per la rappresentaz. cartogr.
1	Salmonidi	II buono	Verde
2	Salmonidi	III sufficiente	Giallo
3	Salmonidi	I elevato	Blu
4	Salmonidi	I elevato	Blu
5	Salmonidi	I elevato	Blu
6	Salmonidi	II buono	Verde
7	Salmonidi	I elevato	Blu
8	Salmonidi	I elevato	Blu
9	Salmonidi	I elevato	Blu
10	Salmonidi	I elevato	Blu
11	Salmonidi	I elevato	Blu

DISCUSSIONE

Per le prime due stazioni non si può fare a meno di notare la presenza di vairone, ghiozzo padano e barbo padano, specie tipiche della Zona dei Ciprinidi a deposizione litofila che nel territorio della Provincia di Pistoia non sono da almeno trenta anni oggetto di ripopolamenti autorizzati e sono quindi da considerarsi come popolazioni naturali, a differenza ad esempio della trota fario. La presenza numerosa di cavedani, invece, non è da considerarsi particolarmente importante, in quanto probabilmente fuoriusciti da un limitrofo lago di pesca sportiva. Vista la presenza di ben quattro specie tipiche della Zona dei Ciprinidi litofili, il tratto in questione è dunque da considerarsi di transizione tra Zona dei Salmonidi e la Zona dei Ciprinidi a deposizione litofila, con maggiore propensione per quest'ultima.

Per quanto riguarda l'ISECI, la stazione 1 ha ottenuto un valore buono in quanto sono presenti sia la trota fario che lo scazzone ma con popolazioni scarse e non strutturate.

La stazione 2 ha ottenuto un valore sufficiente in quanto lo scazzone non risulta presente mentre la trota fario è presente ma con una popolazione numericamente scarsa.

Le stazioni 3, 5 e 8 hanno ottenuto un valore elevato in quanto sono presenti sia la trota fario che lo scazzone, anche se quest'ultimo con una popolazione scarsa.

La stazione numero 4 ha ottenuto un valore elevato in quanto sono presenti sia la trota fario che lo scazzone, anche se la trota presenta una popolazione non strutturata.

La stazione numero 6 ha ottenuto un valore buono, anche se numericamente lievemente inferiore alle stazioni che sono ricadute nella medesima fascia, perché lo scazzone risultava del tutto assente.

Le stazioni 7, 9, 10 e 11 hanno ottenuto un valore elevato in quanto erano presenti sia la trota fario che lo scazzone con popolazioni numerose e strutturate.

In nessun campionamento è stata riscontrata la presenza di specie aliene, considerando la Trota fario (*Salmo (trutta) trutta*) specie parautoctona (Zerunian, 2012), non valutando dunque la genetica degli individui di questa specie.

Questa scelta è stata compiuta aderendo alla proposta di Zerunian (2012) di considerare parautoctona la trota fario in Italia, indipendentemente dal ceppo genetico (mediterraneo o atlantico) degli esemplari o dal grado di introgressione genetica nelle popolazioni ipoteticamente autoctone. In precedenza, invece, Zerunian (2009) indicava come autoctona la *Salmo (trutta) trutta* di ceppo mediterraneo e come aliena quella di ceppo atlantico.

Per quanto riguarda il confronto con i dati della

Carta Ittica, in generale la comunità del bacino preso nella sua totalità risulta mutata, soprattutto alla luce della presenza di specie tipiche delle acque a vocazione ciprinicola (cavedano, vairone, ghiozzo padano e barbo padano) non riscontrate in precedenza. Non vi sono dati storici che indichino se le comunità presenti in periodi precedenti alla redazione della Carta Ittica fossero paragonabili a quelle monitorate ed è quindi impossibile stabilire se la comunità originaria sia quella riscontrata nel presente studio o nella Carta Ittica.

Rispetto infine alla classificazione operata da ARPAT, le forti differenze riscontrate nella Limentra di Sambuca, confermano che per una classificazione più compiuta dello stato dei corpi idrici occorre estendere l'indagine a tutti gli elementi di qualità previsti dalla Direttiva 2000/60/CE.

CONCLUSIONI

Analizzando nel dettaglio la distribuzione e la condizione delle sei specie osservate, si nota che la trota fario risulta la più rappresentata, essendo infatti presente in tutte le stazioni campionate, sebbene con diverse densità e popolazioni più o meno strutturate. La seconda specie in ordine di importanza numerica risulta lo scazzone, presente in nove stazioni, spesso con densità elevate e con un elevato numero di schiuse osservate ma non campionabili. Questi rilievi risultano di particolare interesse, considerando il fatto che la specie è riportata nella Direttiva 92/43/CE tra le "specie animali e vegetali di interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione" (Allegato II). Più limitata la presenza del vairone, presente in sole cinque stazioni e solo in una di queste numericamente la più importante. Sporadica la presenza del ghiozzo padano, del cavedano e del barbo padano riscontrate esclusivamente nel Fiume Reno. In nessun campionamento è stata riscontrata la presenza di specie aliene in quanto la trota fario è stata considerata specie parautoctona. Per quanto riguarda il Fiume Reno, considerati i popolamenti ittici presenti, la vocazione delle acque risulta ciprinicola. Per quanto concerne tutti gli altri corpi idrici del bacino, viene confermata la classificazione salmonicola.

Tutte le stazioni campionate, con l'esclusione della stazione 2 situata nel corpo idrico principale, hanno ottenuto valori dell'ISECI che vanno dal buono all'elevato. Dai risultati ottenuti è dunque possibile affermare che, almeno per l'elemento di qualità biologica *fauna ittica*, la quasi totalità della rete idrografica esaminata soddisfa quanto previsto dalla Direttiva Quadro sulle Acque, secondo cui i corpi idrici devono rientrare almeno nello stato ecologico "buono" (II Classe) entro il 2015.

BIBLIOGRAFIA

- ARPAT, 2013. *Monitoraggio dello stato ecologico e chimico delle acque superficiali*. Online document. <http://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/acqua/acque-interne/monitoraggio-dello-stato-ecologico-e-chimico-delle-acque-superficiali>
- AIAD, 2013. *I salmonidi italiani: linee guida per la conservazione della biodiversità*. Online document. http://www.aiad.it/sito/images/docs/sistematica/GRUPPO%20DI%20LAVORO%20SALMONIDI_RELAZIONE%20FINALE.pdf
- Comunità Europea, 2000. *Direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2000, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque*. Online document. <http://www.direttivaacque.minambiente.it/>
- Consorzio regionale di idrobiologia e pesca, 1988. *Gestione della fauna ittica: presupposti ecologici e popolazionistici*. Regione Toscana
- Le Cren E.D., 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *J. of Animal Ecology*, **20**: 201-219.
- Gualtieri M., Mecatti M., 2009. *Carta Ittica delle acque interne della Provincia di Livorno*. Online document. http://www.provincia.livorno.it/fileadmin/Sviluppo_Rurale/carta_ittica_parte1.pdf
- Ministero Dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 2009. *L'impatto delle specie aliene sugli ecosistemi: proposte di gestione*. Online document. <http://www.minambiente.it/biblioteca/limpatto-delle-specie-aliene-sugli-ecosistemi-proposte-di-gestione>
- Pascale M., 1999a. La trota fario di ceppo mediterraneo: alcune problematiche legate alla gestione delle popolazioni autoctone di salmonidi. In *Atti del Convegno "Recupero e reintroduzione di ceppi autoctoni di trota fario, Salmo [trutta] trutta L., di "ceppo mediterraneo" in ambienti appenninici tipici. Esperienze a confronto"*. Provincia di Reggio Emilia, 39-43.
- Pascale M., 1999b. *L'ittiofauna dei corsi d'acqua della media valle Serchio - Bacino del fiume Serchio, sottobacini dei torrenti Corsonna, Loppora, Ania, Turrte Cava, Segone, Suricchiana*. Comune di Barga (LU).
- Pascale M., 2002. *Carta ittica della Provincia di Pistoia*. Provincia di Pistoia, Servizio Pianificazione del Territorio. Online document. http://www.provincia.pistoia.it/CACCIA_PESCA/PESCA/CartaIttica.pdf
- Provincia di Pistoia, 2013. *Piano Ittico Provinciale 2012-2015*. Servizio Agricoltura, Patrimonio Naturale ed Ittiofaunistico, Gestione Aree Protette. Online document. http://www.provincia.pistoia.it/CACCIA_PESCA/PESCA/PianoIttico-Provinciale2012_2015.asp
- Regione Autonoma Valle d'Aosta, 1997. *Carta ittica del bacino della Dora Baltea (seconda fase)*. Assessorato Agricoltura, Forestazione e Risorse Naturali, Aosta. Online document <http://www.arpa.vda.it/it/acque-superficiali/metodi-biologici/1056-metodi-biologici>
- Regione Toscana, 2005a. *Legge Regionale Toscana del 3 gennaio 2005, n. 7 - Gestione delle risorse ittiche e regolamentazione della pesca nelle acque interne*.
- Regione Toscana, 2005b. *Decreto del Presidente della Giunta Regionale Toscana del 22 agosto 2005, n. 54/R - Regolamento di attuazione della L.R. 3 gennaio 2005, n.7. Gestione delle risorse ittiche e regolamentazione della pesca nelle acque interne*.
- Regione Toscana, 2012. *Piano Regionale Agricolo Forestale (PRAF): Sezione E: Pesca acque interne*.
- Zerunian S., 2004. Proposta di un Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche viventi nelle acque interne italiane. *Biologia Ambientale*, **18** (2): 25-30.
- Zerunian S., 2007. Primo aggiornamento dell'Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche. In: Zerunian S. e Genoni P. (eds.) "La fauna ittica dei corsi d'acqua: qualità ambientale, ricerca e conservazione della biodiversità". *Biologia Ambientale*, **21** (2): 43-47.
- Zerunian S. 2012. L'Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche: criticità e proposte operative. *Biologia Ambientale*, **26** (1): 55-58, 2012.
- Zerunian S., Goltara A., Schipani I., Boz B., 2009. Adeguamento dell'Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche alla Direttiva quadro sulle Acque 2000/60/CE. *Biologia Ambientale*, **23** (2): 15-30.

La gestione degli ungulati in Provincia di Pistoia

Riccardo Carradori^{1*}, Marco Ferretti²

1 Biologo faunista. Via del Grecale 4/A – 51100 Pistoia

2 Funzionario Provincia di Pistoia, Piazza San Leone 1 – 51100 Pistoia

** Referente per la corrispondenza: riccardo.carradori@libero.it*

Pervenuto il 15.9.2015; accettato il 6.11.2015

Riassunto

La gestione degli ungulati è diventata uno dei maggiori problemi che le amministrazioni territoriali devono risolvere. Per l'elevata densità e per le dimensioni notevoli il cinghiale è responsabile di ingenti danni alle colture agricole e di numerosi incidenti stradali. La Provincia di Pistoia ha elaborato un piano gestionale unitario per la gestione di cinghiale, daino, capriolo e cervo. Il territorio è stato diviso in zona vocata e zona non vocata. Nella prima gli ungulati sono gestiti al fine di mantenere una popolazione vitale. Nella seconda è prevista la loro eradicazione.

PAROLE CHIAVE: cinghiale / daino / capriolo / attività venatoria / area vocata / Provincia di Pistoia / piano faunistico venatorio

Managing ungulates in Pistoia province (Tuscany)

Managing ungulates is one of the main problems that local administrations have to solve. Wild boar is responsible of many road accident and of expensive agricultural damaging; this is due mainly because of the conspicuous dimensions and of high density of the species. Province of Pistoia has designed a plan to manage wild boar, deer and roe deer all together. The landscape has been divided in two: the first is an area where ungulates have to be removed; the second is an area where ungulates are maintained at a specific density.

KEY WORDS: deer / roe deer / wild boar / wildlife managing / hunting

Negli ultimi 15 anni gli ungulati in Toscana sono diventati l'oggetto principale della gestione faunistica. Vista la scarsità di altre specie cacciabili sono, oggi, una risorsa importante per il prelievo venatorio. Tuttavia sono anche un elemento critico per gli agricoltori e negli ultimi anni, visto il loro approssimarsi alle aree antropizzate e alle infrastrutture viarie, anche per molti cittadini.

Per cercare di dare una risposta alle diverse richieste la Regione Toscana, a partire dal 2008 con la Conferenza Regionale sulla Caccia, ha prodotto considerevoli modi-

fiche normative e regolamentari. Il Piano Faunistico Venatorio Regionale ha fissato obblighi per gli enti gestori e densità obiettivo da applicare a tutto il territorio. Tale strategia, sebbene condivisibile, ha incontrato varie difficoltà applicative per la frammentazione del territorio da gestire (suddiviso in ATC, Distretti, Aziende a gestione privata, Istituti a divieto di caccia, Parchi) con specificità e modalità di intervento diverse e per la necessità di doversi rapportare con interessi locali.

Gli interventi di controllo (ai sensi della L. 157/92, art. 19) si

attuano, dopo aver provato ad utilizzare metodi ecologici, per il controllo della fauna selvatica quando essa provoca dei danni, anche in luoghi o periodi a divieto di caccia.

Tali interventi sono quelli che hanno mostrato maggiori problemi applicativi nel territorio regionale toscano perché legati alla messa in atto e alla valutazione preventiva dell'efficacia dei metodi ecologici, alla necessaria presenza diretta di agenti della Polizia Provinciale e ai numerosi ricorsi al Tribunale Amministrativo Regionale.

La Provincia di Pistoia ha applicato una strategia per la ge-

stione degli ungulati, perseguendo la semplificazione del modello gestionale esistente con la riduzione degli interventi di controllo a favore del prelievo venatorio ordinario.

Se la presenza di un cervo o di un cinghiale fra colture non da reddito può essere tollerata è, invece, insostenibile in vivai, vigneti e oliveti. I danni causati nelle aree dove si svolgono coltivazioni specializzate di alto pregio, infatti, non sono limitati al danneggiamento immediato ma anche alla perdita di mercato, estendendo i danni nei tempi futuri.

In alcune aree la presenza di ungulati può essere addirittura pericolosa. Ungulati nei pressi di aree periurbane lungo le principali vie di comunicazione hanno

come conseguenza un accresciuto pericolo di incidenti stradali. In Regione Toscana gli incidenti stradali causati da fauna sono passati da 188 nel 2001 a 474 nel 2009 (Ponzetta e Sorbetti Guerri, 2009). In Provincia di Pistoia, nello stesso periodo, sono stati denunciati presso le compagnie assicuratrici 259 incidenti; gli animali maggiormente coinvolti sono stati: cinghiale, cervo e daino.

Per questo il Piano redatto dall'Amministrazione provinciale (Provincia di Pistoia, 2013) si è basato su censimenti svolti sia da punti fissi di osservazione in aree aperte (punti vantaggiosi) sia con lo *spot-light census* (in entrambi casi svolti in contemporaneità su tutta l'unità), sui dati provenien-

ti dai danni alle colture agricole, sugli interventi ai sensi dell'art. 19 eseguiti negli anni precedenti e sugli incidenti stradali.

Dividendo tutta la Provincia di Pistoia in celle di 10x10 m, tramite un programma GIS sono stati georeferenziati l'uso del suolo, i danni da ungulati, la presenza di case e strade. Assegnando a ogni cella un valore da 0 a 10 (0= rischio di impatto nullo; 10= rischio di impatto certo) è stata creata una mappa del rischio di impatto (Fig. 1).

La Provincia appare così suddivisa in due aree: una posta a nord dove il rischio è ridotto e una posta a sud dove la probabilità di impatto è elevata. Basandosi su tali dati sono state individuate due sole aree: un'area *vocata* e un'a-

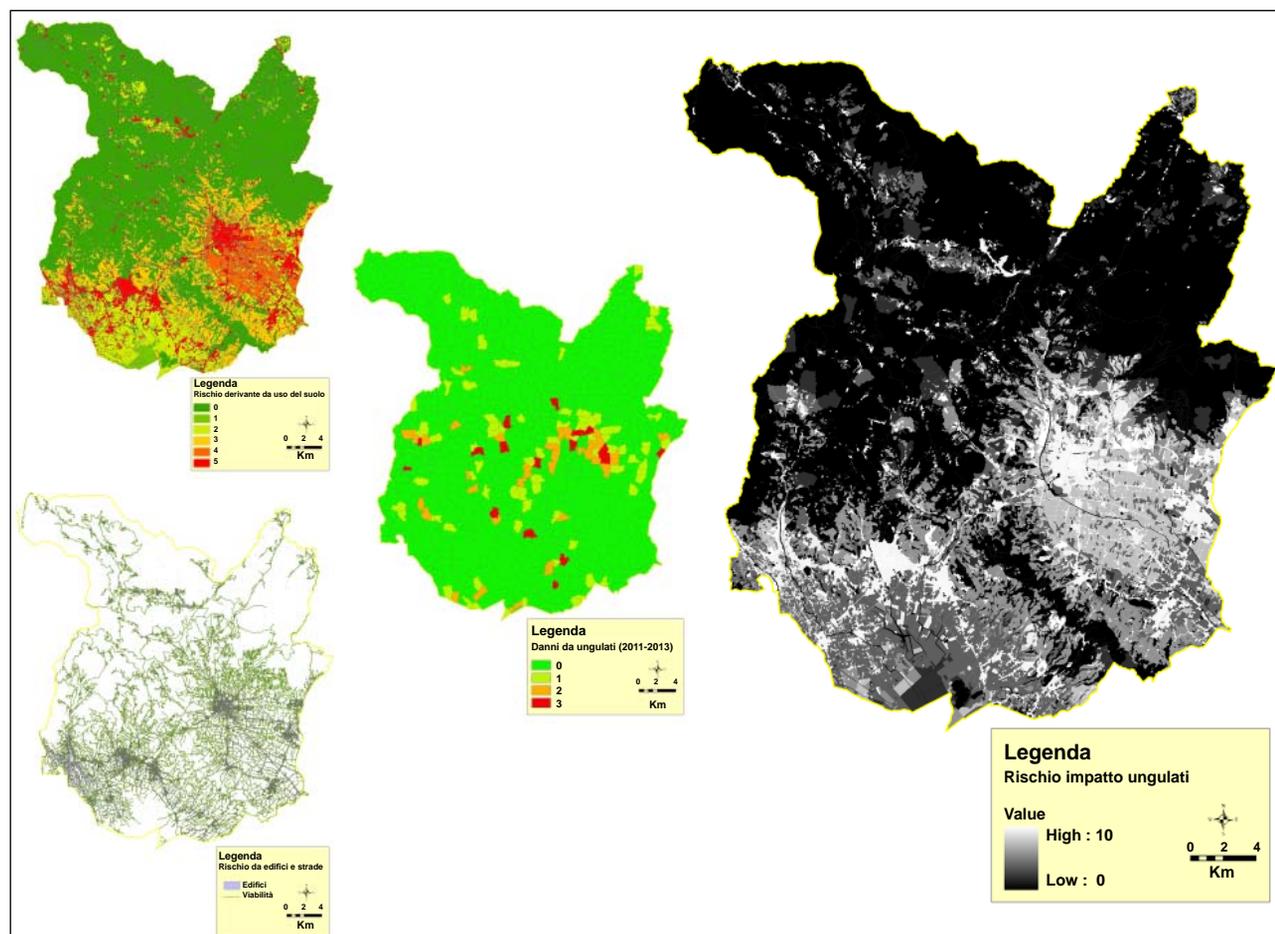


Fig. 1. Combinando le mappe del rischio derivanti dall'uso del suolo e dalla presenza di edifici e strade con quella dei danni da ungulati si ottiene la mappa del rischio di impatto da ungulati.

rea non vocata per tutti gli ungulati. Rispetto al passato, quindi, non più aree vocate diverse, una per ogni ungulato (cinghiale, capriolo, daino e cervo) ma una unica e univoca.

L'area vocata è quella in cui l'obiettivo è raggiungere una densità ottimale in relazione alle diverse specie e alle loro caratteristiche ambientali. Da questo deriva anche l'*area non vocata*, dove si tende alla densità zero per tutte le specie ungulate. Per ISPRA l'area non vocata è anche definita come "area problematica", così individuata in termini gestionali e non biologici, ove la gestione è di tipo non conservativo (ISPRA, 2013).

Sempre in un'ottica di semplificazione è stato diminuito il numero dei Distretti di tipo conservativo, da 8 a 5. L'area vocata è stata quindi divisa in 5 Distretti di Gestione (DDG), univoci per tutte le specie (Fig. 2). In tale modo, avendo la base dei dati uguale (denominatore: superficie totale, SAF, SAU, indici ambientali), è possibile paragonare i dati riguardanti

specie diverse in maniera chiara (numeratore: capi censiti, capi abbattuti, danni indennizzati).

Nei DDG la gestione avviene nel modo usuale, con caccia in braccata al cinghiale e prelievo selettivo conservativo per gli altri ungulati, basata sulle metodologie di censimento previste da ISPRA.

L'area non vocata è stata divisa in quattro Unità di Gestione non Conservative (UDGNC), dove operano cacciatori abilitati e autorizzati, esercitando il prelievo selettivo su capriolo, daino, cervo, muflone e cinghiale e il prelievo in girata del cinghiale, con cani, conduttori e partecipanti abilitati e autorizzati. In tale modo il cacciatore abilitato al prelievo selettivo, nei termini del calendario venatorio, può abbattere qualsiasi capo avvisti.

Questa strategia è stata avviata in accordo con quanto previsto nelle recenti "Linee guida per la gestione degli ungulati" redatte dall'ISPRA (2013), in riferimento alle "aree problematiche". Per la prima volta l'Istituto ha dato pare-

re positivo a un prelievo a scalare dei cervidi che nelle aree non vocate avesse come obiettivo la densità zero, cioè l'abbattimento di tutti i capi censiti.

In tale modo gli interventi ai sensi della L. 157/92, art. 19, ritornano a essere straordinari: legati a zone e periodi a divieto di caccia, mentre nel recente passato in molte parti del territorio toscano erano interventi di tipo ordinario, del tutto simili al prelievo venatorio vero e proprio.

Un piano gestionale di questo genere non è di facile attuazione e richiede alcuni anni di "rodaggio" prima di poterne valutare appieno gli effetti. Le maggiori criticità sono prevedibili nelle zone di transizione tra aree vocate e non vocate, vulnerabili al transito di animali e dove gli interessi di parti diverse del mondo venatorio possono entrare in competizione.

In tale area potrebbe essere indicata la realizzazione in maniera intensiva di "metodi ecologici" per la limitazione della presenza di ungulati, come recinzioni elet-

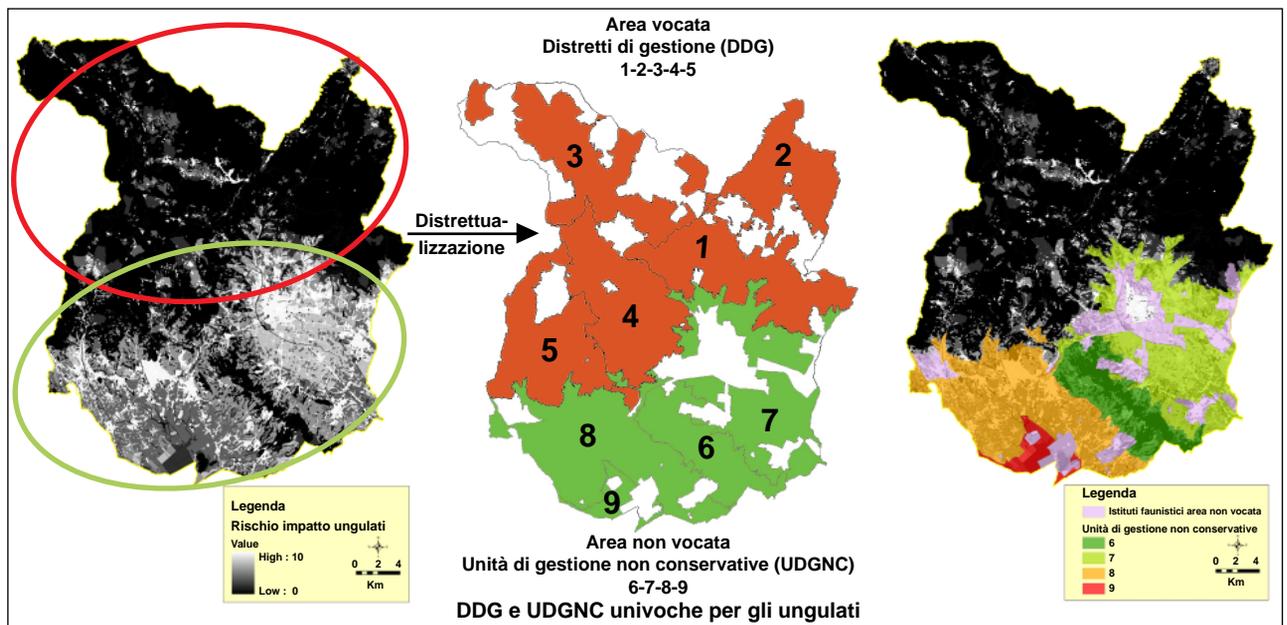


Fig. 2. La formazione delle aree vocate (in rosso) e non vocate (in verde) con le suddivisioni in distretti. A destra le unità di gestione non conservativa e gli istituti faunistici delle aree non vocate.

trificate colture scarsamente attrattive, scacce, ecc. Tali soluzioni sebbene particolarmente indicate appaiono di difficile applicazione per aree così estese poiché richiedono un ingente impegno economico e una completa capacità di gestione del territorio.

Il piano prevede che nei Distretti conservativi in area vocata confinanti con le aree problematiche siano individuate densità obiettivo e applicati piani di prelievo differenti dagli altri Distretti non confinanti, secondo un gradiente, così come previsto nelle linee guida dell'ISPRA.

Molto importante sarà riuscire a raggiungere gli obiettivi di

densità previsti nel piano. Da parte dei cacciatori è richiesto un grande impegno sia per quanto riguarda lo sforzo di caccia sia per il lavoro necessario nelle attività di censimento. Potrebbe anche essere che alcune aree attualmente in divieto di caccia debbano essere ridisegnate o altre create *ex novo* con l'intento di ridurre le aree dove gli ungulati possano nascondersi e, invece, favorire la presenza della piccola fauna stanziale.

Sarebbe auspicabile che amministrazioni limitrofe rivedessero i loro piani in un'ottica di gestione uniforme del territorio allo scopo di limitare la dispersione dei soggetti dalle aree vocate contigue che

potrebbero, altrimenti, fungere da serbatoio per una più o meno rapida ricolonizzazione.

Infine potrebbe essere valutata la possibilità di ampliare i tempi di prelievo nell'area non vocata rispetto a quelli previsti da ISPRA (2013) per l'area vocata, indicati come gestione conservativa delle specie, in modo da limitare le attività di controllo ex art. 19, L. 157/92, esclusivamente agli istituti a divieto di caccia. Su questo argomento è in corso un confronto con ISPRA che nelle proprie Linee Guida non differenzia i tempi di prelievo fra gestione conservativa (aree vocate) e aree problematiche (aree non vocate).

Bibliografia

ISPRA, 2013. *Linee guida per la gestione di cervidi e bovidi*. Ministero dell'Ambiente. http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/manuali-lineeguida/MLG_91_2013.pdf
 Provincia di Pistoia, 2013. *Piano Fau-*

nistico Venatorio della Provincia di Pistoia. Provincia di Pistoia. http://www.provincia.pistoia.it/indici/el_CacciaPesca.asp
 Ponzetta M.P., Sorbetti Guerri F., 2009. *Incidenti stradali e fauna selvatica nella Regione Toscana*.

Analisi del fenomeno nel periodo 2001-2009. Regione Toscana - Università di Firenze. http://www.provincia.pistoia.it/caccia_pesca/caccia/ConvegnoIncidentiFauna/Convegno%20Pistoia%2030%20maggio%202011%20Sorbetti.pdf

RECENSIONI

Giovacchini P., Falchi V., Vignali S., Radi G., Passalacqua L., Corsi F., Porciani M., Farsi F.

Atlante degli Anfibi della Provincia di Grosseto (2003-2013)

Quaderni delle Aree Protette n. 6, Provincia di Grosseto – UP Aree protette e Biodiversità.

Soluzioni per la stampa, Grosseto, 2015, 113 pag. Distribuzione gratuita

I Quaderni delle Aree Protette si sono arricchiti di un ulteriore volume, continuando così in un'azione del tutto in linea con i fini istituzionali della Provincia, tesa ad illustrare la biodiversità del territorio, contribuendo alle esigenze della sua salvaguardia ed uso responsabile.

La decennale ricerca sul campo, che ha portato alla stesura dell'Atlante, è opera di un bel gruppo di appassionati e specialisti dei vari taxa, coordinati da Pietro Giovacchini, che hanno setacciato il territorio per localizzare le stazioni frequentate dalle varie specie, restituendo così un quadro complessivo aggiornato ed affidabile. Questo grazie anche ad una vasta rete di segnalazioni validate, che assommano in totale a 1675, fornite da collaboratori esterni.

L'opera si apre con una esauriente parte introduttiva, dedicata agli aspetti ambientali più direttamente connessi con la presenza di Anfibi (geologia, idrografia, clima, vegetazione), comprendente anche cenni sulla genesi del territorio, senz'altro utili a comprenderne le vicissitudini paleogeografiche e dunque i caratteri biogeografici generali. La parte riservata all'Atlante è stata organizzata per schede, dedicate a ciascuna delle 13 specie



rinvenute sul territorio provinciale, seguendo la ormai collaudata prassi metodologica tipica degli atlanti stessi. Il reticolo di restituzione delle presenze e distribuzioni ha una maglia di 10x10 km, senz'altro di buona precisione indicativa, ma che poteva anche essere di taglia minore, vista la scala provinciale a cui si opera. Ne avrebbe guadagnato la rappresentatività di localizzazione, specialmente nei quadranti al limite tra la pianura ed i rilievi collinari e montani. Molto utile visivamente è invece la base cartografica scelta, che riporta le quote presenti nelle varie maglie mediante differente colorazione, certamente assai utile nell'indicare la distribuzione altimetrica delle varie specie e dunque dando una prima indicazione sulla scelta di habitat.

I dati distributivi di ciascuna scheda sono accompagnati da una descrizione generale della specie, dalla sua distribuzione in Italia, dai caratteri bio-ecologici e dallo stato conservazionistico,

comprese le eventuali misure di salvaguardia. Interessante la sezione dedicata intelligentemente ai reperti museali esistenti, con le relative indicazioni bibliografiche. La parte iconografica riassume visivamente in modo spedito la distribuzione altitudinale, ambientale e dei siti di ritrovamento; le specie sono rappresentate nelle varie schede con foto originali, spesso contestualizzate negli ambienti di elezione. Purtroppo sono di piccola dimensione e non sempre chiarissime, sebbene non si tratti evidentemente di una guida al riconoscimento delle stesse; forse potevano essere in numero minore ma più grandi.

Tra le specie rinvenute spiccano per interesse il Tritone alpestre, localizzato in due stazioni della Val di Farma, l'Ululone appenninico, anch'esso presente in solo tre stazioni dell'area amiatina, ma soprattutto il Discoglossò sardo. Questa specie è stata localizzata al Monte Argentario ed all'isola del Giglio, ed è di particolare interesse paleogeografico, segno tangibile di una continuità passata tra il massiccio sardo-corso, le isole dell'Arcipelago e l'isola fossile dell'Argentario.

La parte degli Approfondimenti Conclusivi si apre con una interessante analisi modellistica, condotta su base geografica, e dedicata sia alla idoneità ed attitudini del territorio provinciale ad ospitare comunità di Anfibi di elevata biodiversità, che alla distribuzione ed idoneità ambientale per due specie di interesse conservazionistico, quali la Salamandrina dagli occhiali ed il Tritone crestato italiano. I dati ottenuti, sebbene non sempre significativi, sono

senza dubbio un buon esempio di contestualizzazione ed analisi ecologica del territorio nei riguardi di questo taxon animale, che soffre spesso di difficoltà di scambio tra micropopolazioni, spesso isolate

e con patenti caratteri di metapopolazioni. Questa sezione continua con considerazioni del tutto congrue sullo stato di conservazione e sulle azioni di salvaguardia degli Anfibi nel territorio provinciale.

Nel complesso un volume piacevole e di alto valore informativo, corredato da una estesa bibliografia e sorretto da una forma grafica pregevole.

N. Emilio Baldaccini

Sergio Zerunian
Il Triotto e la Civetta
- la mia zoologia

Edizioni Belvedere, Via Adige, 45 - Latina, 2015, 203 pp. € 18

Il titolo potrebbe trarre in inganno. L'Autore infatti non tratta storie inerenti il triotto e la civetta, ma molto di più, non solo in termini zoologici ma in quanto all'importante messaggio che questa recente opera di Sergio Zerunian lancia alle generazioni future, nella convinzione che il loro ruolo, benché sembri un'affermazione scontata, è di fondamentale importanza per il futuro del pianeta. Sergio Zerunian, oltre ad essere un componente "storico" del Comitato scientifico di questa rivista, è uno dei maggiori esperti ittiologi italiani ma, soprattutto, un appassionato zoologo.

Molto di più, dicevamo: infatti addentrandosi nel contenuto del testo che segue il filo logico di uno scritto autobiografico, si scoprono, oltre a tratti salienti del carattere e della vita dell'Autore, il percorso sperimentale che ha segnato la sua esperienza scientifica, che dura ormai da vari decenni. Con grande capacità divulgativa ma, nel contempo, con il rigore e la dizione di particolari che devono caratterizzare l'esposizione di indagini sperimentali, racconta le più importanti esperienze che hanno segnato il percorso scientifico della sua esistenza.

Il testo è quindi sì una storia autobiografica ma è anche un interessante compendio delle opere, delle ricerche e delle pubblicazio-



ni scientifiche che fanno parte del patrimonio editoriale dell'Autore. L'estesa iconografia, la documentazione fotografica e, non ultimi per importanza, i deliziosi e precisi disegni a carattere naturalistico, fanno del libro un vero e proprio manuale di tecniche di indagine, di estremo interesse.

Il triotto e la civetta sono un emblema del più ampio numero di argomenti scientifici affrontati dall'autore. Certo, il tema prevalente è quello dell'ittologia, dove l'Autore ha raggiunto importanti traguardi nel campo della gestione e della sistematica delle faune delle acque interne, del monitoraggio di fiumi e laghi e della caratterizzazione della diversità biologica di importanti aree protette. Ma di non minore importanza culturale sono le esperienze di educazione ambientale svolte presso Istituti scolastici di vario ordine, imposta-

te su strumenti didattici ispirati a personaggi immaginari come Ian Sturio (uno storione) e Coco (un cucciolo di diplodoco), testimoni delle malefatte della "specie prepotente", per utilizzare una delle sue citazioni.

Tenace l'azione di lotta intrapresa contro le specie aliene con un successo di raro valore come quello raggiunto nella eradicazione del ratto nero (*Rattus rattus*) da una delle isole Pontine. Esempio saliente di come, avvalendosi di una buona dose di volontà e intraprendenza, si possano raggiungere buoni risultati in questo difficile campo della biologia ambientale. Ma, come questa, anche le altre "conquiste" descritte nei vari capitoli e corredate da curiosi, ma sempre significativi, aneddoti che hanno coinvolto, nel corso degli anni, una parte importante dell'intelligenza scientifica, e non solo, italiana.

Il libro si chiude con un epilogo che sembrerebbe por fine definitivamente al percorso scientifico iniziato dall'autore molti anni prima, per la dichiarata scelta di voler procedere verso nuove mete culturali, ispirate a vecchie passioni, come quella della musica. Ma l'energia che sprizza viva da ogni pagina di questo libro e che incita il lettore a non arrendersi mai nel tentativo di soddisfare le proprie passioni, lascia increduli di fronte al pensiero che lo zoologo riuscirà davvero ad abbandonare una passione che l'ha accompagnato per tutta la vita: è probabile che finirà per coltivare musica e zoologia.

Gilberto N. Baldaccini