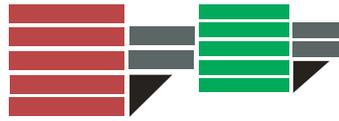


UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA



Dottorato di Ricerca in Biologia Animale

(S.S.D. BIO-05)

XXIV Ciclo (2008-2011)

**Ecologia e biologia riproduttiva
in una popolazione alloctona di
Trachemys scripta elegans
in Calabria**

Dott. Antonio Crescente

Coordinatore

Prof.ssa Maria Carmela CERRA

Docente Tutor

Prof. Sandro TRIPEPI

Co-Tutor

Dott. Emilio SPERONE

Anno Accademico 2010-2011

INDICE

Abstract	pag. I-V
Introduzione	pag. 1
Capitolo 1: L’impatto delle specie aliene sugli ecosistemi	pag. 5
1.1 Inquadramento del problema	pag. 5
1.2 Effetti delle invasioni sugli ecosistemi acquatici e insulari	pag. 8
1.3 Paleointroduzioni ed immissioni faunistiche recenti in Italia	pag. 12
Capitolo 2: I Cheloni	pag. 21
2.1 Inquadramento sistematico	pag. 21
2.2 Morfologia, ecologia e distribuzione	pag. 23
2.3 Minacce e conservazione	pag. 29
Capitolo 3: Modello sperimentale: <i>Trachemys scripta elegans</i>	pag. 33
3.1 Tassonomia e distribuzione	pag. 33
3.2 Ecoetologia e riproduzione	pag. 36
3.3 Status conservazionistico	pag. 42
Capitolo 4: Area di studio	pag. 46
4.1 Inquadramento geografico e storico	pag. 46
4.2 Aspetti vegetazionali e climatici	pag. 48
4.3 Fauna dell’ ”ecosistema Angitola”	pag. 49

Capitolo 5: Materiali e Metodi	pag. 53
5.1 Individuazione delle stazioni e raccolta dei dati	pag. 53
5.2 Visual census	pag. 54
5.3 Trapping, biometrie e marcatura degli esemplari	pag. 54
5.4 Ricerca dei siti di nidificazione	pag. 57
5.5 Nest site selection	pag. 58
5.6 Esperienze di deposizione in ambiente controllato	pag. 59
5.7 Analisi dei dati	pag. 60
Capitolo 6: Risultati	pag. 66
6.1 Visual census	pag. 66
6.2 Analisi dei dati biometrici	pag. 68
6.3 Successo di schiusa e nest site selection	pag. 69
6.4 Deposizioni in condizioni controllate	pag. 75
Capitolo 7: Discussioni e conclusioni	pag. 77
7.1 Struttura della popolazione	pag. 77
7.2 Considerazioni eco-etologiche	pag. 78
7.3 Fenologia riproduttiva e scelta del sito di nidificazione	pag. 80
7.4 Valutazioni conservazionistiche	pag. 82
BIBLIOGRAFIA	pag. 85

ABSTRACT

This research was carried out from 2009 to 2011 in the Lake of Angitola on the reproductive biology of the slider turtle *Trachemys scripta elegans*, an alien species that in this site has been naturalized since the 1980's. According to the International Union for Conservation of Nature (IUCN), invasive species are one of the most important causes of biodiversity decline on a global scale. As a consequence, the impact of introduced species on local ecosystems is important to evaluate. Pet voluntary introductions are done by private people and usually concern only the release of a few individuals. However, the number of releases is as numerous as the number of pet owners that don't want to keep their pet anymore and consequently decide to "release" it. Although only a small percentage of these alien species will become invasive, the environmental impact would be insidious and often irreversible. In fact on a global scale alien species may be as damaging to native species and ecosystems as the loss and degradation of habitats. We can describe 3 steps in the biological invasions processes, comprising the initial dispersal, when an organism moves long distances to areas outside its native range, for example through human assisted dispersal; establishment of self-sustaining populations within the non-native range; and invasion of the new range. However, when species are invasive, they have strongly positive demographic trends and are often numerous, therefore their management can be extremely difficult and expensive. Our experimental model was *Trachemys scripta elegans*, the most popular freshwater turtle in the pet trade in the world. It is a medium to large-sized turtle as females reach a carapace length of up to 24 cm and males up to 20 cm. This reptile lives in a wide variety of freshwater habitats and it is a habitat generalist. It prefers larg pools and ponds with soft bottoms, and with many aquatic plants and suitable basking sites for thermoregulation. *Trachemys scripta elegans* is an opportunistic omnivore subsisting on a wide variety of plant and animal foods. The food preferences change with age. Juveniles are highly carnivorous. Instead the adults, mainly eat vegetable food. In the late 1970s a several turtle farms were established in southern USA, where the hatchlings are packed, in hundreds in small boxes, and are shipped abroad. At least 80% of them die during the first year in captivity. If released terrapins survive in nature, they pose a threat to local wildlife. Only in 1996 the total exports of *Trachemys scripta elegans* from USA were 8 million

individuals, of which 3 million individuals were imported by Europe. With effect from 1997 the EU implemented a ban on the import of this species, in fact already in 1975 the U.S. Food and Drug Administration banned the sale of turtles under 10 cm carapace length in the United States and Canada because they transmitted human salmonellosis. *Trachemys scripta elegans* distribution includes eastern USA, in particular the Mississippi valley from Illinois to the Gulf of Mexico. It now has a far greater distribution area that include a lot of countries in America, Europe and Asia, where it has naturalized in some cases. *Trachemys scripta elegans* released in semi-natural conditions were first recorded in Campobasso in the early 1970s, but sightings only becoming more common in the mid-80s. It is presently known in all of Italy except for Valle d'Aosta, Sardinia and Campania. Reproduction is common in captivity, but little is known about its reproduction in nature. Some authors suggest that naturalization wouldn't be a serious problem, but it is known that this species is certainly able to reproduce in Friuli Venezia Giulia, Latium, Emilia Romagna and in Calabria. This research was aimed to investigate reproductive biology of *Trachemys scripta elegans* in order:

- to evaluate if reproduction is an effective phenomenon that could interest the study area;
- to estimate the reproductive success in natural condition;
- to determine preferences of *Trachemys scripta elegans* in the nest site selection;
- to define the step of the invasion process of slider turtle in the Lake of Angitola, in order to suggest conservation measures.

The research was conducted at Lake of Angitola, a 196 ha artificial lake located about 5 km from Pizzo Calabro. The lake became a WWF oasis in 1975, and ten years later was declared an International Ramsar area due to the large presence of migratory birds. Today the lake is included in the Regional Park of Serre and in 2005 the area was proposed as a Site of Community Importance (SIC) by ministerial decree. The climate is typically Mediterranean; the vegetation is very varied: the shrub layer is formed by aromatic herbs; the arboreal layer includes a forests of genus *Quercus* . The animal communities are very interesting, especially the bird

population; in fact we can see more than 150 different species per year. The study was conducted from three years, and included 3 monitors per month, in particular from April to October, when the turtles were more active. The lake's shores were divided into eight transects using environmental criteria. Data collection were sampling focused on visual census observations, on the nesting sites research and on trapping. Also to analyze the nest site selection we divided the whole lake perimeter by differing vegetative covers and differing soil types to study the use of these selected environments by nesting females. Vegetative cover was classified by five categories by a buffer of 50 m, and including shrub land, grass, fruit growing and reforestation; mixed category was used in cases where no one coverage was present in more than 75% of the subdivisions. Soil type was classified by using the methodology of Casanova (1991), yielding three main categories of dirt, sand and clay substrates and the possible combination of them. Collected variables used in this research were tested with InStat 3.0 software; in particular we used Chi-square goodness of fit, Kruskal-Wallis and Spearman Rank Correlation tests. The results of the visual census showed that Cavalcavia was the preferred basking area for *Trachemys* thermoregulation. In fact, in this area was observed the highest percentage of turtle presence that performed basking on the emerged deadwood. The heterogeneity χ^2 test, that was used to compare number of observation and the areas, was statistically significant (N=2015; $\chi^2=893,03$; d.f.=5; $P<0,0001$). Monthly monitoring activities of basking showed an increasing of turtle presence from April to July, and it is possible to observe a subsequent decreasing of basking activities from August to October. During the research we found 229 nests. The greatest distance of a nest from the shoreline was 100 m, but the greatest number of nests was found between 0 and 20 m from the shoreline. Kruskal-Wallis non-parametric test association between number of eggs and months of the year was statistically significant (KW=14,318; $P=0,0137$). "Movrella" and "Ceramida" were the main nesting areas; in these transects there are a lot of emerged spaces that female turtles can use for nesting activities. The correlation between the number of eggs and the depth of the nest was statistically extremely significant (N=229; $r=0,2105$; $P<0,0001$). More than 85% of nests were found in mixed soil type habitats, particularly in dirt-sand and dirt-clay soil types. Chi squared test between number of nests and soil type categories was statistically significant (N=229; $\chi^2=116,22$; d.f.=3; $P<0,0001$). More than 65% of nests were found in environments with mixed

vegetative cover (Grass+Shrubland). Chi squared test associations between number of nests and the 4 vegetative cover types were statistically significant (N=229; $\chi^2=116,22$; d.f.=3; $P<0,0001$). We collected by trapping, and marked 26 specimens and in particular 6 juveniles; the more effective trapping method was represented by “basking trap”, that we used on the water surface. In Europe reproduction under natural conditions has been reported only for Spain and France. As we said before, little is known about *Trachemys scripta elegans* reproduction out of captivity in Italy, but in 2002 Ficetola recorded the first reproduction case of *Trachemys scripta elegans* on the Po Delta on sympatric condition with an *Emys orbicularis* population. The population of Angitola represents one of the largest reproductive population of Europe and the most important for our country. In Italy *Trachemys scripta elegans* deposition in seminatural conditions takes place once a year at the end of June. We recorded for the first time that in our study area deposition takes place twice a year, as reported for the American populations: we think that the first event in April-May, with hatching in June and July, and the second event in July-August, with hatching in September-October. Some tropical *Trachemys* species tend to nest in open areas that receive direct sunlight for at least part of each day. Analysis of the use of vegetative cover in our study area revealed that *Trachemys scripta elegans* nests were not randomly distributed within the general area used for nesting, and it suggesting that females were actively selecting nesting sites. In fact the largest number of nests around the lake was found in areas with mixed vegetative cover, as reported for *Trachemys callirostris* in Colombia. Mixed vegetative cover might reduce thermal stress to the nesting females, as well as lower the detectability of nests to natural predators and human hunters. It has been reported that *Trachemys* nesting females prefer only dirt soil, but in our study area the largest number of nests in our study area were found in habitat with mixed soil type categories, these zones were characterized by heterogeneous granulometry that increase the ventilation of the nest and the humidity degree for hatching success. We investigated experimentally the occupation of basking sites thus providing a better knowledge on this behavioral pattern. During thermoregulation turtles of lake Angitola mainly bask along the emergent deadwood. Floating (thermoregulation on the water surface) is showed especially during the summer season. This population performs basking from April to October at different times of the day: for example during the cooler months the time of sunlight exposure increases and the

basking behavior occurs during the hottest hours of the day. These results are also important for further evaluations on competition for occupation of basking places between this allocthonous specie and *Emys orbicularis*, our endangered European pond turtle. In fact as reported in literature that *Trachemys scripta elegans* requires less exposure time for thermoregulation than *Emys orbicularis*, and for this reason American slider turtle is the winning species in competition for basking sites in sympatric conditions. The invasion process of the *Trachemys* population inhabiting the lake of Angitola is at the second step, in fact we are in front of a self-sustaining and growing population. Moreover the local population of *Emys orbicularis*, historically present in the lake until the early 2000's, nowadays is probably extinct. In conclusion it is very important to complete echo-ethological investigations for better understanding the biology and ecology of this invader, and to provide a monitoring and controlling plans, and to define translocation and eradication plans, but this operations could be extremely difficult and more expansive. The results of this research were objects of a scientific paper and of same participation for congresses. Two more papers are in preparation.

Introduzione

L'introduzione incontrollata di specie animali e vegetali esotiche negli ambienti naturali è oggi riconosciuta come una delle principali cause della perdita di biodiversità, dell'impovertimento e della banalizzazione degli ecosistemi locali, seconda soltanto alla distruzione diretta degli habitat (IUCN, 2000). Per milioni di anni l'isolamento delle specie biologiche, causato dalle barriere biogeografiche come gli oceani, le montagne, i fiumi e i deserti, ha reso possibile la formazione di un ampio mosaico di ecosistemi all'interno dei quali le specie si sono differenziate geneticamente seguendo percorsi evolutivi distinti. La colonizzazione da parte di nuove specie animali e vegetali è avvenuta, infatti, attraverso lenti processi di dispersione naturale, e questo è risultato un fattore fondamentale per l'evoluzione. Negli ultimi cinque secoli, però, l'intervento dell'uomo ha profondamente alterato tali processi naturali, sia attraverso il trasporto involontario d'organismi biologici, sia per la diffusione accidentale o intenzionale di specie allevate o trasportate per altri scopi da un continente all'altro. La maggior parte delle specie alloctone introdotte non riesce, fortunatamente, ad insediarsi in modo stabile nel nuovo ambiente, sia per fattori di tipo demografico (la presenza di una popolazione troppo esigua), sia di tipo ecologico (il clima o la competizione con le specie locali). Quando l'insediamento avviene, però, può determinare alterazioni anche importanti degli ecosistemi naturali. Le cause che determinano l'esplosione demografica delle specie aliene sono note e riguardano soprattutto le differenze e le affinità ecologiche tra l'area di origine e le aree di nuovo insediamento, dove spesso vengono a mancare importanti fattori limitanti, quali la presenza di predatori o di forti competitori che possano fronteggiare le invasioni. Possiamo distinguere tre fasi diverse nel processo di invasione biologica, che comprendono la *dispersione iniziale*, provocata soprattutto dalle attività umane, la *naturalizzazione*, quando la specie risulta ben insediata nel nuovo ambiente e si auto-sostiene, e l'*invasione* di nuovi ecosistemi naturali limitrofi a quelli già occupati (Puth & Post, 2005; Richardson *et al.*, 2000).

L'introduzione di specie "aliene" comporta, quindi, il rischio della perdita di un elevato numero di specie endemiche, con una conseguente e progressiva omogeneizzazione delle biocenosi naturali. Altrettanto consistente è l'impatto di carattere economico determinato dall'introduzione di specie esotiche, che vanno ad intaccare importanti

settori agro-silvo-pastorali e della pesca, stravolgendo le economie locali e nazionali di tutto il mondo. L'accresciuta intensità degli scambi commerciali derivante dalla globalizzazione dell'economia, nonché il costante sviluppo dei trasporti e degli spostamenti dell'uomo, stanno determinando una crescita esponenziale delle invasioni biologiche, per cui si può ritenere che questa già grave minaccia sia destinata ad assumere in futuro dimensioni ancor più preoccupanti se non si porranno dei rimedi efficaci. Arginare questo problema richiede una politica di prevenzione che miri a ridurre il rischio di nuove introduzioni attraverso il controllo delle fonti nei paesi d'origine, del trasporto e dell'importazione; inoltre, è opportuno adeguare il sistema normativo in merito, in modo da introdurre misure di precauzione e repressione delle introduzioni non autorizzate. Attraverso l'azione mirata di eradicazione sul territorio è possibile affrontare programmi di gestione dei nuclei di specie alloctone presenti in natura; è inoltre, fondamentale la sensibilizzazione dell'opinione pubblica circa i rischi legati all'introduzione di specie estranee ai nuovi ambienti naturali. Infatti, nonostante la comunità scientifica sia concorde nel ritenere le invasioni alloctone come il secondo problema ambientale per priorità a livello mondiale, questa minaccia è percepita dall'opinione pubblica in maniera molto sfocata; il problema non è ritenuto degno di attenzione rispetto ai grandi temi ambientali come la deforestazione, l'inquinamento e l'effetto serra che tendono ad occupare uno spazio più definito nell'informazione giornalistica e nelle divulgazioni scientifiche.

Innumerevoli sono i casi di introduzione che si sono trasformati in vere e proprie invasioni nel tempo, determinando una pesante perdita della biodiversità delle cenosi autoctone. Nel variegato panorama del commercio di animali esotici, quali animali da compagnia, le testuggini palustri dalle orecchie rosse hanno rappresentato negli ultimi anni un posto d'onore. *Trachemys scripta elegans* (Wied, 1839), è divenuta nota a livello mondiale per il commercio indiscriminato cui sono stati oggetto i giovani esemplari. L'areale di origine corrisponde al bacino del Mississippi, che si estende dall'Illinois fino al golfo del Messico; proprio in quest'area, periodicamente, venivano catturati gli esemplari riproduttori da inserire negli allevamenti naturali americani (turtle farms), dai quali si stima che a partire dagli anni '80 siano state esportate più di 6 milioni di piccole testuggini all'anno (Ferri, 1999). Come conseguenza del volume d'affari sostenuto da questo Emidide, altri allevamenti sono sorti nel sud est asiatico per soddisfare la domanda proveniente da quest'area. I giovani venivano subito trasportati dopo la nascita dagli allevamenti ai grossisti, che provvedevano alla spedizione dei

rettili in tutto il mondo. Si è stimato che il tasso di mortalità in questa fase sia stato di oltre il 90% degli esemplari. In Italia è stato calcolato che quasi un milione di queste testuggini sia stato importato ogni anno, fino al divieto imposto da un regolamento europeo del 1997. Grazie alla loro notevole adattabilità alla cattività, questi rettili riescono spesso ad accrescersi a tal punto da rappresentare un problema per i proprietari, i quali tendono a rilasciarle sia in ambienti urbani, come parchi e laghetti artificiali, sia direttamente in natura, ignorandone le conseguenze ecologiche. Nel corso degli anni si è passati dalle segnalazioni di pochi individui a quelle di intere colonie in più regioni d'Italia (Gentilli & Scali, 1999). Tale situazione ha creato sia problemi legati all'impatto di queste popolazioni sull'ambiente naturale, sia la grave preoccupazione circa il mantenimento delle popolazioni autoctone della specie *Trachemys scripta elegans* in America. Sono ancora poche le ricerche che testimoniano il grado d'impatto che avrebbe la testuggine palustre americana sugli ecosistemi del nostro paese e del continente europeo. Alcuni studi hanno dimostrato la forte competizione del rettile d'oltreoceano con le testuggini palustri europee della specie *Emys orbicularis*, soprattutto nell'occupazione delle postazioni di basking, attività fondamentale per la termoregolazione corporea. Ebbene, è stato osservato che le testuggini alloctone *Trachemys scripta elegans* riescono ad aggiudicarsi i posti migliori, sottraendoli alle più timide e piccole *Emys orbicularis*, che soccombono inesorabilmente (Cadi & Joly, 2003; 2004). Il forte grado di adattabilità delle testuggini americane fa sì che siano attive anche a temperature impensabili per un rettile, oltre al fatto che riescono ad insediarsi in qualunque ambiente umido sia naturale che artificiale. In Italia è stato ipotizzato che *Emys orbicularis* possa venire danneggiata dalla competizione con *Trachemys scripta elegans* per le aree di basking, nei casi in cui la testuggine americana sia presente con densità elevate (Gianaroli *et al.*, 2001). Inoltre, in Italia *Trachemys scripta elegans* è presente soprattutto in quelle aree fortemente antropizzate, dove *Emys orbicularis* non vive più. In altri casi, come nel lago dell'Angitola, area di studio presa in esame ai fini della presente ricerca, alcuni autori hanno riferito che la scomparsa delle testuggini palustri autoctone sia da attribuire alla competizione diretta con la cospicua popolazione di testuggine dalle orecchie rosse (Tripepi & Aceto, 2000; Tripepi & Sperone, 2002). Il successo riproduttivo di questa specie esotica in ambiente naturale, non ha finora destato preoccupazioni nel nostro paese, dai dati noti, infatti, si evince come le testuggini americane siano state in grado di riprodursi solo in condizioni di cattività e semicattività. In quest'ultimo caso il clima mediterraneo non avrebbe favorito

la schiusa delle uova (Ballasina, 1995). In Lombardia, le limitate fasi di corteggiamento osservate, e il rinvenimento d'uova sterili, supportano l'idea d'incapacità delle testuggini di automantenersi nel tempo. Lo scarso successo riproduttivo è stato annotato anche in centro Italia (Luiselli *et al.*, 1997). In Piemonte, in condizioni seminaturali, è stata osservata la deposizione delle uova, ma queste raramente si sviluppano fino alla schiusa dei neonati; così il reclutamento dei giovani è talmente esiguo da non essere sufficiente nel tempo per mantenere vitale la popolazione (Piovano & Giacoma, 1999). In Francia è invece risultato elevato il pericolo di invasione e i ricercatori chiedono che non sia sottovalutata la possibilità che *Trachemys scripta elegans* possa divenire un grande problema per la biodiversità locale. Queste tesi sono supportate anche da alcune recenti ricerche che hanno dimostrato la capacità di queste testuggini alloctone di riprodursi anche in condizioni naturali in Europa (Santigosa *et al.*, 2008; Cadi *et al.*, 2004; Mingot *et al.*, 2003).

La ricerca condotta nell'ambito della presente tesi di dottorato si pone i seguenti obiettivi:

- fornire una valutazione generale della vitalità e del grado di adattamento della popolazione di *Trachemys scripta elegans* presente nell'oasi WWF "Lago dell'Angitola";
- verificare il grado del successo di schiusa di questi alloctoni in un ambiente naturale climaticamente favorevole, definendo le preferenze ambientali della specie nella nest site selection;
- individuare eventuali influenze ecologiche che possano modulare il ciclo riproduttivo della specie in condizioni di elevata naturalità;
- ipotizzare piani conservazionistici per la gestione e il recupero di questi animali.

CAPITOLO 1

L'impatto delle specie aliene sugli ecosistemi

1.1 Inquadramento del problema

Gli areali naturali di molte specie sono delimitati da barriere biogeografiche e dall'influenza dei fattori ecologici che non consentono la libera dispersione della fauna e della flora. Le catene montuose, gli oceani, i deserti, garantendo l'isolamento geografico, hanno permesso i processi di speciazione, che hanno seguito vie differenti nei diversi continenti e nelle isole. Il lento ma costante lavoro dell'evoluzione ha selezionato le specie più adatte per ciascun ambiente, con il quale esse possono interagire continuamente ed al quale sono intimamente associate nella strutturazione degli ecosistemi. Tuttavia, l'aumento esponenziale degli scambi commerciali e degli spostamenti di persone, ha permesso a molte specie di oltrepassare queste barriere geografiche ed ecologiche mediante l'introduzione accidentale, o intenzionale (traslocazione), di organismi animali e vegetali alloctoni, modificando pesantemente gli equilibri degli ecosistemi naturali. Tali interventi antropici hanno interferito con gli originari pattern di distribuzione delle specie, che talvolta, riuscendo ad insediarsi con successo in nuovi siti, diventano invasive, alterando le comunità biologiche indigene, e spingendone spesso alcune verso l'orlo dell'estinzione. Il tasso del successo di tali nuove colonizzazioni, varia notevolmente a seconda del taxon considerato. In genere sono una percentuale di tentativi compresa tra il 10 ed il 40% viene coronata da successo insediativo, più raramente il 50% (Meffe & Carrol, 1997). Numerose specie aliene, quindi, non riescono ad insediarsi stabilmente nei nuovi ambienti perché non vi trovano le condizioni ecologiche adatte per la loro sopravvivenza. Un processo di colonizzazione si prefigura, pertanto, come un fenomeno assai complesso ed imprevedibile.

Generalmente, le invasioni biologiche possono essere schematizzate in tre fasi ben precise che prevedono in un primo step la *dispersione* iniziale degli individui, i quali superando gli ostacoli ambientali locali, riescono a sopravvivere nel nuovo ambiente; nel secondo stadio, la *naturalizzazione*, in cui tali specie riescono a riprodursi con

successo nell'area di introduzione e costituiscono popolazioni in grado di automantenersi; l'ultima fase è l'*invasione* vera e propria, nella quale le specie introdotte, riunite in popolazioni stabili, si espandono rapidamente su distanze considerevoli, superando tutte le barriere, biotiche e abiotiche che incontrano (Puth & Post, 2005; Richardson *et al.*, 2000).

La definizione di invasiva è attribuita dall'IUCN a quelle specie esotiche che hanno un impatto negativo sulle biocenosi autoctone, minacciando e modificando la biodiversità locale. Le cause principali della diffusione incontrollata di specie "estranee" ad un ambiente naturale vengono fatte risalire a tre motivazioni principali:

- la costituzione di popolazioni naturalizzate per prelievo venatorio, che è frequentemente la causa dell'inquinamento genetico e dell'esclusione competitiva;
- l'importazione di specie alloctone per motivi economici e il successivo rilascio in natura, accidentale o intenzionale, che riguarda sia il commercio di animali ornamentali e d'affezione, che la vendita di animali da carne, da pelliccia o da collezionismo (acquariologia e terraristica);
- le attività umane non riguardanti direttamente il rilascio in natura di specie aliene, una modalità spesso ignorata, ma responsabile dell'introduzione di un gran numero di organismi alloctoni, prevalentemente di invertebrati, piante e funghi, sotto forma di larve, semi e spore.

Il grande sviluppo dei sistemi di spostamento umano e trasporto delle merci, conferisce al fenomeno una qualità ed un'ampiezza straordinari. Lo scarico delle acque di zavorra delle petroliere o delle imbarcazioni da pesca, è responsabile del trasferimento di organismi marini, vegetali e animali, da un bacino all'altro (Ministero dell'Ambiente, 2001). Una pubblicazione dell'Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica (INFS), ritiene che su 73 specie di mammiferi terrestri che vivono in Italia, almeno 15 risultano esotiche, e su 484 specie di uccelli, 110 non appartengono alla nostra fauna tradizionale (Andreotti *et al.*, 2001). Attualmente si ritiene che una specie su cento introdotte possa rappresentare una seria minaccia per la perdita di biodiversità. Tuttavia, la scarsa conoscenza che si ha del fenomeno non permette di escludere che l'apparente "inerzia" di numerosi ecosistemi all'introduzione di nuovi organismi non celi un reale stress ecologico, che si manifesterà solo in tempi più lunghi. Laddove il problema è stato sottovalutato e ignorato, e la specie introdotta risulta naturalizzata, il quadro si presenta con tre caratteristiche concomitanti:

- gravità del danno a carico degli ecosistemi locali, con l'alterazione del rapporto preda-predatore, l'indebolimento e la semplificazione delle reti trofiche, fino all'estinzione delle entità faunistiche o flogistiche locali. Le specie esotiche, possono, infatti, entrare in competizione con quelle indigene per la conquista delle risorse, fino a soppiantarle; inoltre le specie animali introdotte, soprattutto se predatrici, eliminano direttamente la fauna autoctona, che, incapace di sfuggire al nuovo predatore, diminuisce rapidamente, sconvolgendo le catene alimentari locali e giungendo a livelli di estinzione locale molto elevati.
- persistenza nel tempo degli effetti, che portano ad un'alterazione dell'habitat sempre maggiore, fino alla sua degradazione; le specie aliene, infatti, possono modificare l'habitat, rendendolo inadatto e inospitale alle specie autoctone, che alla lunga tenderanno a scomparire. Il sistema non riesce a riavviarsi spontaneamente; i meccanismi a feedback negativo non hanno più la capacità di riportare i valori ecologici all'equilibrio originario, e l'ecosistema persiste nella sua forma degradata.
- difficoltà, e talora impossibilità di intraprendere interventi efficaci e risolutivi; ciò può rendere l'impatto irreversibile, con dinamiche di sviluppo difficilmente prevedibili. In alcuni casi, anche la comunità umana può pagare dei costi economici rilevanti, dovuti alla compromissione delle attività agro-silvo-pastorali, di prelievo ittico, commerciali o dovute al contenimento delle specie infestanti parassite nelle aree urbanizzate (Petrini & Venturato, 2002).

In molte aree della terra il problema delle specie esotiche, soprattutto quelle invasive, è estremamente grave per il depauperamento e la conservazione di numerose biocenosi autoctone. Negli Stati Uniti si stima che gli "invasori" rappresentino una minaccia per il 49% delle specie locali già a rischio di estinzione, con effetti deleteri per uccelli e piante (Wilcove *et al.*, 1998). Infatti negli Usa si contano 70 specie di pesci, 80 di molluschi, 2000 di insetti e 2000 di piante che non appartengono ai biomi americani. I fattori che determinano il successo delle specie esotiche nei nuovi ambienti possono riguardare caratteristiche intrinseche degli organismi, come l'eccezionale capacità di dispersione, strategie riproduttive molto efficaci o l'ampia tolleranza ai diversi valori ecologici; possono riguardare le caratteristiche dell'habitat che corrispondono egregiamente alle esigenze naturali dell' "ospite", o la struttura delle cenosi che potrebbero essere occupate, che interessa sia la presenza-assenza di specie autoctone con esigenze ecologiche molto simili, che la disponibilità delle risorse alimentari e degli spazi liberi

da occupare, oltre che la complessità delle reti trofiche. Sicuramente una delle ragioni del successo di queste specie è l'assenza dei loro diretti predatori e parassiti naturali, che non rallentano la crescita esponenziale in numero, dei nuovi arrivati. Un'elevata concentrazione di organismi invasori, poi, si ha in quegli habitat fortemente modificati dalle attività umane, dove si instaurano condizioni ambientali inusuali per le specie native. L'aumento degli incendi, il rimaneggiamento dei suoli, oltre che il cambiamento delle condizioni microclimatiche e la frammentazione d'habitat, permettono un adattamento più rapido delle specie provenienti da altre realtà geografiche rispetto alle specie locali (Primack & Carotenuto, 2000). Le specie autoctone trovano molta difficoltà ad insediarsi in questi nuovi habitat, e sono rapidamente soppiantate dalle specie esotiche, ecologicamente più competitive e pioniere (Assini, 1998). Nonostante la comunità scientifica sia concorde nell'ammettere che l'introduzione di fauna e flora alloctone costituisca la seconda causa di perdita della biodiversità a livello mondiale, dopo la distruzione diretta degli habitat, la reale minaccia è stata percepita dall'opinione pubblica in maniera molto sfocata, in quanto il problema viene considerato di rilevanza locale e non globale. Emerge, quindi, una forte esigenza di colmare il vuoto innanzitutto culturale sui temi della biodiversità, ed in particolare sulle immissioni faunistiche, per informare e sensibilizzare l'opinione pubblica sulle procedure di prevenzione, di controllo e ove possibile di eradicazione della minaccia, come previsto dalla Convenzione Internazionale di Rio sulla Biodiversità del 1992. Nella maggior parte dei casi, però, gli interventi di contenimento ed eradicazione di una specie alloctona possono essere condotti con efficacia solo in una fase precoce di insorgenza del fenomeno, risultando, invece, del tutto inutili ed economicamente onerosi quando le specie risultano ormai naturalizzate ed ampiamente diffuse nell'ambiente. Tuttavia, la possibilità di agire tempestivamente è spesso ostacolata dalla scarsa conoscenza delle problematiche, dalle opposizioni di carattere etico di una parte della popolazione e dall'inadeguatezza del quadro normativo (Petrini & Venturato, 2002).

1.2 Effetti delle invasioni sugli ecosistemi acquatici e insulari

L'invasione biologica degli ecosistemi da parte di taxa esotici è considerata attualmente fra le cause più importanti della biodiversità a livello planetario. Il problema assume un aspetto decisamente preoccupante se si fa riferimento a quegli invasori che occupano gli ecosistemi più isolati e delicati, come gli ambienti insulari. In questi habitat unici e

molto fragili, infatti, l'apporto di elementi estranei all'originario assetto ecologico, può essere individuato e localizzato nel tempo con un sufficiente margine di precisione, per l'evidenza e la relativa rapidità delle conseguenze che produce. Nelle isole, infatti, si registrano le più gravi perdite di biodiversità, dovute alla specializzazione delle specie indigene, che si sono evolute in assenza di marcate competizioni trofiche, parassitismo e predazione. L'isolamento ha favorito lo sviluppo di gruppi peculiari di specie endemiche, ma lo stesso isolamento le ha anche rese molto vulnerabili alle specie alloctone rilasciate nell'ambiente. Ne consegue che le specie introdotte hanno potuto liberamente prosperare a discapito delle cenosi locali (Primack & Carotenuto, 2000). Gli ambienti delle isole, che sono stati condizionanti per gli endemiti, possono costituire una facile fonte di approvvigionamento trofico per le specie esotiche. Le popolazioni isolane, su cui si attua l'impatto ambientale, corrispondono spesso a sottospecie locali, se non addirittura a specie esclusive (Petrini & Venturato, 2002). Nelle isole oceaniche piante, uccelli e invertebrati costituiscono gli organismi più abbondanti, mentre i mammiferi sono piuttosto scarsi numericamente: vi sono pochi predatori ed erbivori, e in molti casi i mammiferi superpredatori sono totalmente assenti. Pertanto le specie endemiche delle isole, non hanno sviluppato alcuna forma di difesa verso i mammiferi; alcuni uccelli, ad esempio, hanno perso col tempo la capacità di volare e costruiscono il nido a terra, e molte specie vegetali hanno smesso di produrre sostanze tossiche e tessuti coriacei che le rendano inappetibili agli erbivori introdotti. Quando in una biocenosi rimasta a lungo isolata sono artificialmente immessi nuovi fattori di pressione selettiva, le popolazioni di endemiti tendono a contrarsi, fino ad arrivare anche a scomparire (Primack, 1998a). Un problema altrettanto grave è dato dal fatto che le specie insulari non presentano efficaci difese naturali alle malattie delle specie continentali; introducendo delle specie estranee all'ambiente, si introducono, infatti, anche i loro parassiti. Le più antiche introduzioni sulle isole mediterranee di mammiferi continentali alloctoni sono state documentate a Cipro, e riferite cronologicamente alla fine del IX-VIII millennio a.C., e riguardano la diffusione artificiale dell'egagro (*Capra aegagrus*), un animale tipico della biogeografia continentale dell'Asia sud occidentale, che ha portato non pochi problemi alla flora e alla fauna locale, essendo completamente estraneo agli orizzonti faunistici delle isole mediterranee. Altre presenze di questa specie si sono avute per Creta, dove i resti fossili risalgono addirittura al periodo Neolitico. Insieme a capre, maiali, pecore e cani, molte altre specie sono state importate sulle isole mediterranee, comprese lepri, conigli, topi, gatti, donnole, cervi e daini, che

hanno avuto, senza ombra di dubbio, un ruolo cruciale sia diretto che indiretto, nell'estinzione di taxa autoctoni, provocando i profondi cambiamenti degli ecosistemi originali, che ancora oggi è possibile osservare in tutto il bacino del Mediterraneo. Infatti, la struttura della fauna a mammiferi terrestri delle isole mediterranee, è costituita in larga parte da elementi indubbiamente omogenei, che rivelano un'origine continentale. L'attuale composizione faunistica è evidentemente influenzata da quella diffusa nelle aree continentali prossime, ed è quasi esclusivamente dominata da taxa continentali, la cui comparsa sulle isole è da attribuire essenzialmente all'uomo (Petrini & Venturato, 2002).

Le specie esotiche possono avere un enorme effetto negativo anche per gli ecosistemi acquatici, sia marini che delle acque interne; in modo particolare, i bacini lacustri e i corsi d'acqua possono essere paragonati a isole oceaniche, essendo anch'essi isolati e circondati da habitat inhospitali. Per questo le biocenosi presenti sono molto vulnerabili all'invasione di specie aliene nel loro ambiente. Molti pesci esotici sono stati introdotti negli ambienti acquatici volutamente, per scopi alieutici (pesca sportiva) e per creare allevamenti intensivi per scopi commerciali. In molti altri casi l'introduzione di nuove specie è avvenuta in modo involontario, in seguito a trasformazioni ambientali operate dall'uomo, come la creazione di canali di collegamento tra corsi d'acqua lontani e con una propria ittiofauna, o per lo svuotamento nei laghi delle zavorre d'acqua delle navi da trasporto in transito (Baltz, 1991). Spesso, le dimensioni di queste specie alloctone sono decisamente maggiori rispetto a quelle degli organismi indigeni, e senz'altro presentano un'indole più aggressiva e competitiva; esse creano, così, non pochi problemi per la sopravvivenza della fauna autoctona, modificando i complessi equilibri preesistenti, e danneggiando irreparabilmente la biodiversità locale. Un esempio emblematico è rappresentato dal lago Vittoria (Tanzania), il più grande lago tropicale del mondo, che possiede un microcosmo molto particolare ed unico. Il lago, che possiede una delle comunità acquatiche con la massima biodiversità al mondo, contava diverse centinaia di specie di ciclidi endemici, che potevano essere studiati solo in questo paradiso naturale. Negli anni '60 è stato introdotto nel lago il pesce persico del Nilo (*Lates nilotica*) per scopi commerciali; in brevissimo tempo la specie si è diffusa spaventosamente, portando all'estinzione la maggior parte delle specie indigene di ciclidi, e determinando uno sconvolgimento ambientale in tutta la regione. Attualmente le condizioni ecologiche non sono migliorate; sono tante le specie di piccoli pesci indigeni del lago che rischiano di scomparire, e l'incremento della pesca industriale non

è giovato alle popolazioni locali di pescatori e agricoltori, che continuano a vivere una dolorosa condizione di povertà e miseria. Inoltre, l'eccessivo sfruttamento delle sue acque sta condizionando anche la presenza delle specie destinate al commercio, chiaro sintomo della profonda alterazione alle reti trofiche e quindi all'intero ecosistema lago. Quella del lago Vittoria è considerata come la più grande estinzione di massa che la storia recente ricordi (Kaufman, 1992). Tra le specie aliene più dannose per gli ambienti dulciacquicoli e marini, non vi sono soltanto pesci, ma anche rettili cheloni, piante e invertebrati, diffusi spesso accidentalmente da acquariologi e collezionisti senza alcuna conoscenza scientifica. Il caso più significativo è quello dell'alga *Caulerpa taxifolia*, specie tropicale diffusa negli acquari marini perché molto appariscente e semplice da allevare. Alcuni frammenti di questo organismo sono stati, accidentalmente, rilasciati nel Mediterraneo nord-occidentale, dall'acquario di Monaco verso la fine degli anni '80. Da allora fino ad oggi quest'alga è stata rinvenuta lungo le coste di tutto il Mediterraneo occidentale, diventando una competitorice molto aggressiva della fanerogama endemica *Posidonia oceanica*. I ricercatori hanno accertato che nelle nuove condizioni ambientali, *Caulerpa* raggiunge dimensioni mai osservate nei luoghi d'origine (oceano Atlantico e Indo-pacifico), e la densità fogliare è del tutto eccezionale (Della Croce *et al.*, 1997). Inoltre, la grande capacità della specie di riprodursi vegetativamente per frammentazione, potrebbe contribuire notevolmente a una futura espansione in tutto il Mediterraneo, con la conseguente riduzione delle comunità animali e vegetali legate all'"ecosistema Posidonia". La situazione delle acque dolci interne in Italia non è certo migliore di tante realtà nel resto del mondo. Le specie indigene dei nostri fiumi conosciute ai tempi di Linneo erano appena 27, due delle quali (carpa e carassio) erano già state introdotte in epoca romana. Con il perfezionarsi degli studi effettuati negli anni, il numero di specie è progressivamente aumentato, cosicché Canestrini (1872), nel volume sui pesci della fauna d'Italia, elencava 58 specie presenti, tra cui 4 introdotte. Passati altri cento anni, quando furono pubblicati i tre volumi di Tortonese (1956, 1970 e 1975), le specie autoctone indigene erano 60 e 11 quelle introdotte. Successivamente, nel recente volume di Gandolfi *et al.* (1991), aumentano a 65 le specie o sottospecie endemiche, e a 28 quelle introdotte. Al 2000, le entità faunistiche indigene erano aumentate solo di due specie, mentre quelle introdotte erano cresciute a oltre 35 specie e qualche anno più tardi a 40. Negli ultimi 10-15 anni, quindi, si è assistito ad un incremento preoccupante della fauna esotica nei nostri corsi d'acqua; inoltre altrettanto gravi sono i fenomeni di transfaunazione, cioè il trasferimento di individui da un corso

d'acqua o lago, ad un altro del tutto indipendente dal primo, a fini di pesca sportiva. Questi trasferimenti sono compiuti senza alcun criterio biogeografico, e stravolgono completamente la fauna locale. La situazione dell'ittiofauna delle acque interne italiane è quindi abbastanza grave. Anche se ancora non si segnalano casi certi di estinzione delle specie autoctone, l'arrivo sempre più massiccio di animali estranei ai nostri ambienti acquatici ha fatto registrare il 40% di specie di pesci provenienti dagli habitat più diversi e facenti parte, ormai, del nostro patrimonio ittico, che stanno creando non pochi problemi alla straordinaria biodiversità degli ambienti fluviali, lacustri e marini della penisola italiana (Petrini & Venturato, 2002).

1.3 Paleointroduzioni ed immissioni faunistiche recenti in Italia

L'introduzione di specie in un nuovo ambiente è una pratica che esiste da millenni: ad esempio, tutte le specie di mammiferi presenti oggi sulle isole del Mediterraneo, sono il risultato di immissioni operate dall'uomo in un passato anche molto antico (Vigne, 1992). Negli ultimi decenni si è avuto un incremento esponenziale delle introduzioni, se consideriamo i dati di un recente lavoro raccolti in un rapporto dell'INFS sui mammiferi e gli uccelli introdotti in Italia. Da questo studio si evince che il 67,8% delle specie alloctone naturalizzate nel nostro paese, sono state introdotte negli ultimi cento anni, e nel caso degli uccelli, tutti le specie estranee ai nostri habitat, a parte il fagiano, sono state immesse negli ultimi duecento anni. In Italia, le specie esotiche rappresentano attualmente il 20,3% del numero totale di mammiferi terrestri (59 specie autoctone escludendo Chiroteri e mammiferi marini), ed il 5% degli uccelli (484 specie autoctone). Ed il numero di specie non ancora naturalizzate è ancora maggiore (Andreotti *et al.*, 2001). E' opportuno distinguere tra paleointroduzioni e neointroduzioni; le prime sono rappresentate da specie per le quali non sono noti reperti fossili postglaciali, e per le quali manca qualsiasi tipo di documentazione d'immissione storica. Le neointroduzioni, invece, sono testimoniate da precisi riferimenti storici, che dimostrano il periodo di rilascio in natura. L'esempio più conosciuto di paleointroduzione è rappresentato dal fagiano (*Phasianus colchicus*), una delle specie animali selvatiche più ampiamente introdotte a scopi venatori a livello mondiale, fin dai tempi più antichi. La specie è originaria dell'Asia centrale, ma già in epoca romana fu introdotta in tutta Europa. In Inghilterra si hanno notizie d'allevamenti a scopo venatorio dal 1523, mentre in America fu introdotto nel 1733, e in pochi decenni si

diffuse su quasi tutto il territorio degli Stati Uniti. All'epoca romana si fanno risalire anche le introduzioni in Italia del coniglio selvatico (*Oryctolagus cuniculus*), originariamente diffuso in parte dell'Europa (Spagna e Francia) e dell'Africa nord occidentale (Marocco e Algeria), e introdotto per scopi venatori in Europa centrale e nelle isole del Mediterraneo; nel nostro paese la sua presenza in diverse regioni, fa sì che possa essere considerato come specie autoctona; infatti, pur subendo una notevole pressione venatoria, e venendo periodicamente colpite dalla mixomatosi, le popolazioni presenti sul territorio possono essere considerate abbastanza stabili. Anche il topo domestico (*Mus domesticus*), può essere considerato naturalizzato nel nostro paese. La sua immissione negli ambienti mediterranei, è stata stimata sempre in epoca Romana, a causa delle intense attività commerciali navali con i paesi orientali. La specie è distribuita in tutta Italia, comprese le isole minori, ad eccezione della sola isola di Montecristo (Ministero dell'Ambiente, Iconografia dei mammiferi d'Italia). Il daino (*Dama dama*), è un altro esempio di introduzione risalente a periodi molto antichi. La sua comparsa in Europa, infatti, risale al medio Pleistocene (circa 700 mila anni fa), nei periodi glaciali ed interglaciali; durante la fine dell'ultima glaciazione, la specie si spostò in Asia minore, da cui fu introdotta in Italia dai Fenici, come animale sacrificale, e poi dai Romani, come ornamento delle ville gentilizie. Già alla fine dell'epoca preistorica si diffuse prima nelle coste del Mediterraneo, e poi negli interni; seguirono periodi alternati di estinzioni locali e reimmissioni, fino ai giorni nostri, in cui il daino è considerato naturalizzato nel nostro paese ed è diffuso in tutti i boschi e le macchie costiere. Di epoca più recente è, invece, l'invasione del ratto delle chiaviche (*Rattus norvegicus*), naturalizzato ormai su tutto il territorio italiano. Questo invasore è originario della Cina, dalla quale si è diffuso in tutti i continenti, fino a diventare il topo più frequente d'Europa e del Nord America. Si suppone sia arrivato nei nostri ambienti attraverso le navi mercantili fin dal 1200, mentre nei suoi luoghi d'origine aveva già instaurato un forte legame di commensalismo con l'uomo. Nutrendosi di qualsiasi cosa, compresi cadaveri umani e animali, fu portatore di sciagure e disgrazie per il nostro continente, con la diffusione di numerose malattie ed epidemie micidiali, come la peste bubbonica, che falciò intere nazioni a partire dal 1300, causando la morte di oltre un terzo della popolazione europea.

Numerosissimi sono anche gli esempi di specie animali esotiche introdotte di recente in Italia, che stanno causando seri danni alle popolazioni locali di specie affini o di specie predate. Tra questi, grande interesse riveste, per i problemi che sta arrecando, lo

scoiattolo grigio (*Sciurus carolinensis*); questa specie di origine nord americana, è stata introdotta in Europa, nelle Isole Britanniche, e poi in Italia, precisamente in Piemonte nel 1948 nel Parco di Candiolo (To). In pochi decenni si è diffuso in un'area di 450 km², nella Pianura Padana, eliminando le popolazioni autoctone di Scoiattolo rosso (*Sciurus vulgaris*), meno competitivo del cugino americano, e devastando intere piantagioni di pioppo (Wauters *et al.*, 1997; Lurz *et al.*, 2001). Attualmente, l'area occupata dallo Scoiattolo grigio ha un'estensione di 880 km² (Genovesi & Bertolino, 2001). Sulla base del modello matematico elaborato da Lurz *et al.* (2001), è previsto che, nei prossimi quattro decenni, lo Scoiattolo grigio continuerà ad espandersi rapidamente fino a occupare tutto il territorio piemontese, e in seguito potrebbe raggiungere la Francia, la Svizzera e la Lombardia, con tutte le problematiche che ne seguiranno. Infatti, la grande capacità adattativa di questo animale, gli permette di colonizzare numerose tipologie d'habitat naturali e artificiali, dalle aree forestali, fino ai parchi delle zone urbane. La pericolosità dell'invasione, deriva da motivi sia ecologici, in relazione alla capacità dello scoiattolo grigio di sostituirsi allo scoiattolo rosso, sia economici, con gravi danni alle piantagioni di pioppi (Genovesi, 1998).

Emblematico è anche il caso della nutria (*Myocastor coypus*), un roditore originario del sud America, introdotto nel continente europeo per la produzione di pellicce. In Italia i primi esemplari di nutria furono importati nel 1928 per dar vita agli allevamenti commerciali; da allora, e soprattutto negli anni '60 e '70, l'allevamento per la sua pelliccia ha avuto una forte diffusione, sostenuta da diverse imprese agricole. Tale attività col tempo è diventata sempre meno redditizia, fino ad essere gradualmente abbandonata. Sono quindi iniziati i primi rilasci accidentali e volontari in natura, facilitati dalle strutture di stabulazione obsolete e inadeguate. Le notizie sulla distribuzione iniziale della nutria furono localizzate e piuttosto frammentarie, con segnalazioni occasionali in Italia centro meridionale a partire dagli anni '60. Negli ultimi anni, la diffusione nel nostro paese ha conosciuto un notevole incremento passando ad una distribuzione sempre più diffusa che interessa interi comprensori senza soluzione di continuità. Infatti, nell'Italia centro settentrionale sono presenti due subareali distinti in Pianura Padana e lungo la fascia costiera adriatica, e il secondo interessa le pianure medio-alte tirreniche sino ai primi rilievi appenninici; mentre più localizzate sono le popolazioni naturalizzate dell'Italia meridionale e delle isole maggiori, che interessano aree più ampie, ma con gruppi più ridotti. L'impatto ambientale della specie riguarda innanzitutto la sfera ecologica, con problematiche di

tipo trofico sulle fitocenosi naturali, che può determinare l'alterazione delle zone umide locali, e la distruzione dei siti di nidificazione di numerosi uccelli acquatici, con la predazione delle uova. Non meno preoccupanti sono gli effetti provocati dal roditore all'economia agricola, con l'asporto di intere coltivazioni prospicienti ai corsi d'acqua, in particolare le piantagioni di riso, barbabietole, carote e ortaggi in genere. Notevoli, poi, sono i danni causati alle strutture irrigue, con la perforazione delle arginature dei canali di irrigazione, lo smottamento delle banchine e l'occlusione dei canali irrigui con l'aumento dei fenomeni di esondazione dovuti al collasso delle arginature. Infine i problemi sanitari, in quanto questa specie di mammiferi sono vettori di diffusione di numerosi parassiti, tra cui *Fasciola hepatica*, e *Leptospira*, rinvenuta nelle sue feci e nelle urine (Petrini & Venturato, 2002). La nutria è ritenuta in Italia come specie appartenente alla fauna selvatica, in quanto perfettamente naturalizzata, e quindi non è cacciabile, ma può essere oggetto di azioni di controllo e di eradicazione se rappresenta una minaccia per la diversità biologica (Raccomandazione del Consiglio d'Europa No. 77/1999).

Esempi eccellenti di neointroduzioni si ritrovano anche tra i pesci d'acqua dolce del territorio italiano. Le azioni di immissioni di ittiofauna alloctona, sono considerate una delle cause più comuni e più gravi di impatto sulle biocenosi acquatiche (Krueger & May, 1991). Questa pratica, però, è stata adottata su così vasta scala, che è stata in grado di alterare una vastissima porzione dei bacini idrografici, comprese anche numerose raccolte d'acqua e i bacini isolati. La principale causa di questa invasione, va ricercata nella ostinata volontà, da parte dell'uomo, di immettere specie estranee in qualsiasi corpo idrico, a cui va aggiunto l'effetto della realizzazione di canali e di altre connessioni artificiali, che hanno contribuito in molte aree a questa invasione (Scoccianti, 2001). Fra le introduzioni volontarie possono essere distinti casi di introduzione mirata, finalizzata all'aumento della pesca sportiva e commerciale, introduzioni dovute al semplice rilascio di individui detenuti a scopo ornamentale o di allevamento commerciale e immissioni finalizzate al controllo di specie nocive, come le zanzare. Quest'ultimo è il caso famosissimo e molto attuale del rilascio del genere *Gambusia*, introdotto per la lotta biologica contro le zanzare del genere *Anopheles*, responsabili della trasmissione all'uomo del *Plasmodium* della malaria. Le specie sono native della zona sud-est degli Stati Uniti, dal sud del New Jersey fino al Messico, lungo la costa Atlantica, lungo il bacino del Mississippi, dall'Indiana all'Illinois fino al Golfo del Messico. L'introduzione della gambusia in Italia risale al 1922, con le specie *G.*

affinis e *G. holbrooki*, rilasciate in diverse regioni, isole maggiori incluse. Gli adulti, da sempre ritenuti forti predatori di larve di zanzare, in seguito a specifici studi, sono stati riconosciuti capaci di predare numerosi taxa di invertebrati acquatici, senza preferenza per le zanzare. E' stato inoltre osservato che *Gambusia sp.*, non solo può competere a livello trofico con le larve e gli adulti degli Urodela acquatici (Bressi & Dolce, 1993), ma può anche predare direttamente le uova e le larve degli Anfibi (Bressi, 1995). Infatti, date le sue ridotte dimensioni, può inserirsi con facilità nelle aree più riparate, tra la vegetazione e nelle acque basse delle sponde dei corpi idrici, dove generalmente si ritrovano sia le uova che le larve degli Anfibi (Scocciati, 2001). La loro resistenza anche in condizioni di siccità, e il fatto che sono ovovivipare e che possano partorire decine di avannotti per volta, fa sì che questi piccoli pesci siano considerati un grande problema per la perdita di biodiversità negli ambienti acquatici, tanto che già in alcune regioni italiane ne è vietata l'importazione da tempo: in Piemonte dal 1981 e in Emilia Romagna dal 1993 (Petrini & Venturato, 2002). Molti problemi alle biocenosi acquatiche sono stati arrecati da specie ittiche immesse per scopi commerciali nei nostri ambienti naturali. In modo particolare, il pesce siluro (*Silurus glanis*), originario dell'Europa centrale, che presenta un areale che comprende il bacino orientale del fiume Reno, parte dell'Europa settentrionale, e tutta l'Europa orientale fino all'Asia minore. A partire dal secolo scorso, questa specie è stata introdotta in vari Stati dell'Europa occidentale e meridionale, tra cui l'Olanda, il Belgio, la Francia, l'Inghilterra e più recentemente la Spagna e l'Italia. Per il nostro paese, le prime segnalazioni che si riferiscono alla cattura del siluro erano limitate a bacini secondari come l'Adda, in cui fu pescato nel 1957 un esemplare di 9 kg e lungo 120 cm circa. La presenza di questo esemplare è stata considerata del tutto occasionale, e probabilmente, dovuta ad un carico di pesce importato dall'estero. Nel 1976 diversi esemplari di piccole dimensioni furono rinvenuti nel fiume Isonzo, forse a causa di semine effettuate nel fiume sul territorio Jugoslavo; mentre la prima cattura nel fiume Po è stata testimoniata nel 1968, in provincia di Pavia, con un esemplare di circa 2 kg. Negli anni successivi le catture rimangono un fenomeno sporadico ed occasionale e non si hanno testimonianze sicure. Altre notizie di catture effettuate nel fiume Po risalgono alla metà degli anni '70, quando a S. Martino di Viadana fu pescato un esemplare che vantava 72 cm di lunghezza e 2,3 kg di peso. Nel 1976 un siluro di peso superiore a 4 kg è stato catturato nel tratto parmense del fiume Po; nel 1978 sono stati catturati due siluri di 25,9 cm e 26,4 cm con nasse a Borgoforte in provincia di Mantova. La cattura d'esemplari di piccole

dimensioni fa dunque supporre che la specie abbia cominciato in questi anni a riprodursi nel fiume Po. Dal 1978 in poi le catture diventano sempre più frequenti, soprattutto nel tratto mantovano del Po: a foce Oglio, Motteggiana, Borgoforte, Ostiglia e Revere, con individui da 2 kg a 1,5 kg di peso. In provincia di Mantova le catture aumentarono, fino ad arrivare ad un esemplare di 48 kg pescato nei pressi di Borgoforte. Allo stato attuale si può affermare che il *Silurus glanis* ha colonizzato ormai tutto il bacino padano, compresi i numerosi canali artificiali. Anche in quest'ambiente, grazie soprattutto ad una zona di acqua ferma e poco profonda, si è potuto constatare che la specie è in grado di riprodursi con successo. Inoltre in occasione di uno svasso parziale del canale sono stati catturati diversi esemplari di circa 25 kg di peso (Tixier, 1998). L'impatto di questo pesce sugli ecosistemi acquatici italiani è devastante e sta determinando gravi alterazioni alle reti trofiche e alle piramidi alimentari. La sua dieta è composta in prevalenza da pesci, ed in particolare da cavedani, alborelle, trote, carassi e savette (Rossi *et al.*, 1991). L'enorme taglia che può raggiungere, l'estrema adattabilità agli ambienti acquatici più disparati, la voracità con cui si alimenta, fa della presenza del siluro una delle cause più rilevanti della riduzione di specie autoctone nei corsi d'acqua settentrionali, con la conseguente semplificazione degli habitat e una perdita inestimabile della biodiversità locale. Purtroppo, è certo che allo stato attuale sarà molto difficile, se non impossibile che il siluro venga eradicato dagli ambienti acquatici sopra citati, in quanto la specie ad oggi risulta perfettamente naturalizzata nel reticolo idrografico della Pianura Padana; nonostante ciò è indispensabile prevederne il controllo numerico e spaziale, al fine di limitare la sua invasione anche nei canali secondari, dove la sua presenza è più limitata che nei fiumi principali (Provincia di Verona, servizio caccia e pesca, 2004).

In Italia sono indigene 48 specie di pesci d'acqua dolce (Ciclostomi e Pesci Ossei), di cui 22 endemiche o sub-endemiche (Zerunian, 2004); a tutt'oggi risultano inoltre presenti 38 specie aliene, per la gran parte immesse nella seconda metà del Novecento (Nocita e Zerunian 2007). Di queste ultime, 13 sono naturalizzate e ampiamente distribuite nel nostro Paese.

Specie	Nome	Distribuzione	Motivi immissione
<i>Carassius carassius</i> (Linnaeus, 1758)	Carassio	N/C	1
<i>Carassius auratus</i> (Linnaeus, 1758)	Carassio dorato	N/C/S/I	1
<i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758)	Carpa	N/C/S/I	1,2
<i>Rhodeus sericeus</i> (Pallas, 1776)	Rodeo	N	4
<i>Pseudorasbora parva</i> (Tem.e Sch., 1842)	Pseudorasbora	N/C	4
<i>Silurus glanis</i> (Linnaeus, 1758)	Siluro	N/C	2,4
<i>Ameiurus melas</i> (Rafinesque, 1820)	Pesce gatto	N/C/S/I	2,4
<i>Salmo (trutta) trutta</i> (Linnaeus, 1758) (ceppo atlantico)	Trota fario	N/C/S/I	1,2
<i>Coregonus lavaretus</i> (Linnaeus, 1758)	Coregone	N/C/S	1,2
<i>Gambusia holbrooki</i> (Girard, 1859)	Gambusia	N/C/S/I	3
<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	Lucioperca	N/C	1,2
<i>Micropterus salmoides</i> (Lacépède, 1802)	Persico trota	N/C/S/I	1,2
<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	Persico sole	N/C/S/I	4

Tab.1: Le specie ittiche ampiamente naturalizzate in Italia (N, C, S, I: nord, centro, sud e isole) e i motivi dell'immissione: 1, commerciale; 2, pesca sportiva e professionale; 3, lotta biologica; 4, accidentale (da: Progetto MATTM – WWF Italia onlus “Verso la Strategia Nazionale per la Biodiversità: i contributi della Conservazione Ecoregionale”, 2009).

Per gli anfibi, l'esempio più rilevante di immissioni accidentali è costituito dalla rana toro (*Lithobates catesbeianus*), una specie originaria del nord America (California e Louisiana), che arriva a pesare anche 2 kg. In Italia fu introdotta negli anni '30, per scopi alimentari, nel comune di Mantova, e in seguito si è naturalizzata in diverse regioni. La sua presenza prospera soprattutto nella Pianura Padana, dove nacquero numerose aree d'allevamento, da cui diversi esemplari fuggirono accidentalmente e colonizzarono numerose tipologie d'habitat naturali e artificiali. La rana toro può dare problemi di competizione con altri anfibi autoctoni e fenomeni di predazione su anfibi e serpenti del genere *Natrix*, pulcini di folaga e di *Anatidae*. Nel 1997 una Direttiva Europea ne ha vietato l'importazione su tutto il territorio continentale, in quanto la sua dieta onnivora e la sua insaziabilità, dovuta alle grandi dimensioni, sta portando sull'orlo dell'estinzione i nostri anfibi indigeni, che non possono competere di certo con il gigante americano, e localmente iniziano a soccombere per la massiccia presenza dell'invasore. In Italia sono presenti quarantacinque specie di Anfibi (18 Caudati e 27 Anuri; Lanza *et al.*, 2007). Il numero di specie endemiche del nostro paese è piuttosto elevato (18), in quanto corrisponde al 40% del totale. Ciò indica chiaramente che l'Italia ospita un contingente batracologico particolarmente ricco ed interessante sia dal punto di vista biogeografico, sia dal punto di vista conservazionistico (Capula *et al.*, 2005). Una piccola parte di questo contingente, corrispondente al 7% del totale, è costituita da

specie aliene, cioè da specie non indigene introdotte dall'uomo in tempi storici e acclimatatesi in alcune aree del nostro paese.

Specie	Origine geografica	Periodo introduzione in Italia	Distribuzione in Italia
<i>Lithobates catesbeianus</i> (Shaw, 1802) (rana toro)	Nord America	1932-1937	Lombardia, Piemonte, Veneto, Emilia-Romagna, Friuli, Toscana, Lazio, Campania
<i>Pelophylax kurtmuelleri</i> (Gayda, 1940) (rana dei Balcani)	Albania	1941	Liguria, Piemonte, Friuli-Venezia Giulia (?)
<i>Xenopus laevis</i> (Daudin, 1802) (xenopo liscio)	La specie è originaria dell'Africa meridionale e centrale. Non è nota l'origine degli esemplari introdotti	1999 (?)	Sicilia

Tab.2: Le specie di anfibi alloctone in Italia. (da: Progetto MATTM – WWF Italia onlus “Verso la Strategia Nazionale per la Biodiversità: i contributi della Conservazione Ecoregionale”, 2009).

In Italia sono presenti cinquantasette specie di Rettili (Sindaco *et al.* 2006). Il numero di specie endemiche del nostro paese è relativamente basso (quattro) e corrisponde al 7% del totale. Una parte non trascurabile delle specie presenti in Italia, corrispondente a poco più del 10%, è peraltro costituita da specie aliene, cioè da specie non indigene introdotte dall'uomo in tempi storici e/o in tempi recenti in alcune aree. La lista delle specie aliene di Rettili è riportata nella tabella 3, insieme ad alcuni cenni sulla loro attuale distribuzione in Italia.

Specie	Acclimatazione	Distribuzione in Italia
<i>Mauremys</i> spp.	?	Lazio
<i>Trachemys scripta</i> (Schoepff, 1792)	Certa	Lombardia, Piemonte, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli-Venezia Giulia, Emilia-Romagna, Toscana, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Basilicata, Puglia, Calabria, Sicilia
<i>Testudo graeca</i> Linnaeus, 1758	Certa	Sardegna, Toscana, Lazio (?), Sicilia (?)
<i>Testudo marginata</i> Schoepff, 1792	Certa	Sardegna, Toscana (?), Lazio (?)
<i>Chamaeleo chamaeleon</i> (Linnaeus, 1758)	Dubbia	Puglia, Sicilia
<i>Agama agama</i> (Linnaeus, 1758)	No	Sicilia

Tab.3: Le specie aliene di rettili in Italia. (da: Progetto MATTM – WWF Italia onlus “Verso la Strategia Nazionale per la Biodiversità: i contributi della Conservazione Ecoregionale”, 2009).

Più complesso è il discorso che riguarda la presenza di uccelli esotici nel nostro territorio, a causa del loro numero molto elevato, della maggiore mobilità rispetto agli altri taxa, e soprattutto a causa della maggior presenza con cui le specie esotiche vengono mantenute in cattività per fini amatoriali, con conseguenti rischi di fughe accidentali. E' stata quindi redatta una lista di specie ornitiche introdotte in Italia, che comprende otto categorie di status sulla base del diverso grado di radicamento nelle biocenosi naturali: si va da specie di dubbia alloctonia (status 0), forse introdotte dall'uomo in epoca storica e ormai naturalizzate negli ambienti naturali, fino ad arrivare a specie introdotte in un recente passato in Italia, e mai acclimatate (status 7). Per quanto riguarda gli uccelli, si rileva come a fronte della check-list ufficiale italiana (Brichetti & Massa, 1998) comprensiva di 500 specie, il totale di taxa esotici fino ad ora segnalati sia estremamente consistente; sono circa 110 le specie alloctone segnalate per il nostro paese, corrispondenti al 23% delle specie indigene italiane. L'impatto determinato dall'avifauna alloctona, è senz'altro più contenuto rispetto a quello evidenziato per Mammiferi e Pesci, sia sulle attività antropiche che sull'equilibrio dei sistemi naturali locali. I problemi più gravi dal punto di vista ecologico, sorgono se si considerano i rischi accertati di ibridazione tra individui strettamente affini, ma che non appartengono più alla medesima specie; la perdita di diversità genetica è, infatti, una delle cause primarie che porta sull'orlo dell'estinzione le specie autoctone, che per "diluizione genetica", appunto, perdono quelle caratteristiche e quelle peculiarità ereditate dai loro progenitori, e che gli permettono un adattamento specifico all'ambiente in cui hanno sempre vissuto (Andreotti *et al.*, 2001).

CAPITOLO 2

I cheloni

2.1 Inquadramento sistematico

La Classe *Reptilia* comprende la Sottoclasse *Anapsida*, cui appartiene l'Ordine *Chelonia* o *Testudines*. I cheloni popolano le acque dolci più diverse, dalle acque chiare di laghetti e torrenti, a quelle melmose degli habitat paludosi. Sono diffusi anche in ambienti terrestri diversificati, da quelli più aridi e desertici, alle foreste umide tropicali; due sono le famiglie che abitano anche i mari tropicali e temperati, ma tutte le specie depongono sulla terraferma (Baccetti *et al.*, 1995). L'ordine dei Cheloni comprende attualmente 13 famiglie, 75 generi e 220 specie viventi. I due sottordini si differenziano per il diverso grado di evoluzione: le tartarughe più primitive con il “collo laterale” (sottordine *Pleurodira*) non possono ritirare i loro lunghi colli completamente, e li ritraggono effettuando una curva ad “S” orizzontalmente all'interno del carapace. Tutte le 70 specie appartenenti a questo gruppo vivono in acque dolci dell'emisfero Australe. Le più evolute tartarughe con il “collo dritto” (sottordine *Cryptodira*) sono tipiche di ambienti terrestri e marini, ma anche in habitat dulciacquicoli. Sono in grado di ritrarre la testa completamente all'interno del carapace piegando il collo verticalmente in una curva ad “S”. Tutte le tartarughe europee rientrano in questo sottordine (O'Shea & Halliday, 2001).

Sottordine Cryptodira (181 specie) comprende le seguenti famiglie:

- *Cheloniidae*: tartarughe marine con corazza ricoperta da scudi epidermici e con le zampe a pagaia; delle 7 specie viventi nei mari tropicali e temperati, quella più rappresentativa è senz'altro *Caretta caretta*.
- *Dermochelyidae*: comprende un'unica specie, la gigantesca *Dermochelys coriacea* o tartaruga liuto, che può arrivare fino a 2 metri di diametro del solo carapace; diffusa soprattutto nei mari freddi, presenta una corazza ridotta a migliaia di ossicini inseriti in una pelle coriacea.
- *Chelydridae*: include 2 specie d'acqua dolce tipiche del nord e centro America; *Chelydra serpentina* o tartaruga azzannatrice ben rappresenta la famiglia citata.

- Bataguridae: diversi generi che presentano testuggini di piccola (12 cm), e grande (75 cm) taglia acquatiche e terrestri. La maggior parte sono di origine asiatica; un solo genere è proveniente dall'America centrale.
- Emydidae: testuggini acquatiche, terrestri e semiacquatiche da piccole (12 cm) a grandi (60 cm); comprendono una specie autoctona della fauna italiana, *Emys orbicularis*.
- Kinosternidae: testuggini di fango e di muschio di piccole (11 cm) e medie (40 cm) dimensioni, tipiche del continente americano.
- Testudinidae: testuggini terrestri provviste, spesso, di una corazza a cupola; presentano gli arti specializzati per scavare, come la testuggine di Hermann. Le 40 specie sono diffuse sia nelle regioni tropicali che temperate.
- Carettochelyidae: una sola specie d'acqua dolce che raggiunge i 70 cm di dimensione; le zampe sono a pagaia; manca di scudi epidermici sulla corazza.
- Dermatemydidae: una sola specie d'acqua dolce tipica del Messico che raggiunge i 65 cm.
- Platysternidae: piccole testuggini (18 cm), molto agili, autoctone dei corsi d'acqua montani del sud-est della Cina.
- Trionychidae: da piccole (25 cm), a grandi (130 cm) testuggini d'acqua dolce con corpo appiattito e ridotta ossificazione della corazza (25 specie diffuse in Africa, Asia, America).

Sottordine Pleurodira (52 specie) con le seguenti famiglie:

- Chelidae: comprende 40 specie di testuggini acquatiche tropicali presenti in Australia, Sud America e Nuova Guinea.
- Pelomedusidae: da piccole (15 cm) a grandi (90 cm) testuggini d'acqua dolce tropicali che in Madagascar e alle isole Seychelles rappresentano una vera e propria tipicità biologica (Pough *et al.*, 1999).

In particolare la famiglia *Emydidae* comprende circa 80 specie sia terrestri che, soprattutto semiacquatiche, sia carnivore che erbivore (Lanza, 1983). In Europa troviamo due specie: *Mauremys capsica* che vive nella penisola iberica e nei Balcani meridionali, e *Emys orbicularis* che non si rinviene nel nord Europa, ma è presente in tutto il resto del continente fino alla Russia e al Medio Oriente. Anche in Italia vive ovunque, ma non è molto frequente (Sindaco *et al.*, 2006).

I Cheloni sono tra i più antichi rettili viventi. Presentano, infatti, diversi caratteri morfologici simili ai loro progenitori comparsi almeno 300 milioni di anni fa; questa

loro storia evolutiva molto limitata fa sì che vengano oggi definiti “fossili viventi”. Sono, inoltre, tra gli animali più longevi al mondo; alcune specie tra i Testudinidi riescono a vivere in natura fino ai 50 anni, e in cattività superano anche i 100. Per la maggioranza dei restanti taxa, invece, l’età di vita media è di 35 anni in condizioni naturali: l’inquinamento, gli incendi, la distruzione degli habitat, le malattie dovute ai parassiti introdotti da specie alloctone, hanno, infatti, abbassato di molto la qualità della vita di questi splendidi rettili e di conseguenza anche la sua durata media.

2.2 Morfologia, ecologia e distribuzione

I Cheloni sono unici tra i rettili, in quanto hanno il corpo racchiuso in una robusta corazza (*theca*) costituita da uno scudo convesso, o carapace dorsale, e da un piastrone ventrale appiattito, collegati ai lati da ponti ossei o legamenti elastici. Le coste e le vertebre toraciche sono fuse con la superficie interna del carapace, rendendo la corazza un’unità scheletrica spaziosa di eccezionale robustezza. La corazza dei Cheloni ha un grande valore protettivo, ma impone forti limitazioni al suo abitante; l’efficienza locomotoria è notevolmente compromessa, in particolare nei cheloni terrestri (Mitchell *et al.*, 1991). Le squame che ricoprono la corazza, chiamate scudi, sono rafforzate da sottostanti ossificazioni cutanee dette lamine: il numero, la forma, l’estensione e la disposizione di queste squame hanno una grande importanza tassonomica (Bruno, 1986). Sia il carapace che il piastrone sono costituiti da due strati di tessuto: interno osseo ed esterno corneo, entrambi strutturati in placche fortemente saldate tra loro. Le placche di tipo osseo possono derivare da porzioni di scheletro modificate che si fondono con il guscio (placche mediane o vertebrali, placche costali); oppure si originano nel derma (placche marginali). Stesso discorso si affronta per le placche del piastrone: anch’esse sono di diversa provenienza, in quanto alcune derivano da una modificazione della clavicola e del cinto pettorale (placche golari, omerali, pettorali); altre fanno parte del dermascheletro (placche gastrali o addominali). Le placche dello strato corneo si formano, invece, per un processo di modificazione e indurimento delle cellule epidermiche detto cheratinizzazione. Ciò le rende più resistenti agli urti impedendo, contestualmente, la perdita d’acqua: condizione indispensabile per la conquista delle terre emerse da parte dei cheloni terrestri.

Il carapace è composto da ossa dermiche che si sviluppano da 59 centri di ossificazione e consta di tre serie di piastre: lungo i margini vi sono le piastre periferiche (undici per

lato); lungo la linea mediana vi sono le piastre neurali (la prima e l'ultima della serie vengono denominate rispettivamente nucale e postneurale); tra le serie periferiche e neurali vi sono otto piastre costali pari, legati alle sottostanti coste. Gli elementi del carapace, nella maggioranza dei casi, sono fusi tra loro senza segni di sutura; le linee di separazione degli scudi cornei superficiali sono, però, spesso impresse sulla superficie del carapace osseo. Il piastrone è formato da quattro paia di placche simmetriche chiamate *epipiastre*, *iopiastre*, *ipopiastre*, e *xifipiastre*, più un elemento mediano anteriore impari chiamato *entopiastre*. Le ossa del carapace sono ricoperte da scudi cornei di origine epidermica, che non coincidono nel numero e nella posizione con le ossa sottostanti. Il carapace è costituito da cinque scudi centrali (*vertebrali*), delimitati su ogni lato da quattro scudi laterali (*pleurali*). Sotto il bordo del carapace girano undici scudi *marginali* su ogni lato. Anche il piastrone è ricoperto da scudi cornei pari che, in base alla posizione occupata, vengono classificati in *golari*, *omerali*, *pettorali*, *addominali*, *femorali* e *anali* (Pough *et al.*,1999). Il cranio dei Cheloni è anapsideo e conserva le caratteristiche degli anfibi Labirintodonti, con copertura continua e non fenestrata; sulla faccia interna di questa volta continua, prendono inserzione le masse muscolari per l'adduzione mandibolare. La rima boccale è sprovvista di denti, ma coperta da un becco corneo (Baccetti *et al.*,1994). I Criptodiri hanno due vertebre sacrali (diciannovesima e ventesima) con costole allargate che incontrano l'ileo del bacino. I Pleurodiri hanno la cinta pelvica fortemente fusa al carapace dermico attraverso l'ileo dorsalmente e le ossa pubiche e ischiali centralmente e la regione sacrale della colonna vertebrale è poco distinta. Le costole della diciassettesima, diciottesima, diciannovesima e in alcuni casi ventesima vertebra, sono fuse all'ileo o alla giunzione ileo-carapace (Pough *et al.*,1999). I cingoli degli arti di un chelone sono situati all'interno della gabbia toracica, e gli arti sporgono lateralmente attraverso orifizi anteriori e posteriori della corazza. La posizione laterale degli arti impone ad una tartaruga di spendere una notevole quantità di energia nel sollevare dal terreno sé stessa e la sua corazza. Inoltre la forma delle zampe rispecchia la specializzazione di questi animali ai più disparati ambienti: le tartarughe marine presentano zampe palmate o pinniformi dette natatoie e specifiche per il nuoto, che si sono evolute permettendo a questi rettili di essere molto veloci e agili nel mezzo acquatico; le testuggini prettamente terrestri hanno zampe corte e robuste, provviste di unghie per facilitare la presa al suolo; le testuggini palustri, invece, hanno zampe atte alla deambulazione, in quanto provviste di unghie e molto robuste, e grazie alla presenza di una membrana interdigitale sono funzionali anche per

il nuoto. Per quanto riguarda la forma della corazza, nelle specie terricole del genere *Testudo*, la corazza è alta e convessa, difficile da mordere o schiacciare. Le specie acquatiche hanno un carapace basso che consente loro di non trovare troppa resistenza nell'acqua durante il nuoto. Altre, come la testuggine scatola del genere *Terrapene*, hanno il piastrone articolato per poterlo all'occorrenza richiudere e sono definite box turtle (O'Shea & Halliday, 2001). La testuggine delle Galapagos *Geochelone elephantopus*, detta anche tartaruga elefantina, può raggiungere una massa di 200 kg e vivere oltre cento anni; ma il più grande di tutti i cheloni esistenti è *Dermochelys coriacea coriacea* che può raggiungere una massa di 900 kg. Il suo dorso è rivestito da un cute coriacea anziché da un carapace osseo. La testuggine franca o tartaruga verde *Chelonia mydas* ha invece arti pinniformi e una corazza ridotta e idrodinamica. I Chelididri hanno un piastrone molto ridotto che non è capace di contenere per intero l'animale; per questo fanno affidamento sulle forti mascelle e sul comportamento aggressivo per proteggersi dai predatori (Mitchell *et al.*, 1991).

La grande capacità adattativa dei Cheloni ha fatto sì che potessero evolversi e vivere in diverse tipologie di habitat in tutti i continenti. Possiamo, infatti, suddividere in tre gruppi le tartarughe esistenti a secondo degli ambienti in cui vivono: le tartarughe marine, quelle terrestri e quelle acquatiche. Le prime si rinvengono nei mari tropicali, ma tre specie si ritrovano anche nel Mediterraneo, dove sono localizzate anche le loro aree di riproduzione più settentrionali. La tartaruga liuto (*Dermochelys coriacea*) è la più grande tartaruga ancora esistente, ma anche la più minacciata: attualmente è difficile sapere con certezza se si riproduca nel Mediterraneo, a causa soprattutto dell'inquinamento. Le altre due specie marine, la tartaruga comune (*Caretta caretta*) e la tartaruga verde (*Chelonia mydas*), sono ancora presenti, ma il loro numero ogni anno diminuisce drasticamente a causa dell'uomo e delle sue attività. Le testuggini palustri vivono in ambienti d'acqua dolce molto diversi, in cui l'elemento liquido crea vari e caratteristici biotopi, in relazione alla geomorfologia del territorio. Stagni, acquitrini, alvei fluviali, laghi e pozze, sono gli habitat prediletti da queste specie, che durante il giorno preferiscono rimanere in acqua o nelle immediate vicinanze, mentre durante la notte possono portarsi anche ad una certa distanza dalle sponde del bacino che frequentano. I loro habitat preferenziali si trovano nel piano basale e nella fascia di vegetazione della zona mediterranea, nel cingolo subtropicale a *Quercus ilex*, e nella foresta sempreverde con clima temperato-caldo, ove la temperatura media è, rispettivamente di 18 e 15°C (Bruno, 1986). Per termoregolare risalgono sulla

terraferma o su zattere di fortuna costituite da tronchi secchi, dove possono liberamente esporsi al sole per riscaldarsi. Nella tarda primavera, dopo l'accoppiamento, le femmine ricercano un luogo ideale sulla terraferma per deporre le uova. Dopo circa due mesi, a secondo della specie, i piccoli fuoriescono dal guscio e si rifugiano in acqua.

La maggior parte delle specie terrestri, infine, vive nelle aree litorali, nelle dune, nei terreni vallonati, nei boschi aperti e nella macchia mediterranea; frequentate sono anche le garighe e i coltivi del piano basale: tutti ambienti che presentano clima secco e territori abbastanza soleggiati. I raggi del sole primaverili fanno uscire gli animali dal letargo, e li stimolano a riprodursi; i maschi, infatti, inseguono le femmine emanando tipici versi amorosi, e le partner dopo due settimane dall'accoppiamento depongono da 3 a 10 uova che si schiuderanno dopo circa due mesi di sviluppo nel suolo caldo e umido (Ballasina, 1995).

La presenza dei Cheloni sul territorio italiano è limitata a quattro famiglie, che includono specie terrestri, semiacquatiche e marine. La famiglia degli *Emididi* (dal greco εμίδι, testuggine d'acqua dolce), in Italia è rappresentata dal genere *Emys*, con una sola specie, *Emys orbicularis* (Linneo, 1785), la testuggine palustre europea. La sua distribuzione comprende le aree costiere e le zone pianeggianti interne italiane, ma anche le zone collinari e montuose dell'Italia centro meridionale e insulare. La maggiore frequenza, si osserva nella pianura padano-veneta, nel versante tirrenico di Toscana e Lazio e in Sicilia. Si ha anche una distribuzione frammentata e sporadica nelle altre regioni italiane, dove le informazioni sulla presenza di questo rettile risentono di difetto di ricerca, e di una particolare riduzione dell'habitat per cause antropiche (Lebboroni & Chelazzi, 1991). Le popolazioni italiane si trovano prevalentemente in due tipologie principali di habitat umidi: la prima è rappresentata da stagni, pozze, paludi e acquitrini, con canneti aperti e ricca vegetazione acquatica. La seconda, è il tipo "canale", caratterizzato da corsi d'acqua e canali artificiali di drenaggio, generalmente in aree aperte o con bosco ripariale (Sindaco *et al.*, 2006). In Calabria, studi effettuati sulla presenza e distribuzione della specie in due siti protetti, la Riserva della foce del Crati e la Riserva del lago di Tarsia, hanno mostrato una chiara e netta preferenza di questa testuggine per alcune tipologie d'habitat rappresentati dai canali artificiali e dai fossati in prossimità di essi, costruiti dal Consorzio di bonifica Sibari-Crati, con la funzione di convogliare e regolamentare il flusso idrico, in particolare nei periodi di piena del fiume. Le maggiori popolazioni italiane sono situate presso aree protette, parchi e riserve, tra cui il Bosco della Mesola, Valle Santa, Valle delle Canne, Bassa del

Bardello (Delta del Po), San Rossore, Camp Darby, Parco della Maremma (Toscana), Castel Porziano (Lazio), Oasi di Serre Persano (Campania), e nei sistemi di pozze del Pollino (Calabria) (Zuffi, 2004). La specie, pur vivendo tendenzialmente a basse quote, e a sud dell'areale prevalentemente lungo le coste dove sono concentrati gli ambienti adatti, si incontra regolarmente fino a 500 metri (Lanza, 1983), tuttavia, in situazioni favorevoli, può anche raggiungere nell'Europa meridionale (Sicilia) i 1400 metri, e in Africa (Marocco) i 1700 metri (Podloucky, 1997).

Alla famiglia dei *Testudinidi* (dal latino *testudo*, testuggine), appartengono tre specie di testuggini di terra presenti in Italia: *Testudo greca* (Linnaeus, 1758), *Testudo Hermannii* (Gmelin, 1789), e *Testudo marginata* (Schoepff, 1792). La testuggine greca fino al 1925 è stata confusa con la testuggine di Hermann, e citata per l'Italia al suo posto. La sua presenza nel nostro paese, è molto limitata, e con ogni probabilità, dovuta ad introduzione per trasporto volontario da parte dell'uomo. Numerosi individui sono stati ritrovati in Sardegna, pochi in Toscana, dove avrebbero formato delle piccole popolazioni nelle zone costiere. Esistono situazioni sporadiche riguardanti fughe da giardini privati in più zone d'Italia, che non hanno però la possibilità di creare delle popolazioni vitali. Altre segnalazioni da confermare riguardano la sua presenza in Calabria, Puglia e Sicilia. La maggior parte delle segnalazioni in Italia, riguardano stazioni poste fino ai 250 metri sul livello del mare, anche se sono noti, in Lombardia, ritrovamenti fino ai 700 metri (Sindaco *et al.*, 2006). La specie *Testudo hermanni*, è presente in Italia con la sottospecie autoctona *T. hermanni hermanni*, una volta comune nelle zone costiere occidentali e meridionali del nostro paese. Si hanno segnalazioni della sua presenza un po' in tutte le regioni, con una forte tendenza alla diminuzione numerica. In Toscana, estinta ormai nella parte settentrionale, centrale e nelle isole, è ancora presente nel sud della regione, ma con forti problemi di riproduzione, sia nel Parco della Maremma che nelle oasi WWF. In Campania e in Calabria sono ormai rarissime, con piccole popolazioni relitte. Anche in Puglia, "roccaforte" di questa specie, i continui saccheggi ad opera di trafficanti stranieri senza scrupoli, hanno reso oggi la testuggine molto rara; in Sicilia, dove una volta prosperava nei dintorni dell'Etna, con gli anni si sono ridotte notevolmente in numero, costituendo piccole popolazioni isolate (Ballasina, 1995). Infine la testuggine marginata, che risulta essere una specie alloctona, ma di antica introduzione in Sardegna ed Etruria. Per l'Italia peninsulare vi sono sporadiche segnalazioni, non datate, per la Toscana, ed alcune osservazioni per il Lazio posteriori al 1984, che sembrano riferirsi ad individui singoli e

liberati recentemente. Solo nella Sardegna settentrionale esistono popolazioni di antica introduzione, ormai naturalizzate. La specie trova il suo intervallo altimetrico ottimale dal livello del mare a circa 400 metri di altitudine, dove si sviluppa la flora mediterranea sempreverde (Sindaco *et al.*, 2006).

La famiglia dei *Chelonidi* (dal greco *chelone*, tartaruga), è rappresentata da due specie presenti nel Mediterraneo: *Caretta caretta* (Linneo, 1758), e *Chelonia mydas* (Linneo, 1758). La tartaruga caretta, o tartaruga comune, nel Mediterraneo è sicuramente la tartaruga più diffusa, anche se molti individui sono migratori e appartengono alla popolazione dell'Atlantico settentrionale (Bowen *et al.*, 1994). La specie nidifica ancora su alcune spiagge del Mediterraneo, soprattutto in Grecia (Peloponneso meridionale, Rodi), sulla costa meridionale dell'Anatolia, a Cipro, in Libano, Libia e in Italia meridionale. Nel nostro paese, i principali siti di nidificazione sono situati lungo la costa ionica calabrese e nelle Isole Pelagie (Linosa e Lampedusa). La tartaruga verde *Chelonia mydas*, è un rettile ad ampia distribuzione, segnalata per il Mediterraneo solo negli ultimi anni. Nel 1998 sono stati infatti osservati sei esemplari nell'Italia meridionale (Gianguzza *et al.*, 2000; Centro Studi Cetacei, 2000). Esemplari di *Chelonia mydas* sono stati osservati eccezionalmente anche nell'area geografica tra Genova e Livorno, fra il 1997 e il 2000 (Meschini *et al.*, 2000).

Infine, la famiglia dei *Dermochelidi* (dal greco *δερμα*, pelle e *κελις*, guscio), costituiti da un solo genere che annovera una sola specie: *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761). La tartaruga liuto, arriva nel Mediterraneo attraverso lo stretto di Gibilterra dall'Atlantico, soprattutto gli esemplari occidentali (Lescure, 1997). La presenza nel nostro mare è un evento raro, testimoniato solo da sette esemplari registrati tra il 1980 e il 1997 per le coste francesi (Laurent *et al.*, 1997). In Italia vi è un numero maggiore di dati: 18 esemplari avvistati dal 1900 al 1970, e 30 nel ventennio 1970/1990 (Lescure, 1997). Nel solo 1998 sono stati avvistati 4 esemplari in Sardegna, Linosa, Toscana e Puglia (Centro Studi Cetacei, 1998). La specie frequenta maggiormente le coste tirreniche, ma va ricordata la segnalazione nell'Adriatico, presso Ferrara nel 1958: questa risulta essere la segnalazione più settentrionale per il nostro paese (Turchetto & Nicolosi, 2000b).

2.3 Minacce e Conservazione

Le tartarughe, che tra i rettili costituiscono la più importante fonte di cibo per l'uomo, sono tra gli animali selvatici di maggior valore economico e commerciale. Tutte le specie sono in massima parte fitofaghe e perciò si radunano di regola in località ricche di spermatofite e di alghe. In determinati periodi dell'anno, le tartarughe marine, poi, si riuniscono in precisi punti lungo le coste per deporre le uova. Queste concentrazioni hanno ampiamente favorito l'eterogenea massa di cacciatori e bracconieri e tali cacce sono condotte in maniera così sfrenata da far pensare che le tartarughe siano destinate ad estinguersi in breve tempo. La tartaruga marina comune *Caretta caretta*, è ovunque in diminuzione per l'incontrollata antropizzazione delle coste che elimina i siti di nidificazione, per la raccolta delle uova a scopo alimentare (non in Italia), e per l'indiscriminata uccisione di esemplari adulti a causa di metodi di pesca troppo invasivi. Nel Mediterraneo, è stato approssimativamente calcolato che dal 1945 al 1975 sono state uccise oltre 24000 tartarughe, di cui la maggior parte attribuibile a questa specie; inoltre ogni anno vengono pescate da 1000 a 5000 tartarughe, e uno dei mercati più fiorenti sembra essere quello di Mazara Del Vallo nella Sicilia sud orientale (Bruno, 1986). A livello nazionale la pesca intenzionale risulta essere molto localizzata; si stima, invece, che svariate centinaia di esemplari all'anno finiscano accidentalmente nelle spadare e nei tramagli, o rimangano attaccati agli ami dei palamiti. Una parte degli animali è rilasciata indenne, ma il resto muore per annegamento o per le ferite riportate. Il dato più preoccupante rimane, tuttavia quello dell'urbanizzazione delle coste e l'occupazione delle spiagge da parte del turismo balneare, che minacciano direttamente gli ultimi siti di nidificazione rimasti (Sindaco *et al.*, 2006). La specie è protetta nel Mediterraneo dal 1980, ma nelle acque sarde lo era già da qualche anno prima, grazie alla legge regionale n. 32 del 28 aprile 1978. *Caretta caretta* è uno fra i rettili più in pericolo di estinzione e per questo è oggi tutelata in quasi tutte le nazioni che frequenta; è infatti inserita, insieme alle altre tartarughe marine, nell'Appendice I della classificazione CITES, ma nonostante ciò il commercio internazionale che interessa questi rettili è ancora molto fiorente. Soprattutto il Giappone rappresenta il maggior importatore di tartarughe e dei loro prodotti derivati, sia a scopo alimentare, ma soprattutto per la produzione dei più svariati oggetti e decorazioni per doni di matrimonio derivati dai gusci variopinti (Ballasina, 1995) Anche per la tartaruga verde *Chelonia mydas* le minacce nel Mediterraneo sono rappresentate soprattutto da

imbarcazioni a motore, reti da pesca e ami; in molte zone asiatiche, invece sia le uova che la carne di questi rettili sono considerate molto prelibate. Il calipee, prodotto con la cartilagine posta tra le ossa del piastrone e del carapace, è, infatti, molto richiesto per la produzione della tipica zuppa, servita normalmente in Giappone e in altri paesi asiatici come una vera e propria delizia culinaria. Anche le uova di tartaruga verde sono richiestissime dal commercio del Sol Levante, e la loro raccolta frenetica in precisi periodi dell'anno, non tiene conto del fattore temperatura-sesso, determinando un forte squilibrio nella sex ratio dei nascituri scampati al rapimento. Stesse preoccupazioni si hanno per la maestosa tartaruga liuto, che in passato era scambiata da molte persone come un mostro marino visto la sua stazza, ed era o barbaramente uccisa, o esposta agonizzante sulle spiagge alla mercé dei tanti curiosi. Dal 1980 la sfargide *Dermochelys coriacea* è protetta in tutti i mari italiani, e oggi la maggior parte degli esemplari catturati accidentalmente viene rilasciata a largo e rimessa in libertà. La carne di questa tartaruga non è commestibile, e in più paesi tropicali viene usata per ricavarne olio, ma le sue uova, invece, sono considerate un cibo molto delicato e apprezzato specialmente in Malesia, dove ogni anno i nidi vengono periodicamente saccheggianti e gli adulti catturati. La specie è in grave pericolo di estinzione ed è protetta in Australia, Messico, Costa Rica e Suriname, le località dove sono presenti le popolazioni più numerose (Bruno, 1986).

I grandi prosciugamenti, le opere di bonifica degli ambienti umidi, l'urbanizzazione sono, invece, le cause principali del decremento numerico spaventoso, registrato negli ultimi anni, delle testuggini palustri. La cementificazione e le costruzioni sulle rive di laghi, fiumi e acquitrini, sono operazioni funeste per questi rettili indifesi. Anche l'avvelenamento ad opera di pesticidi e la meccanizzazione dell'agricoltura, soprattutto nelle risaie del nord Italia, ha spinto numerose specie sull'orlo dell'estinzione. L'acqua, utilizzata in maniera indiscriminata per l'irrigazione, prosciuga molti piccoli ruscelli, spingendo queste testuggini nelle aree di coltivazione. A tutto ciò si può aggiungere un commercio ancora molto florido di questi splendidi rettili (Ballasina, 1995). L'esempio più emblematico è costituito dalla testuggine palustre europea *Emys orbicularis*, in declino in tutta Italia, soprattutto per la continua riduzione del suo habitat e a causa dell'inquinamento delle acque. Tra le tante minacce per questa testuggine è da annoverare anche l'immissione in natura di una testuggine alloctona suo potenziale competitore: la testuggine dalle orecchie rosse *Trachemys scripta elegans*. Questa specie morfologicamente somiglia ad *Emys*, ma presenta l'inconfondibile caratteristica

di avere due macchie rosse poste dietro la zona auricolare. Le immissioni forzate da parte di singoli cittadini hanno fatto sì che questa specie aliena, occupando gli stessi habitat di *Emys*, minaccia la sua sopravvivenza grazie alla maggiore capacità adattativa e alla notevole voracità. La testuggine palustre europea è, infatti, stata inserita tra le specie protette in base alla convenzione di Berna del 1979, ratificata in Italia con la Legge 5 Agosto 1981, n°503. E' una specie inserita, inoltre, nella Direttiva Comunitaria Habitat, in allegato II (92/43/CEE). In Calabria è protetta dalla Legge Regionale sulla caccia, L.R. n. 9 del 17/05/1996. La testuggine palustre europea è inoltre inserita tra le categorie di minaccia proposte dall'IUCN, come specie a rischio di estinzione. Bisogna quindi individuare gli ultimi habitat e siti di nidificazione rimasti per tutelare e salvaguardare i pochi esemplari rimasti, in modo da evitare qualsiasi problema che possa alterare il delicato equilibrio ecologico degli ultimi ambienti idonei, e intervenire con tutti gli strumenti a disposizione per potenziare le poche e relitte popolazioni rimaste vitali nel nostro territorio. Le problematiche legate al rischio serio di estinzione di numerose specie di cheloni toccano in prima persona anche le testuggini terrestri del nostro paese. La testuggine di Hermann ha risentito pesantemente della pressione antropica sull'ambiente. In particolare, le coste settentrionali del Mediterraneo sono state ampiamente rimaneggiate e gli habitat prediletti di questa specie, quali i boschi litoranei di pinete e leccete, le zone a macchia mediterranea, le dune costiere, sono stati distrutti o alterati da un'urbanizzazione priva di regolamentazione. Il loro depauperamento numerico è dovuto anche agli incendi, sempre più presenti sul nostro territorio, che non lasciano via di scampo a questi animali abbastanza lenti; ma anche all'agricoltura meccanizzata, con un uso illimitato di biocidi, ed al prelievo in natura per alimentare il commercio degli animali domestici. Tutti gli animali del genere *Testudo* sono stati inseriti in Appendice II dal 1975 (CITES). La Convenzione di Berna del 1982 ha, inoltre, vietato il commercio interno e la detenzione di *Testudo greca*, *Testudo hermanni* e *Testudo marginata*, anche se le attività di cattura e vendita sono attualmente ancora in voga (Ballasina, 1995). E' quindi opportuno operare più progetti di conservazione possibile, sia tutelando gli ultimi habitat naturali rimasti ancora intatti, che stroncando definitivamente il commercio illegale di questi animali endemici del nostro territorio. Sono in atto anche numerosi progetti di reintroduzione delle specie autoctone e di quelle naturalizzate, per restituire all'ambiente parte di quello che gli è stato depredato dall'uomo e dalle sue attività.

Specie minacciate di tartarughe e testuggini				
Famiglia	N. specie descritte	N. specie valutate	N. specie minacciate nel 2004	Specie minacciate in % di quelle descritte
<i>Bataguridae</i>	69	57	42	61%
<i>Carettochelyidae</i>	1	1	1	100%
<i>Chelidae</i>	51	27	13	25%
<i>Cheloniidae</i>	6	6	5	83%
<i>Chelydridae</i>	3	2	2	67%
<i>Dermatemydidae</i>	1	1	1	100%
<i>Dermochelyidae</i>	1	1	1	100%
<i>Emydidae</i>	41	28	13	32%
<i>Kinosternidae</i>	25	10	4	16%
<i>Pelomedusidae</i>	18	6	1	6%
<i>Podocnemididae</i>	8	7	6	75%
<i>Testudinidae</i>	51	38	25	49%
<i>Trionychidae</i>	30	21	14	47%
Totale	305	205	128	42%

Tab.1: Specie minacciate di tartarughe e testuggini (da: IUCN, 2004)

CAPITOLO 3

Modello sperimentale: *Trachemys scripta elegans*

3.1 Tassonomia e distribuzione

La famiglia *Emydidae* comprende circa 80 specie sia terrestri che, soprattutto, semiacquatiche, sia carnivore, che erbivore (Lanza, 1983). In Europa sono presenti due specie: *Mauremys capsica*, che vive nella penisola iberica e nei Balcani meridionali, ed *Emys orbicularis*, che non si rinviene nel nord Europa, ma è presente in tutto il resto del continente fino alla Russia e al Medio Oriente. Anche in Italia vive ovunque, ma non è molto frequente (Sindaco *et al.*, 2006). Il range degli Emididi di acqua dolce varia dall'essere fortemente acquatico (*Graptemys* spp., *Pseudemys* spp., *Trachemys* spp.), all'essere fondamentalmente terrestre, ma comunque sempre, almeno in un periodo della loro vita (*Clemmys insculpta*) questi rettili restano dipendenti dall'ambiente acquatico. Anche la specie oggetto dello studio, *Trachemys scripta elegans*, conosciuta dal grande pubblico come testuggine palustre dalle orecchie rosse, appartiene a tale famiglia. *Trachemys scripta elegans* è, tra le sottospecie di *Trachemys scripta* (Schoepff, 1792), la più diffusa in Italia, ma l'invasione sul mercato terrariofilo delle altre sottospecie, tra cui *Trachemys scripta scripta* (testuggine dalle orecchie gialle), fa prospettare per il futuro nuove significative presenze estranee all'erpeto fauna italiana. A partire dagli anni '80 milioni di neonati appartenenti a questa specie, grandi alla nascita come una moneta da 1 euro, sono stati esportati dagli USA soprattutto in Europa ed Asia. Attualmente *Trachemys scripta elegans* è stata inserita nella lista IUCN delle 100 specie aliene più invasive al mondo (Lowe *et al.*, 2000). La specie viene "allevata" negli stati meridionali degli USA, nelle turtle farms col sistema del *ranching*: gli adulti riproduttori prelevati in natura, sostituiscono gli esemplari che muoiono a migliaia negli allevamenti. Qui, gli animali, vengono nutriti con scarti di macello, con un forte rischio di salmonellosi; proprio per questo per tutte le specie del genere *Trachemys* è stata vietata la vendita in America sin dagli anni '70. Le uova deposte vengono raccolte e inserite in megaincubatrici dove l'incubazione viene accelerata o rallentata a seconda delle esigenze del mercato. Centinaia di giovani rettili vengono stipati in piccole casse e

spediti verso i mercati esteri; circa il 90% degli esemplari che sopravvivono al lungo viaggio, muore entro il primo anno di cattività a causa delle condizioni climatiche e di una pessima alimentazione (Petrini & Venturato, 2002). Il 2-5% che sopravvive, cresce a tal punto da costringere il proprietario a rilasciarlo in modo indiscriminato nell'ambiente naturale, in laghetti, paludi, corsi d'acqua, con tutte le problematiche che ne conseguono. Queste testuggini esotiche, essendo altamente adattabili ai nostri ambienti umidi, resistenti all'inquinamento, e persino ad una certa radioattività dell'acqua, entrano in forte competizione con *Emys*, senz'altro meno veloci delle cugine americane e con un'alimentazione più specializzata (Ballasina, 1995). Originaria del bacino del Mississippi, *Trachemys scripta elegans* è una tipica specie neotropicale che si rinviene dal lago Michigan, al Golfo del Messico, dal Texas all'Alabama. A seguito di massicce importazioni dai luoghi nativi, presenta oggi una distribuzione molto ampia (Fig.1), che include altre aree degli USA, come la Florida, l'America centrale e meridionale fino al Brasile (Gasc *et al.*, 1997). A partire dal secondo dopoguerra, è stata commercializzata in tutto il Mondo, specialmente nei paesi Europei come Spagna, Portogallo, Francia e Germania (Araujo *et al.*, 1997), Olanda, Gran Bretagna e paesi extraeuropei come la Thailandia (Van Dijk & Thirakhupt, 1995), Corea, Singapore, Taiwan, Israele e Sud Africa, dove in alcuni casi risulterebbe perfettamente naturalizzata (Duprè, 1995; Arvy, 1997).

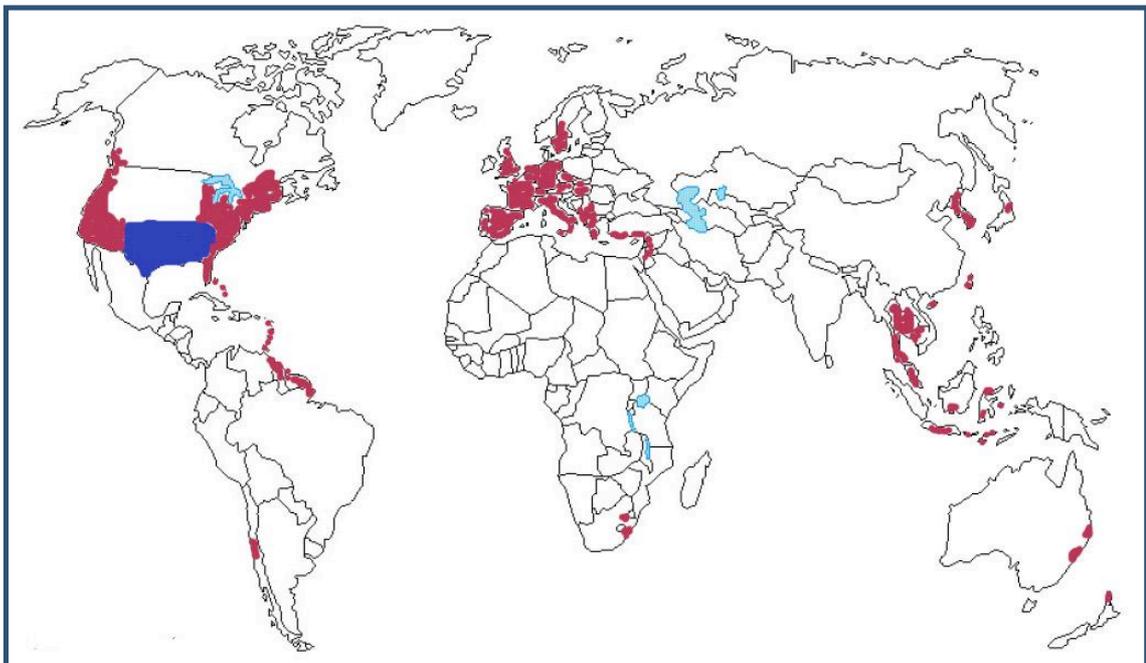


Fig.1: Homerange di *Trachemys scripta elegans* (in blu) e dispersione a livello mondiale (in rosso). Fonte: IUCN/ISSG, 2006.

In Italia, il primo dato noto riguardante esemplari di *Trachemys scripta* rilasciati in condizioni seminaturali risale ai primi anni '70 a Jelsi, Campobasso (Bruno & Guacci, 1993), ma è solo a partire dalla metà degli anni '80 che la specie inizia ad essere segnalata con una certa frequenza. Attualmente risulta essere presente in Piemonte (Andreone & Sindaco, 1999), Lombardia (Ferri & Di Cerbo, 1995), Friuli Venezia Giulia (Lapini *et al.*, 1999), Liguria (Doria & Salvidio, 1994), ed Emilia Romagna (Lanza & Corti, 1993). Diverse altre segnalazioni si hanno anche per la Toscana (Scoccianti & Cigna, 1999), Lazio (Marangoni, 2000), Molise (Lanza & Corti, 1993), Puglia (Scillitani *et al.*, 1996), Sicilia (Turrisi & Vaccaro, 1998), e Calabria (Tripepi & Aceto, 2000). Occorre precisare, però, che in alcune regioni si tratta di casi isolati o di osservazioni che hanno riguardato una singola località (Sindaco *et al.*, 2006). Le immissioni indiscriminate in natura hanno fatto sì che questa specie diventasse una potenziale competitorice della autoctona testuggine palustre europea, occupando gli stessi habitat, e minacciandone seriamente la sopravvivenza con, a volte, la diffusione di agenti patogeni letali. Le testuggini del genere *Trachemys*, infatti, essendo abituate a convivere in simpatia con altre specie nel loro ambiente naturale, risultano più preparate alla competizione per la ricerca delle postazioni per il basking, per i siti di nidificazione, per il cibo, a discapito delle locali testuggini del genere *Emys*, che non hanno le loro stesse abilità. Studi condotti da Cadi & Joly (2003) in Francia, hanno evidenziato come, tra le due specie presenti nello stesso ambiente, *Trachemys* riesca sempre a occupare i siti di basking più favorevoli, lasciando quelli di minore qualità alle testuggini autoctone. Questo ha un forte impatto negativo per la sopravvivenza di *Emys*, soprattutto se si pensa al ruolo fondamentale che ha il basking per il metabolismo dei rettili, in modo particolare durante le stagioni più fredde quando la temperatura dell'acqua assume valori molto bassi e il cibo scarseggia. La presenza di popolazioni stabili di *Trachemys*, non è solo impattante per le specie di rettili indigene, ma anche per le comunità native di anfibi, che rischiano di scomparire in breve tempo, data la voracità con cui queste testuggini americane mangiano le loro larve e gli esemplari giovani. Vista la grande capacità di adattamento, si trovano spesso insediamenti stabili in Spagna, Francia e Italia, dovuti ad uno scriteriato abbandono nel nostro habitat di parecchi esemplari che spesso hanno preso il sopravvento sulla nostra fauna locale (Araujo *et al.*, 1997). In Calabria la presenza di *Trachemys scripta elegans* è stata osservata con certezza in cinque stazioni: nel torrente Osso, sulla Catena Costiera a 10 m sul livello del mare; alla confluenza tra i torrenti Nasari e Crocchio, nella Sila Piccola

a 50 m sul livello del mare; nel torrente 107 bis, nel Marchesato a 27 m sul livello del mare; in alcuni stagni presso Brancaleone (RC); e nell'invaso dell'Angitola, nelle Serre Vibonesi a 55 m sul livello del mare (Crescente *et al.*, 2008; Sperone *et al.*, 2010). Si può dedurre che la sua area di distribuzione nella nostra regione sia molto limitata a siti ben precisi. La specie non è stata, infatti, osservata, per ora, sul Pollino. E' interessante notare anche il fatto che tre ambienti su cinque siano corsi d'acqua, e solo in un caso, nel lago dell'Angitola, l'habitat è costituito da acque ferme e paludose. La distribuzione altitudinale, invece, riflette la loro preferenza per ambienti posti ad una quota con un range che va dai 10 ai 60 metri sul livello del mare. L'abbondante popolazione presente attualmente nel lago Angitola, è da ritenersi, probabilmente, l'unica causa responsabile del declino numerico della tartaruga palustre europea, che ormai da anni non si rinviene più nella zona delle Serre Vibonesi (Sperone *et al.*, 2010).

3.2 Ecoetologia e riproduzione

La testuggine palustre dalle orecchie rosse, presenta un carapace depresso, debolmente carenato nei giovani e privo di carena negli adulti, ovoidale e leggermente più largo nella parte posteriore. Il piastrone è tronco anteriormente, e smarginato posteriormente. Gli arti sono largamente palmati e provvisti di dita fornite di unghie, particolarmente sviluppate nei maschi adulti. Il carapace e il piastrone sono fusi insieme lungo i margini, e non presentano cerniere. La colorazione del carapace è molto variegata secondo l'età e il sesso dell'individuo. I giovani hanno colori verdi più brillanti, con gli scudi ornati da cerchi concentrici, o ad U, gialli e verde scuro. Il piastrone è giallo o verde-giallastro, con due cerchi concentrici neri su ogni scudo. Le zampe, i lati della coda ed il collo sono striati di giallo e verde; una striscia rossa ben evidente si estende lungo i lati del capo, dall'estremità del muso fino al margine posteriore dell'occhio. Negli adulti, la colorazione di fondo del carapace tende a diventare più scura con l'avanzare dell'età, fino a completamente bruna, con la scomparsa totale dell'ornamentazione superficiale (Bruno, 1986). *Trachemys scripta elegans*, nel suo ambiente naturale americano, frequenta le anse dei grandi corsi d'acqua, le paludi e gli stagni per lo più ricchi di vegetazione e con fondo sabbioso. Nelle aree in cui è stata introdotta, è in grado di adattarsi e colonizzare qualsiasi tipologia di raccolta d'acqua. In Italia predilige ambienti umidi sia naturali che artificiali, dove singoli esemplari, o consistenti nuclei, sono stati rinvenuti sia all'interno di fiumi (Po, Ticino, Tevere) e laghi, che in fontane o

fontanili urbani. La grande varietà di habitat umidi che preferisce, sono particolarmente soleggiati e caldi, con anse tranquille e ricchi di vegetazione palustre; indispensabili sono tronchi e sassi emersi, utilizzati per termoregolare al sole durante le ore meno calde del giorno. Il fondo deve essere sabbioso-argilloso, per affrontare il letargo durante i mesi invernali. La latenza avviene in acqua, con interrimento nel fondale fangoso, o a terra solitamente presso le sponde. Questa specie presenta un'attività prettamente diurna, ed essendo un'abilissima nuotatrice si avventura anche in acque abbastanza profonde per procacciarsi il cibo. In Italia la specie è attiva quasi tutto l'anno, con temperature al di sopra dei 12/14°C; tuttavia sono stati osservati alcuni esemplari in movimento anche a 6/8°C in Lombardia ed Emilia Romagna, dove si è accertato che l'attività di *Trachemys scripta elegans* può protrarsi anche nei mesi più freddi (Sindaco *et al.*, 2006). Le dimensioni della specie risultano variabili a seconda del sesso e delle condizioni di allevamento dell'animale. Gli adulti hanno dimensioni che variano tra i 12,5 cm e i 30 cm, ma in cattività tendono a rallentare notevolmente la crescita. La taglia delle femmine è maggiore di quella dei maschi. La specie non presenta un dimorfismo sessuale molto accentuato, per cui la distinzione tra maschi e femmine si basa su di un importante carattere sessuale secondario presente negli individui di sesso maschile. I maschi sessualmente maturi, infatti, presentano le unghie delle zampe anteriori molto più lunghe (due volte quelle delle femmine) e più ricurve (Ernst & Barbour, 1989). Molti esemplari cominciano a presentare questo elemento distintivo intorno ai 3 anni di età (Parker, 1996). Altri caratteri distintivi sono le minori dimensioni dei maschi rispetto alle femmine (Ernst & Barbour, 1989) e la posizione della cloaca. Quest'ultima nel maschio si apre sulla coda (che presenta una lunghezza maggiore rispetto a quella della femmina) dopo il margine posteriore del carapace, mentre nella femmina non si estende oltre tale margine. In merito alle dimensioni, Berry & Shine (1980), ipotizzano che i maschi riservino una maggior quantità di energia agli spostamenti ed ai movimenti per la ricerca delle femmine, piuttosto che alla crescita corporea. *Trachemys scripta elegans* vive in un intervallo di temperatura compresa tra 1°C e 40°C e si iberna nel fondo fangoso dell'invaso quando la temperatura dell'acqua scende sotto i 10°C. In Illinois è attiva per la maggior parte dell'anno: si presenta in attività per tutto il periodo che dal tardo aprile, o inizio maggio, va fino ai primi di ottobre (Arvy & Servan, 1998). Le popolazioni studiate nell'ambito del Progetto Arcadia/*Trachemys* anticipano l'uscita dalla latenza invernale a fine febbraio inizio di marzo (Agosta & Parolini, 2000; Parolini, 2001). E' stato osservato, comunque, che

durante l'inverno, in occasione di giornate particolarmente favorevoli, *Trachemys scripta elegans* è in grado di riprendere i propri processi vitali e di riemergere in superficie (Cagle, 1946). Inoltre, si hanno diverse segnalazioni per l'Europa occidentale di *Trachemys* che sono riuscite a sopravvivere anche a temperature estreme invernali, in alcuni casi di qualche grado sotto lo zero (Cadi & Joly, 2004).

Dal punto di vista dell'alimentazione, la dieta prevalentemente carnivora (52%) riscontrata nei giovani individui si trasforma in un regime essenzialmente vegetariano e solo limitatamente carnivoro (9%) negli adulti (Clark & Gibbons, 1969). Il passaggio da un tipo all'altro di nutrizione avviene, solitamente, intorno al secondo anno di età e, in modo particolare, verso la fine dell'estate. La preferenza dei giovani verso un regime alimentare carnivoro sembra essere legata ad un maggior contenuto di calcio (necessario per lo sviluppo del guscio) nei piccoli insetti piuttosto che nel materiale vegetale di cui si nutrono gli adulti. Il mutamento di dieta nella seconda metà del periodo estivo è, probabilmente, collegato ad una minor possibilità di reperimento di tali prede. La scelta degli adulti, invece, verso una dieta prevalentemente vegetariana sembra dettata da motivi di tipo opportunistico: la ricerca di materiale vegetale, infatti, è sicuramente meno dispendiosa, in termini di spesa energetica, rispetto a quella di prede vive. I giovani cacciano attivamente piccoli pesci, girini, rane e invertebrati, che, se troppo grandi da ingoiare, vengono spezzettati con il becco e le zampe. Sia in Piemonte, che in Lombardia, sono stati osservati casi di necrofagia, mentre non si registrano casi di predazione diretta contro la piccola fauna simpatica, ad esempio pesci e pulli di Rallidi e di Anatidi (Piovano *et al.*, 2001). In questa specie, poi, è prevista una strategia alimentare molto particolare, la neustofagia, un processo di filtrazione che le testuggini attuano nuotando a pelo d'acqua con la bocca aperta. Le particelle alimentari catturate vengono ingerite, e l'acqua in eccesso, espulsa attraverso le narici. Per quanto riguarda la predazione di altri animali verso le testuggini dalle guance rosse, in Piemonte è stata osservata sporadicamente; è imputabile a cani randagi durante il periodo giornaliero di basking atmosferico, a ratti durante il periodo letargico, e presumibilmente a cornacchie sugli esemplari di piccole dimensioni o inabilitati ai movimenti (Petterino *et al.*, 2001). L'attività giornaliera di questi *Emididi* è sostanzialmente ripartita tra *foraggiamento*, *basking*, *riposo* e *comportamento riproduttivo*. I giovani riescono a restare sommersi fino a quattro/cinque minuti nel tentativo di predare attivamente il loro pasto, mentre gli esemplari adulti fino a sei. Cagle (1950) osserva che per *Trachemys* l'alimentazione è un'attività normalmente distribuita tra la prima mattinata ed il tardo pomeriggio.

L'attività del basking, tipica di tutti i rettili, prevede l'esposizione delle testuggini ai raggi solari. Le testuggini *Trachemys* sostano a pelo d'acqua, o su rocce e tronchi semisommersi compiendo in tal modo la funzione di termoregolazione. Ciò consente loro di raggiungere una temperatura corporea ottimale, permettendo, altresì, la sintesi di vitamina D3, e riducendo lo sviluppo d'alghie e parassiti dannosi per la cute. In *Trachemys* il basking è compiuto prevalentemente a metà mattinata e a metà pomeriggio (Cagle, 1950). Moll & Legler (1971), per la stessa specie riportano che il basking è generalmente compiuto tra le ore 9:00 e le ore 15:00. Quando non compiono il basking e non si alimentano, gli animali sostano in superficie o sul fondo, dove possono recuperare le energie lontano dai pericoli; non temono gli altri vertebrati presenti nel loro stesso ambiente, ma hanno acquisito una notevole reazione di fuga alla vista dell'uomo. Allo stato naturale, i maschi di *Trachemys scripta elegans*, raggiungono la maturità sessuale tra i due e i cinque anni di età, quando presentano una lunghezza del carapace intorno ai 9-10 cm. Di contro, le femmine divengono sessualmente mature quando raggiungono una lunghezza del carapace tra i 15 e i 19,5 cm. I dati biometrici sono fondamentali per determinare il periodo riproduttivo; infatti, spesso nei rettili l'insorgenza della maturità sessuale dipende dalla taglia raggiunta. Il periodo più favorevole all'accoppiamento, sembra essere da marzo a luglio (Dawson, 1998), ma naturalmente varia secondo la realtà geografica. I maschi presentano un rituale di corteggiamento molto particolare: quando sono sessualmente attivi, raggiungono una femmina in acqua, e la fronteggiano estendendo verso di essa le zampe anteriori; poi volgendo i palmi verso l'esterno, le picchiettano il muso con le lunghe unghie degli arti anteriori (Pritchard, 1979), effettuando dei movimenti ritmici simili ad una vera e propria danza, che hanno un enorme richiamo sessuale per la partner. Questo comportamento sembra essere una delle prove a favore della separazione del genere *Trachemys* dal genere *Pseudemys* (Seidel & Fritz, 1997). Se la femmina è recettiva, smetterà di nuotare e permetterà al maschio di arrampicarsi sul suo carapace, che ha abbassato prontamente sotto la superficie dell'acqua. Il compagno, afferrandola con gli artigli, indietreggia nuotando fino a raggiungere una posizione quasi verticale: in tal modo permette il contatto tra la sua cloaca e quella della partner. La copula, che solitamente avviene sul fondo dell'invaso, può durare fino a 15 minuti; in questa fase il maschio morde la femmina ripetutamente sul collo. Più maschi maturi possono corteggiare simultaneamente una femmina, ma solo occasionalmente risultano aggressivi l'uno verso l'altro (Ernst & Barbour 1989). Dopo l'accoppiamento, la

femmina depone, in nidi accuratamente scavati, una media di 10 uova (Ferri, 1992; Ferri & Soccini, 2002). Il numero delle uova deposte varia in base all'età ed alle dimensioni della madre. Ad una temperatura superiore ai 30°C, l'incubazione ha una durata di circa 60 giorni, e nasceranno solo esemplari femmine; mentre, sotto i 27°C nascono solo maschi, e il tempo di incubazione varia dai 100 ai 120 giorni (Ferri, 1992). A temperature intermedie nascono maschi e femmine in proporzione variabile. Il range di temperature per la differenziazione sessuale viene indicato con il termine TRT (transitional range of temperature), e in *Trachemys scripta elegans* vale 2,31°C; ciò vuol dire che fino alla temperatura del suolo di 28,30°C si svilupperanno dal 5 al 95% di maschi, oltre i 30,6°C si formeranno solo femmine. Il valore termico di 28,91°C rappresenta la temperatura alla quale si deve la nascita di individui al 50% dei due sessi (Bull *et al.*, 1982; Ewert & Nelson, 1991; Ewert *et al.*, 1994). Le femmine depongono solitamente in maggio e giugno, ma le covate in un anno possono essere fino a tre, con le seconde deposizioni compiute in luglio e agosto (Grijalva, 2001). Quando è pronta a deporre, la femmina, dopo aver vagato qualche metro lontano dalla riva (minimo 9,5 metri, massimo 22 metri), ed essersi fermata in una zona più o meno spoglia di vegetazione, con le zampe posteriori inizia un movimento alternato di scavo. In questo modo apre nel terreno una cavità di circa 6 cm di diametro e 10-15 cm di profondità, avente andamento leggermente trasversale rispetto alla superficie, e allargata sul fondo. Segue, a questo punto, un'aspersione di liquido dalla cloaca sul terreno, seguita dalla deposizione delle uova in successione. In seguito la femmina, con le zampe posteriori, raccoglie il terriccio di scavo depositatosi intorno all'apertura del nido, sempre e solo con le zampe posteriori lo comprime sulle uova e, infine, con ripetuti passaggi del proprio corpo, spiana la zona di scavo (Ferri & Soccini, 2003). Il numero di uova deposte per covata va da 2 a 22 nel suo ambiente naturale americano (Collins, 1993), e da 4 a 15 nelle varie zone di introduzione in Europa (De Roa & Roig, 1997; Martinez Silvestre *et al.*, 1997; Mingot *et al.*, 2003; Cadi *et al.*, 2004; Perez-Santigosa *et al.*, 2008). Le uova hanno forma ovoidale, con il guscio flessibile; durante l'incubazione assorbono acqua, diventando più grandi e più rigide. Impiegano dai 2 ai 3 mesi per schiudere, e a volte la schiusa avviene dopo l'inverno. Secondo Cagle (1944), le femmine possono deporre dalle cinque alle ventidue uova per covata; naturalmente vi è una forte correlazione tra il numero di uova e la lunghezza del piastrone. Le femmine di maggiori dimensioni deporranno più uova rispetto a quelle più giovani di dimensioni inferiori. I piccoli alla nascita misurano dai 2 ai 3,5 cm, e alla fine della prima stagione

di crescita raggiungono le dimensioni di 5,5 cm. Nei cheloni e, quindi anche in *T. s. elegans*, non si assiste ad alcuna forma di cure parentali. In merito al tasso di sopravvivenza dei giovani individui, i pareri sembrano essere piuttosto contrastanti. Secondo alcuni autori (Scribner *et al.*, 1995), i giovani presentano un tasso di mortalità alquanto elevato (fino all' 89.5%), mentre gli adulti sono caratterizzati da un alto tasso di sopravvivenza. Secondo Parker (1996), invece, la curva di sopravvivenza di *Trachemys scripta* prevede una permanenza in vita simile per adulti e giovani. Permane una sostanziale incertezza circa le potenzialità riproduttive della specie allo stato libero in Italia. Le prime verifiche sperimentali sulla riproduzione “non assistita” sembrano ridimensionare la reale portata del pericolo di un'acclimatazione stabile (Luiselli *et al.*, 1997), anche se la specie riesce comunque a riprodursi in siti urbani o in ambienti seminaturali in Friuli Venezia Giulia (cinque siti, N. Bressi, com. pers.; Lapini *et al.*, 1999) e nel Lazio (due siti, Marangoni, 2000); mentre la riproduzione in natura è stata osservata solo in una località in provincia di Ravenna (Ficetola *et al.*, 2003). In Piemonte e Lombardia le osservazioni in natura hanno riguardato esclusivamente la deposizione (Sindaco com. pers.; Ferri & Di Cerbo, 1998). Per quanto riguarda la fenologia riproduttiva, il corteggiamento è stato osservato in alcuni siti del Lazio, tra la prima metà di aprile e l'inizio di giugno (Luiselli *et al.*, 1997). In Friuli, le deposizioni si collocano a fine giugno e le nascite a fine settembre-ottobre (Lapini *et al.*, 1999). Nel corso di sei anni (dal 1994 al 2000) di svolgimento del progetto Arcadia/*Trachemys* in Lombardia, sono state segnalate 22 deposizioni in cattività, di cui solo sei seguite da un successo riproduttivo con sopravvivenza dei piccoli (Ferri *et al.*, 1999a; 1999b). Le segnalazioni di riproduzione nelle zone umide di introduzione sia naturali che artificiali, sono numericamente molto limitate e non manifestano un esaltante successo riproduttivo. Durante gli studi ecologici condotti su alcune popolazioni introdotte di *Trachemys* in Lombardia, è stata osservata per la prima volta, in condizioni seminaturali, la deposizione di uova seguita da successo riproduttivo. La località interessata è il Parco “Bosco il Castello”, nel comune di Legnano (Mi), ad una altitudine di 200 metri s.l.m. Ciò dimostra la possibilità riproduttiva di *Trachemys scripta elegans* negli ambienti di rilascio, ma non la sua completa acclimatazione. Negli ambienti di introduzione, quindi, la sopravvivenza dei neonati risulta ridotta o nulla, come, allo stesso modo, appare difficile la sopravvivenza a medio e lungo termine degli adulti (Ferri & Soccini, 2003). Un altro studio condotto su questa specie a Torino, nel Laghetto Grande del Parco della Pellerina, dove sono stati segnalati diversi gruppi di

testuggini dalle orecchie rosse, ha dimostrato che gli animali sopravvivono e si accrescono regolarmente, ma non nascono piccoli che entrano a far parte della popolazione. Ciò potrebbe dipendere da fattori climatici e dal disturbo antropico costante sia di giorno che di notte. Infatti sono stati numerosi i ritrovamenti di esemplari maschi morti in seguito alla cancrena del pene, dovuta al mancato rientro in sede dell'organo genitale. Tale causa di mortalità, fa presupporre l'espletamento di moduli comportamentali legati alla riproduzione. Non sono stati, però, ritrovati giovani le cui misure corrispondessero alla lunghezza minima del carapace dei neonati (28-30 mm tipici dei piccoli appena sgusciati). Quindi, non si può escludere che in condizioni ottimali di temperatura e in caso di diminuzione del disturbo, si possa avere il reclutamento di giovani nati localmente (Piovano & Giacoma, 1999).

3.3 Status conservazionistico

Per alcune decine d'anni, *Trachemys scripta elegans* è stata generalmente associata al loro commercio come animale d'affezione, e infatti sono i rettili maggiormente commerciati al mondo. Le testuggini dalle orecchie rosse venivano "prodotte" negli allevamenti (turtle-farm) degli Stati Uniti, particolarmente in Louisiana, ed esportate nei mercati stranieri (Warwick, 1986). Tuttavia, questo commercio è stato gradualmente sospeso per una serie di problematiche legate direttamente od indirettamente alla specie. I motivi di preoccupazione sono particolarmente forti in riferimento a: (a) salute e sicurezza pubblica, visto i molti problemi di epidemie (Lamm *et al.*, 1972; Cohen *et al.*, 1980), che hanno portato, negli Stati Uniti nel 1975 e in Canada nel 1976, al divieto di vendita di questi rettili con lunghezza del carapace inferiore ai 10 cm, poiché potenziali vettori della salmonella (l'Islanda aveva istituito un divieto sulle importazioni a causa dei rischi per la salute pubblica nel 1962); (b) considerazioni etiche, dato che traumi e mortalità prematura sono eventi frequenti in ogni fase del commercio; (c) preoccupazioni di tutela, dato che le attività di allevamento che forniscono testuggini neonate al mercato di animali d'affezione non sono un ciclo chiuso; infatti, 100.000 *Trachemys* adulte, secondo alcuni autori, sono state prelevate e potrebbero essere prelevate ogni anno dalle popolazioni in natura per mantenere invariato il numero disponibile nelle turtle farms (Warwick, 1986). E' assolutamente plausibile che un numero ancora più grande venga catturato, dato che alcune investigazioni svolte negli allevamenti americani suggerirono che il 33% delle testuggini allevate veniva

rimpiazzato ogni anno. Dato che la cifra di 100.000 testuggini deriva in gran parte da un rimpiazzo medio delle popolazioni in cattività di circa il 10% all'anno, quest'ultima stima può implicare che più di 300.000 piccole *Trachemys* siano state catturate e vengano ancora sottratte ogni anno dai loro ambienti naturali. L'industria dell'allevamento ha dichiarato livelli di produzione dai 4-5 milioni (Warwick, 1986) ai 6-7 milioni (Warwick *et al.*, 1990) di testuggini l'anno. Questo commercio consiste per la quasi totalità di testuggini per l'esportazione, dato che il commercio domestico venne vietato nel 1975 negli USA (nel 1976 in Canada) dovuto a conseguenze sanitarie (epidemie di salmonellosi). Prima del divieto sui mercati nordamericani, gli U.S.A. costituivano un mercato annuale di 10 milioni di testuggini; le importazioni in Canada costituivano un mercato addizionale di 3 milioni di esemplari l'anno. Dati su tutti i paesi importatori, anche limitati, non sono disponibili, e quelli esistenti sono incompleti. L'industria di allevamento delle testuggini (un gruppo di sole 10 turtle farms) presso Pierre Part, Louisiana, ha dichiarato, che a partire dagli anni '70, vi è stata una "produzione" di circa 2.440.000 testuggini l'anno (variazione di produzione 40.000 – 80.000 per farm) (Warwick, 1991). In Italia, l'importazione di *Trachemys scripta elegans* ha avuto un incremento esponenziale alla fine degli anni '80, ed è stata di libera vendita fino al 1997. Di recente, anche grazie alle lunghe battaglie ambientaliste, questa specie è stata inserita nella lista delle specie protette contenuta nell'Allegato B della CITES (Regolamento CE n. 338/97 del 09.12.1996). Inoltre, la Comunità Europea attraverso l'emanazione del Regolamento Comunitario n. 2551 del 14.12.1997, ne ha vietato l'importazione. Essendo in Allegato B, chi ha nascite in cattività di queste testuggini è tenuto alla compilazione del Registro di detenzione (Decreto ministeriale del 22.02.2001), ma solo se intende cederle. In ogni caso è necessario denunciarle al Corpo Forestale dello Stato. Nonostante l'importanza della norma europea, ogni anno, secondo le cifre ufficiali del Ministero per il Commercio con l'Estero, venivano ugualmente importate in Italia quasi 900.000 piccole testuggini dalle "orecchie rosse" (ENPA, 1998). Se in America questi cheloni rischiano di scomparire a causa delle massicce catture in natura dei soggetti riproduttori, nel nostro paese le *Trachemys* sono considerate pericolose perché fortemente competitive delle testuggini palustri europee, e dannose per la microfauna degli ambienti palustri. Numerose sono, comunque, le pubblicazioni che testimoniano la non pericolosità di questa specie nel nostro territorio, soprattutto se ci si riferisce agli esemplari introdotti in aree di verde urbano.

I dati qui riportati sono stati forniti dalla Reptile Protection Trust e si riferiscono alle esportazioni solo di *Trachemys scripta elegans* statunitensi nel periodo 1994-1997.

NAZIONE	1994	1995	1996	1997
Mondo	7.607.362	7.632.072	7.884.634	7.852.050
Albania	-	-	-	1000
Antille Olandesi	-	3.850	2.500	-
Argentina	-	-	100	-
Australia	548	-	24	24
Austria	1.000	4900	303	150
Barbados	-	-	-	6.000
Belgio	125.000	100.503	130.500	354.500
Bermuda	3500	1500	-	-
Brasile	-	22.811	100	7.850
Canada	110.838	95.733	94.709	17.002
Cile	-	1.000	6.000	8.000
Cina	10.000	-	10.000	1.832.400
Cipro	9.000	10.000	8.000	5.000
Congo	-	10.000	-	-
Costa d'Avorio	-	-	-	30.000
Costa Rica	9.100	8.400	4.000	6.000
Danimarca	10.560	7.380	18.050	12.680
Dati incerti	2.600	16.635	16.000	18.002
Dem. Rep. di Korea	-	-	-	20.651
Egitto	-	13.000	-	-
ex-USSR	-	22.000	43.050	45.300
Filippine	-	2	-	-
Finlandia	3.100	3.000	2.000	-
Francia	170.860	165.780	178.280	105.100
Germania	2.069	4.376	2.358	36.142
Giappone	707.662	825.269	751.819	877.429
Gran Bretagna	20.310	18.247	10.545	7.239
Grecia	40.200	54.000	35.000	61.000
Guyana	-	-	100	-
Honduras	200	2.050	1.000	1.500
Hong Kong (1)	2.028.840	1.621.986	1.878.152	1.319.105
Indonesia	-	31.011	35.500	42.000
Irlanda	5.000	6.000	10.000	8.000
Isole del pacifico	-	7	-	-
Israele	52	-	6	-

Italia (2)	848.070	654.267	675.302	205.550
Kenya	30.000	-	150.775	30.000
Korea (1)	1.638.914	2.200.931	1.798.396	984.288
Malaysia	-	-	-	15.000
NAZIONE	1994	1995	1996	1997
Malta	-	-	27.500	-
Messico	404.150	183.000	191.200	239.595
Nicaragua	39	-	-	-
Olanda	111.350	77.630	82.810	54.323
Paraguay	-	4.500	24.280	73.585
Peru	-	3.000	-	-
Polinesia Francese	-	300	500	-
Polonia	134.850	75.000	119.332	119.000
Portogallo	112.200	197.441	242.980	85.000
Repubblica ceca	24.000	10.390	44.000	58.675
Repubblica Dominicana	11.850	6.175	5.000	5.500
Saint Lucia	-	106	-	-
Sierra Leone	-	-	2.000	-
Singapore (1)	512.950	547.766	589.851	499.400
Spagna	445.350	557.976	630.212	525.500
Svezia	-	250	-	-
Svizzera	2000	300	5000	60
Taiwan	30.000	15.000	27.200	110.000
Ungheria	38.200	48.000	30.300	24.500
Vari stati minori	-	500	-	-
Yugoslavia	3.000	-	-	-

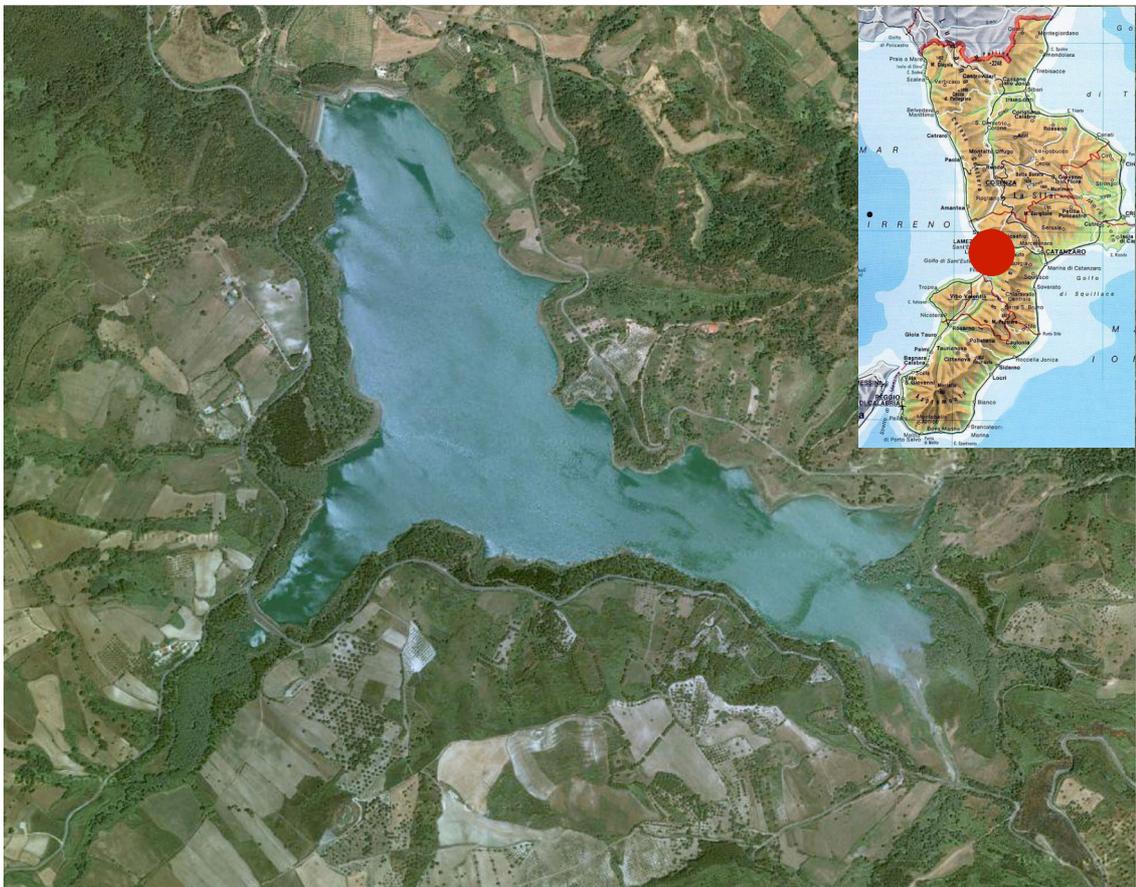
Tab.1: Esportazioni di *Trachemys scripta elegans* statunitensi nel periodo 1994-1997; (1) principalmente per motivi alimentari; (2) cifra del 1997 abbattuta dal divieto di importazione per la specie imposto durante quell'anno (fonte: Reptile Protection Trust).

CAPITOLO 4

Area di studio

4.1 Inquadramento geografico e storico

Il lago dell'Angitola è compreso tra 38°42' di latitudine nord e 16°15' di longitudine est. La sua superficie interessa i comuni di Maierato e Monterosso Calabro in provincia di Vibo Valentia; il lago si trova alle pendici di Rocca Angitola e costeggia le località "Pioppo", "Culturella" e "Tremuli", sul versante maieratese, e, su quello monterossino, "Tuscano", "Masseria", "Movrella", "Don Vito" e "Sciacca". Il bacino artificiale trae le sue origini nel 1966, anno in cui fu edificata una diga, onde consentire l'irrigazione dei campi, che ostruì il corso del fiume Angitola; questo, nascendo da Monte Pizzini (918 m s.l.m.), sfocia nel Golfo di Sant'Eufemia, nel territorio di Pizzo Calabro. La distanza tra la sorgente e la foce del fiume è di circa 20 chilometri. Il bacino riceve, da un lato, le acque dell'omonimo fiume Angitola, che, lungo l'intero percorso, costeggia i comuni di



San Nicola da Crissa, Capistrano, Monterosso; dall'altro, quelle del fiume "Reschia", alimentato da piccoli corsi d'acqua provenienti dai rigogliosi altipiani di Fossa del Lupo, in agro di Polia e, nella parte degli altipiani maieratesi, dalle acque del "Misiriace". Il torrente "Scuotrapiti" e la fiumara Reschia, dopo la creazione del lago ne sono diventati diretti immissari. Il lago, situato ad un'altezza media di 44,20 metri sul livello del mare, si estende su una superficie massima di 1.960.000 m². Il perimetro del bacino imbrifero è di 66,5 Km, il volume complessivo d'invaso è pari a 25,6 milioni di m³, la profondità massima è di 29 metri; la precipitazione media annua si aggira attorno ai 1200 mm di pioggia all'anno. Il lago sommerge depositi alluvionali quaternari, circondati, per la maggior parte, da marne bianche o zonate, con foraminiferi di origine pliocenica; mentre nella zona compresa tra il fosso "Scuotrapiti" e Monte Marella, esistono strati litologici più antichi, forse risalenti all'era Paleozoica (Kinzigiti). Non si rinvennero centri abitati nelle immediate vicinanze del lago: i due comuni più vicini, Maierato e Monterosso, si trovano rispettivamente a 7 e 6 km, l'uno verso il piano degli Scrisi, a 258 m s.l.m. e l'altro alle pendici del Monte Coppari (961 m), a 310 m s.l.m. E' presente un'unica struttura abitabile che sorge in località Monte Marella in prossimità della diga (Paolillo, 1987). Per la sua posizione strategica e per la penuria di ambienti palustri nella regione, oggi il lago dell'Angitola è una delle zone umide più importanti della Calabria, grazie anche agli ambienti naturali che ne caratterizzano le sponde. Il lago Angitola e le rive sono di proprietà della Regione Calabria, i terreni coltivati appartengono a vari privati ed al Consorzio di Bonifica della Piana di Sant'Eufemia. Il bacino è divenuto oasi WWF nel 1975 come zona di protezione della fauna (D.P.G.R. n. 557 del 12/05/1975), e dopo 10 anni, precisamente il 30 settembre del 1985, con D.M. 30/09/1985, è stata dichiarata, Zona Umida d'Importanza Internazionale ai sensi della convenzione di Ramsar, che fu proposta nel 1971 per porre un freno alla distruzione delle zone umide, in particolare quelle di importanza cruciale per gli uccelli migratori, e per riconoscerne ufficialmente il grande valore ecologico, scientifico, culturale, economico e ricreativo (Hails, 1996). Il lago, pur essendo riconosciuto come l'unica zona umida di valenza internazionale della Calabria, ai sensi della citata convenzione, non risultava, però, area protetta nazionale, come previsto dalla Legge 394/91 (Legge quadro sulle Aree Protette), pertanto è stata inserita nel 2003 nel perimetro del Parco Regionale delle Serre, nonostante la non contiguità di questi ambienti naturali. Inoltre tale sito è stato proposto nel 2005 come pSIC (sito di importanza comunitaria) ai sensi della Direttiva Habitat 92/43/CEE. Ad oggi, la proposta non è stata ancora confermata in SIC e quindi

in ZSC (Zona Speciale di Conservazione), per cui al momento appare lungo l'iter burocratico che incrementi la tutela di questo complesso ecosistema, il quale presenta un valore sia ecologico legato alla biodiversità animale e vegetale, essendo uno dei pochi luoghi rimasti per il ristoro degli uccelli migratori, che un valore economico diretto e indiretto per i servizi offerti alle popolazioni locali

4.2 Aspetti vegetazionali e climatici

L'ambiente che circonda il lago dell'Angitola appare molto variegato, e rispecchia a pieno le caratteristiche ecologiche del clima Mediterraneo. Lo specchio d'acqua, infatti, è circondato soprattutto da colline coperte in parte da uliveti (*Olea europaea*), coltivate o mantenute a pascolo, mentre la vegetazione spontanea è rappresentata da nuclei di macchia mediterranea, in alcuni casi molto degradata, con la presenza delle tipiche piante aromatiche che contraddistinguono questa regione biogeografia; si ritrovano, infatti, essenze profumate come il mirto (*Myrtus communis*), il corbezzolo (*Arbutus unedo*), il lentisco (*Pistacia lentiscus*), l'edera spinosa (*Smilax aspera*), l'erica (*Erica arborea*), la rosa campestre (*Rosa arvensis*), l'orniello (*Fraxinus ornus*), il biancospino (*Crataegus oxyacantha*) e la ginestra (*Spartium junceum*); quest'ultima è predominante negli ambienti più degradati e caldi. Dal punto di vista fitoclimatico, il lago si estende nella zona del Lauretum, sottozona calda secondo la classificazione di Pavari e De Philippis (AA VV, 1958), corrispondente all'area a clima termomediterraneo e mesomediterraneo, e alle associazioni fitosociologiche dell'*Oleo-Ceratonion* e del *Quercenion ilicis*. La macchia arborea è costituita prevalentemente dalla sughera (*Quercus suber*), e, in misura più modesta, dal leccio (*Quercus ilex*). Durante gli anni '80, vasti terreni, specialmente quelli paralleli alla statale 110 che costeggia il lago, sono stati rimboschiti con conifere; in modo particolare pino d'aleppo (*Pinus halepensis*), pino marittimo (*Pinus pinaster*), e cipresso (*Cupressus sempervirens*). Sulle rive dell'invaso, si è sviluppata una tipica fascia di vegetazione igrofila costituita in massima parte da salici bianchi (*Salix alba*), e da qualche esemplare di salice piangente (*Salix babylonica*), che sono sottoposti stagionalmente a frequenti immersioni del tronco dovute all'innalzamento del livello dell'acqua. Nelle vicinanze delle rive, ritroviamo specie arboree perfettamente adattate a forti condizioni di umidità come l'ontano nero (*Alnus glutinosa*), che forma densi boschetti soprattutto in prossimità degli immissari del lago, sia quelli maggiori come il fiume Angitola e il torrente

Reschia, che di quelli con una portata più modesta. Imponente è anche la presenza di fanerogame acquatiche che si rinvergono nelle zone in cui la profondità dell'acqua è modesta, con la crescita delle cannuce di palude (*Phragmites communis*) che si accrescono nei punti di immissione nel lago dei principali affluenti; con la presenza ben nutrita della tifa (*Typha latifolia*), tipica vegetazione anfibia delle zone palustri, e con il giglio giallo (*Iris pseudacorus*), diffuso nelle aree più calme e riparate. Estesi, soprattutto nei prati allagati sono, inoltre, gli arbusteti di giunco (*Juncus effusus*), e di garice (*Carex* sp.). Dove l'acqua risulta più profonda, nella zona stagnale e in quella a vegetazione sommersa fino ai 4-5 metri, si sviluppano dalla primavera inoltrata fino all'autunno, vaste estensioni di lingua d'acqua (*Potamogeton oblongus*), con foglie in parte galleggianti in parte sommerse, che arrivano a coprire ampie superfici d'acqua. Nella stessa zona è ampiamente distribuito il millefoglio acquatico (*Myriophyllum spicatum*), che rimane, però, completamente sommerso.

Il clima che interessa l'intero territorio, e in modo specifico il bacino dell'Angitola, è di tipo prettamente Mediterraneo, cioè è caratterizzato da inverni miti e piovosi, e da estati calde e siccitose. A conferma vengono riportati alcuni dati tratti da "L'Italia fisica" (AA VV, 1957): la temperatura media dell'anno nella zona oscilla tra i 16 e i 20 °C; la minima giornaliera nel mese più freddo, gennaio, si aggira tra gli 8 e i 12°C, mentre la massima giornaliera del mese più caldo, luglio, tra i 24 e i 28 °C. I giorni di gelo durante l'anno sono meno di 10, ma le acque del lago non si sono mai ghiacciate, neanche durante le giornate più fredde. Per quanto riguarda il regime pluviometrico, ossia la ripartizione delle piogge nel corso dell'anno, il massimo assoluto viene registrato in inverno, mentre l'estate è caratterizzata da una quasi totale assenza di rovesci temporaleschi.

4.3 Fauna dell'ecosistema Angitola

Il lago dell'Angitola, con 24 mg di fosforo per m² (AAVV, 1986), rientra nella categoria dei laghi mesotrofici, secondo la classificazione dell'IRSA (Istituto di Ricerca sulle Acque, del C.N.R.). La presenza di nutrienti, la posizione geografica strategica, ed altri fattori ecologici e antropici, hanno reso possibile lo sviluppo di una complessa rete trofica, favorendo, quindi, la presenza di numerosi taxa animali. Nel corso della ricerca condotta sul campo, è stato possibile individuare una copiosa varietà biologica, legata sia agli habitat acquatici, che a quelli terrestri. Numerosi sono stati i gruppi tassonomici

individuati: al phylum Molluschi appartengono i gusci di *Radix auricularia* e di *Cornu aspersum*, ritrovati rispettivamente sulle rive prosciugate, e nelle zone rimboschite. Il Subphylum Crostacei è rappresentato dal massiccio granchio di fiume (*Potamon fluviatile*), oggi abbastanza presente nel lago, un tempo più raro. Gli insetti più rappresentativi appartengono a diversi ordini: tra i Coleotteri Ditiscidi e Idrofilidi possiamo elencare l'*Hydrous piceus* e il ditisco maggiore (*Dytiscus marginalis*), mentre tra gli Emitteri troviamo la *Notonecta glauca* e *Gerris najas*. L'ordine dei Ditteri è rappresentato dai generi *Culex* e *Anopheles* legate agli ambienti acquatici. Numerose sono anche le specie di Odonati, dai colori brillanti e metallizzati, tra cui è necessario ricordare *Calopteryx virgo*, *Coenagrion puella* e *Aeschna canea*. Tra i Lepidotteri, *Nymphalis antiopa* si può rinvenire presso gli immissari del lago, specialmente nei saliceti e nei pioppeti. Anche la fauna vertebrata risulta ben rappresentata: tra i Pesci è ancora presente l'anguilla (*Anguilla anguilla*) e il cavedano (*Leuciscus cephalus*), mentre frutto di immissioni da parte dell'uomo sono la trota (*Salmo trutta*), appartenente probabilmente alla forma *lacustris*, il ciprinide *Carassius carassius*, che costituisce la base alimentare delle specie ittiofaghe, la piccola gambusia (*Gambusia affinis*) e il pesce persico reale (*Perca fluviatilis*), introdotto per scopi commerciali. Le acque più fresche, in prossimità degli immissari del lago, ospitano il blennide cagnetto (*Salaria fluviatilis*). Alla classe Anfibi, a parte il caudato tritone italiano (*Lissotriton italicus*) che frequenta le pozze che si creano vicino al lago, molto più consistente è la presenza degli anuri: tra le rane ritroviamo la rana verde (*Pelophylax sinkl. hispanicus*), rana agile (*Rana dalmatina*) e la raganella (*Hyla intermedia*). I rospi comprendono il rospo comune (*Bufo bufo*) e il rospo smeraldino (*Bufo balearicus*). Per i Rettili il discorso è più complesso, visto che da qualche anno non si hanno più segnalazioni di esemplari di testuggine palustre europea (*Emys orbicularis*), fino a poco tempo fa certamente presente all'Angitola (Paolillo, com.pers.); mentre numerosi sono gli avvistamenti delle alloctone testuggini palustri dalle orecchie rosse (*Trachemys scripta elegans*), introdotte nel lago da molte persone con l'intenzione di disfarsene, e che hanno senz'altro preso il sopravvento sulle cugine autoctone. Tra i serpenti troviamo la biscia dal collare (*Natrix natrix*), fortemente legata agli ambienti acquatici, il biacco (*Hierophis viridiflavus*) e la vipera comune (*Vipera aspis*). Presenti anche la luscengola (*Chalcides chalcides*), il ramarro (*Lacerta bilineata*), la lucertola campestre (*Podarcis sicula*) e la lucertola muraiola (*Podarcis muralis*).

Molto più ampia deve essere la descrizione degli uccelli che sono stabili o svernanti nel lago, in quanto la loro grande presenza ha fatto sì che questa zona umida fosse considerata fondamentale per le rotte migratorie, e quindi, attraverso la Convenzione di Ramsar, fosse tutelata e protetta nel tempo. Gli avvistamenti hanno interessato le specie presenti nel lago, sulle sue rive e negli immediati dintorni, mentre per quelle più elusive è stato necessario il riconoscimento del canto. Si rinvennero tra le 150 specie sia nidificanti che di passo: lo svasso maggiore (*Podiceps cristatus*), parzialmente stazionario e nidificante, che si può vedere in qualsiasi punto del bacino e lo svasso piccolo (*Podiceps nigricollis*), di passo e svernante, più raro in primavera, ma ne sono stati contati più di 250 nel solo inverno '84 (Paolillo, 1987). Tra i *Pelecaniformes* sono da annoverare il cormorano (*Phalacrocorax carbo*), svernante da settembre a marzo; mentre tra i *Ciconiiformes* ritroviamo rarissime presenze del tarabuso (*Botaurus stellaris*), e del tarabusino (*Ixobrychus minutus*) quest'ultimo con una presenza più costante e forse nidificante nella fascia ripariale tra la vegetazione a fragmiteti e tifeti. Presenti anche la sgarza ciuffetto (*Ardeola ralloides*), la garzetta (*Egretta garzetta*), osservata tutti gli anni da marzo fino a fine maggio e da metà agosto fino a fine ottobre. Tra gli Aironi, risulta essere comune la presenza dell'airone cenerino (*Ardea cinerea*), di doppio passo, scarsamente svernante ed estivante, che predilige le rive acquitrinose, di solito scoperte, e spesso si ritrova su rami e tronchi emergenti. Più rara è stata l'osservazione dell'airone bianco maggiore (*Casmerodius albus*), e dell'airone rosso (*Ardea purpurea*). Durante il passo primaverile e quello autunnale non è difficile osservare qualche esemplare di cicogna bianca (*Ciconia ciconia*). Numeroso è il gruppo costituente gli Anatidi, tra cui si segnalano: l'oca selvatica (*Anser anser*), con pochissimi avvistamenti, il fischione (*Anas penelope*), che tra le anatre è quella più legata alle rive fangose e agli acquitrini; l'alzavola (*Anas crecca*), il germano reale (*Anas platyrhynchos*) osservato in tutti i mesi dell'anno e in tutti gli anni, con presenze autunnali e invernali spesso superiori al centinaio. Il mestolone (*Anas clipeata*) è svernante e di passo regolare e ne sono stati osservati pochi individui; mentre del moriglione (*Aythya ferina*), di passo soprattutto autunnale, nel solo gennaio '84, ne sono stati osservati circa 3000 esemplari (Paolillo, 1987), ma nonostante la particolare attenzione prestata, non si è accertato nessun caso di nidificazione; infatti, gli avvistamenti si riferiscono solo ad individui maturi, per lo più maschi. Anche il gruppo degli *Accipitriformes* è ben nutrito: ben documentata è, infatti, la presenza del falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*), del nibbio bruno (*Milvus migrans*), di passo primaverile,

del falco di palude (*Circus aeruginosus*), con pochi individui osservati in volo, della poiana (*Buteo buteo*). Sporadici avvistamenti del falco pescatore (*Pandion haliaetus*) si sono avute in marzo, aprile e settembre, ma non tutti gli anni. Mentre tra i *Falconiformes*, si segnala solo la presenza del gheppio (*Falco tinnunculus*) sulle zone collinari alberate e cespugliate e sui coltivi. Tra i *Gruiformes* ricordiamo la presenza della gallinella d'acqua (*Gallinula chloropus*), stazionaria, di passo e nidificante; la folaga (*Fulica atra*), di cui ne sono stati avvistati diverse migliaia di esemplari in tutti i mesi dell'anno, e la quale è considerata la specie più comune del bacino dell'Angitola. Della gru europea (*Grus grus*) si hanno pochissime notizie, con avvistamenti decisamente molto rari; lo stesso discorso si può fare sulla presenza del cavaliere d'Italia (*Himantopus himantopus*), senz'altro saltuaria. Il taxon dei *Laridi* presenta diverse specie: il gabbiano corallino (*Ichthyaeetus melanocephalus*), il gabbianello (*Hydrocoloeus minutus*), il gabbiano comune (*Chroicocephalus ridibundus*) con fluttuazioni annuali da poche decine fino a diverse centinaia, il gabbiano reale del Caspio (*Larus cachinnans*) con almeno 300 avvistamenti annuali. Tra i *Columbidi* è da segnalare la cospicua presenza della tortora (*Streptopelia turtur*) specialmente nei boschi ripariali. Nei boschi collinari si può tranquillamente osservare il cuculo (*Cuculus canorus*). Probabilmente stazionario e nidificante è il barbagianni (*Tyto alba*), che durante la notte si spinge a cacciare nei campi circostanti il lago e nelle pinete di rimboschimento; la presenza dell'assiolo (*Otus scops*) è stata confermata dal canto inconfondibile di questo piccolo uccello. Tra gli *Apodiformes* ricordiamo il rondone comune (*Apus apus*) e il rondone maggiore (*Tachymarptis melba*), entrambi di doppio passo regolare. Avvistato tutto l'anno è il martin pescatore (*Alcedo atthis*), probabilmente stazionario, e l'upupa (*Upupa epops*), di passo primaverile. Presenti, altresì, diverse decine di specie di *Passeriformes*.

Per i mammiferi è importante annoverare la presenza del riccio (*Erinaceus europaeus*), e della talpa romana (*Talpa romana*), che rappresentano gli insettivori; tra i Lagomorfi, è presente la lepre comune (*Lepus europaeus*). Molto diffusi nelle pinete sono i ratti grigi (*Rattus norvegicus*), spesso predati dalle donnole (*Mustela nivalis*), e dalle volpi (*Vulpes vulpes*). Le colline che sovrastano il lago sono frequentate dal tasso (*Meles meles*); quanto alla presenza della lontra (*Lutra lutra*), di cui qualche contadino conserva ancora il ricordo, si può solo affermare che non sono stati rinvenuti né impronte né resti alimentari in zona (Paolillo, 1987).

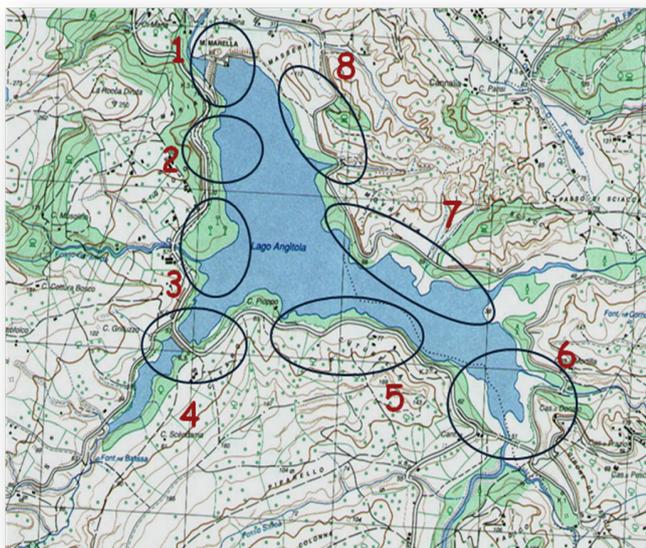
CAPITOLO 5

Materiali e metodi

5.1 Individuazione delle stazioni e raccolta dei dati

I monitoraggi, realizzati dal 2009 al 2011, si sono concentrati nel periodo d'attività più intenso delle testuggini, da aprile ad ottobre. La ricerca ha previsto tre uscite di campo per mese, ad intervalli di dieci giorni ciascuna, nella fascia oraria compresa tra le ore 9:00 e le ore 18:00. Con le prime escursioni sono state individuate le aree di maggiore rilevanza, nei luoghi in cui gli avvistamenti delle *Trachemys* erano più numerosi, che hanno permesso la suddivisione dell'intero perimetro del lago in otto transetti così denominati:

- 1: zona Paratoia
- 2: zona Diga
- 3: zona Ceramida
- 4: zona cavalcavia
- 5: zona oasi WWF
- 6: zona fiume Angitola
- 7: zona Movrella
- 8: zona Masseria.



L'individuazione di tali zone è stata possibile anche integrando le informazioni raccolte dalle testimonianze dirette dei locali che abitano o lavorano in prossimità del bacino. Durante le uscite di campo sono state utilizzate apposite attrezzature a supporto dell'attività di monitoraggio: due binocoli (10x e 12x), una macchina fotografica reflex digitale Nikon, 2 GPS (Garmin gps72), 2 termometri digitali. Il riferimento cartografico di base utilizzato è stato quello dell'Istituto Geografico Militare in scala 1:25000, e precisamente il foglio 579, sez I – Filadelfia. Su apposite schede di campo sono stati registrati tutti i dati utili raccolti durante le osservazioni, e i parametri ambientali più importanti (allegati 1 e 2).

5.2 Visual census

L'attività giornaliera delle testuggini, mediante l'osservazione diretta degli animali, è stata registrata durante i censimenti visivi eseguiti lungo le sponde del lago. Questa specie, essendo particolarmente diffidente nei confronti dell'uomo, tende a rifugiarsi in acque profonde non appena si riduce la distanza di sicurezza tra lei ed il campionatore. Per questa motivazione si è cercato di operare in assoluto silenzio, utilizzando la folta vegetazione acquatica come barriera mimetica, specialmente in quelle aree dove i campionamenti venivano effettuati nelle estreme vicinanze della riva (zone 2, 3, 5, 7 e 8). Nelle restanti zone (1, 4 e 6), la distanza di sicurezza è stata tale da permettere le osservazioni in tutta tranquillità mediante gli strumenti ottici, senza disturbare le attività degli animali. Gli avvistamenti hanno avuto la molteplice funzione di localizzare le aree migliori per i trappolamenti, di stimare l'abbondanza di popolazione e di studiarne gli aspetti etologici. Le osservazioni etologiche sono state registrate su apposite schede di campo (allegato 1)

5.3 Trapping, biometrie e marcatura degli esemplari

L'impossibilità di catturare manualmente, o mediante l'utilizzo del retino gli esemplari avvistati, sia per l'estrema diffidenza e reattività alla presenza umana delle testuggini in esame, sia per le dimensioni e la profondità del bacino stesso, ha fatto sì che si procedesse all'impiego di diverse trappole appositamente progettate. Diversi tipi di trappole sono proposti in bibliografia per la cattura delle testuggini palustri, funzionanti con o senza esca, legate o meno all'uscita degli animali in basking; in generale sono utili in ambienti in cui è difficile un approccio agli animali direttamente da riva e risultano proficue per le popolazioni consistenti (Lagler, 1943; Braid, 1974; Vogt, 1980). Una prima tipologia è consistita nelle nasse a rete (Fig.1), già adoperate per la cattura di *Emys orbicularis* in altri lavori (Zuffi *et al.*, 2006). Attraverso la strozzatura ad imbuto presente all'entrata dello strumento, le testuggini, attratte dall'esca, riescono ad introdursi forzando le maglie delle camere interne, ma una volta dentro non possono più uscirne, rimanendo bloccate fino alla loro liberazione. Le nasse sono state sistemate sulle rive del lago, in modo da essere quasi totalmente sommerse; infatti, la camera finale era sempre fuori dall'acqua per permettere agli esemplari catturati di raggiungere la superficie e respirare; sono state, poi, ancorate a rami, tronchi o pietre presenti sulla riva, così da essere più stabili e resistenti, e mimetizzate tra la folta vegetazione

presente, per evitare di attrarre altri animali come volpi e cani randagi. Vista la novità della ricerca, sono state sperimentate diverse tipologie di esche: inizialmente è stato utilizzato del tonno in scatola al naturale, impiegato già con successo nelle catture di *Emys orbicularis*, che veniva introdotto in sacchetti di plastica, precedentemente forati, per permettere all'animale di nutrirsi senza però che l'intero contenuto si disperdesse immediatamente nell'acqua. L'esca al tonno non è risultata altrettanto appetibile per *Trachemys*, quindi si è pensato di provare dapprima con un'esca vegetale, visto che la letteratura scientifica suggerisce che gli adulti di questa specie hanno abitudini alimentari prevalentemente erbivore, ma anche in questo caso l'esca introdotta nella nassa non è risultata utile allo scopo, probabilmente vista la debolezza dello stimolo olfattivo. Quindi, si è proceduto utilizzando come esca dei pezzi di pollo crudo. Quest'ultimo alimento è risultato essere il più apprezzato, ed è stato scelto per i successivi campionamenti. Il boccone è stato introdotto nella nassa fino alla penultima camera ed è stato legato ad essa con dello spago. Le trappole sono state controllate ogni 3 giorni, in maniera tale da permettere agli animali, attirati dall'odore dell'esca, di entrarvi, senza però subire inutili stress. Una seconda tipologia di trappola sperimentata è stata la nassa metallica (Fig.2): di forma approssimativamente cubica, è stata costruita con una rete di ferro a maglia fine, con un lato più sporgente che fuoriusciva dall'acqua per permettere la respirazione delle testuggini catturate o degli altri ospiti indesiderati che restavano imprigionati, ed un'apertura rotonda ad imbuto simile alle trappole precedentemente analizzate, che permetteva l'ingresso dell'animale, ma non la sua fuga. Per queste trappole sono state usate esche di carne di pollo cruda e piccoli tranci di pesce (cefalo, tracina). Una terza tipologia di trappola, la "basking trap", ideata e realizzata presso i laboratori del Dipartimento di Ecologia (sez. Zoologia), è stata sperimentata per la cattura degli esemplari. Si è pensato di realizzare un meccanismo che non sfruttasse più l'esca alimentare come attrattiva per le testuggini, ma offrisse loro delle potenziali postazioni per la termoregolazione (Fig.3). La trappola è costituita da quattro tubi in pvc di un metro di lunghezza e quattro curve sempre in pvc, incollati in modo tale da formare un quadrilatero che galleggiava sulla superficie dell'acqua. Una rete di plastica a maglia fine (1 cm²) è stata poi applicata sotto la struttura galleggiante, ed infine è stata montata una passerella larga 25 cm al di sopra della trappola, con due scivoli immersi nell'acqua per permettere agli animali di salire su di essa per esporsi al sole. Le passerelle costituiscono punti di appoggio per l'attività di basking; quando la testuggine in termoregolazione si sente minacciata, non esita a gettarsi in acqua, e in

questo modo resta imprigionata all'interno della trappola. L'altezza del telaio galleggiante (10 cm) non consente lo scavalco, mentre la rete impedisce loro di fuggire sott'acqua. Tutte e tre le tipologie di trappole, durante i tre anni di ricerca, sono state sistemate in diverse aree del lago; solo in un secondo momento si è preferito selezionare tre zone specifiche (Cavalcavia, Diga e Ceramida), dove gli avvistamenti di *Trachemys* erano più numerosi e la strumentazione sotto controllo. Gli individui catturati sono stati accuratamente misurati, ed i valori registrati sono stati annotati su apposite schede biometriche, dove è stato assegnato un numero identificativo ed un nome ad ogni animale. Su ogni scheda individuale è poi stata riportata tutta una serie d'informazioni concernenti il sesso e le misure, oltre che la zona di cattura. In particolare i dati morfometrici hanno riguardato la lunghezza del carapace (a-a), la larghezza del carapace (b-b), la lunghezza del piastrone (c-c), la larghezza del piastrone (d-d) e l'altezza dello scudo (e-e) (allegato 1). Le misurazioni sono state effettuate in corrispondenza dei punti a massima sporgenza del guscio di ogni individuo, tenendo conto, quindi, dei profili reali della *theca* che racchiude e protegge l'animale. Anche per le placche più superficiali, che costituiscono il piastrone epidermico, sono state rilevate le dimensioni; specialmente per la placca intergolare (ig), interomerale (io), interpettorale (ip), interaddominale (iad), interfemorale (if) e per quella interanale (ian). Inoltre, anche per la piccola placca nucale che si trova sul carapace, sono state annotate la larghezza (Nula) e la lunghezza (Nulu). Tutte queste misure sono state compiute mediante l'impiego di un calibro di precisione (0,1 mm). Il peso degli animali è stato determinato in loco, con l'aiuto di una bilancia digitale con la precisione di un grammo. Sulle schede sono state scritte anche altre indicazioni quali: il nome del raccoglitore e del misuratore, la data e l'ora della cattura, l'area del rilevamento, l'altitudine e le coordinate geografiche (latitudine e longitudine), nonché eventuali osservazioni riguardanti lo stato generale di salute delle testuggini stesse. Il sesso è stato definito in base alla presenza dei caratteri sessuali secondari: innanzitutto le unghie lunghe e ricurve sulle zampe anteriori, tipiche degli individui maschili; la posizione della cloaca, che nelle femmine non si trova mai oltre il margine posteriore del carapace; la forma della coda che nei maschi è più lunga e tozza, e osservando il piastrone, che nelle femmine è piatto mentre nei maschi è leggermente concavo nella parte posteriore, per facilitare l'accoppiamento. Attraverso la lunghezza del piastrone e il peso è stato possibile riconoscere gli esemplari maturi da quelli immaturi sessualmente, tenendo conto che nel corso dello sviluppo, a partire dal momento della schiusa, ogni individuo

attraversa tre fasi di maturità sessuale: nidiacei (fino ad un anno di vita), giovani (sessualmente immaturi) e adulti (sessualmente maturi) (Heppell, 1998). Prima di essere rimesse in libertà, le testuggini sono state marcate in modo permanente secondo il metodo di Stubbs (Stubbs *et al.*, 1984), che prevede un'incisione fatta con un seghetto fine degli scudi marginali del carapace, al fine di permettere il riconoscimento individuale anche in tempi successivi. Naturalmente tutte le operazioni effettuate non sono state invasive per gli animali, che sono stati trattenuti per il tempo strettamente necessario alle operazioni di misurazione, evitando, quindi, di subire inutili stress. Il metodo adottato per la numerazione degli animali è stato quello proposto dallo schema di Bury & Luckenbach (1977), che permette di contare fino ad un massimo di 1499 esemplari catturati. Per le unità vengono incise le prime nove placche del margine destro del carapace, per le decine le prime nove del margine sinistro. La decima e l'undicesima placca sinistra valgono rispettivamente 700 e 100, le corrispondenti destre invece 400 e 200 (Stubbs *et al.*, 1984). Partendo dalle unità e dalle decine, è possibile numerare facendo una sola tacca per squama, fino al 99° esemplare con due incisioni, fino al 499° con tre incisioni, fino al 1199° con quattro tacche, fino al 1399° con cinque incisioni e fino al 1499° con sei. Quest'ultimo risulta essere il massimo numero ottenibile con questo sistema di numerazione, utilizzando undici placche marginali per lato, le sopra-caudali escluse. Dei vari metodi di numerazione mediante tacche, quello di Bury e Luckenbach risulta essere il più intuitivo e il meno complesso, soprattutto se si ha a che fare con popolazioni di media consistenza. Dopo aver scattato le opportune foto digitali, a testimonianza della cattura, le testuggini sono state rilasciate nello stesso punto dove erano rimaste intrappolate nelle nasse, sparendo in pochi secondi sott'acqua.

5.4 Ricerca dei siti di nidificazione

Numerosi monitoraggi sono stati realizzati per l'individuazione dei siti di deposizione lungo le rive del lago. Ogni transetto è stato accuratamente controllato e battuto più volte al mese da più operatori contemporaneamente, in modo particolare durante il potenziale periodo di riproduzione. I parametri dei nidi ritrovati sono stati registrati su una apposita scheda di campo (allegato 2) che raccoglieva una serie d'informazioni riguardanti il diametro del solco, ossia la larghezza dell'apertura del nido, e la profondità dello stesso, entrambe misurate in centimetri, il numero di gusci d'uova associati al nido, la distanza dalla riva del lago tenendo conto del potenziale percorso

compiuto dalle femmine, le temperature interna, all'apertura ed esterna (a 10 cm) del nido. I nidi sono stati, poi, numerati e fotografati, mentre i gusci delle uova, accuratamente puliti, sono stati raccolti e conservati in apposite bustine di plastica. Utilizzando la tecnologia GPS, è stato possibile, infine, segnare le coordinate geografiche dei punti di ritrovamento delle covate, col fine di reperire le aree riproduttive più facilmente, e creare una carta derivata che evidenzia la densità dei ritrovamenti nelle varie zone esaminate. Le escursioni sono state organizzate in modo tale da evitare gli orari più caldi della giornata nei mesi estivi, mentre nei mesi autunnali e primaverili sono state compiute anche durante tali orari, per compensare la mancanza di visibilità dovuta alla riduzione delle ore di luce.

5.5 Nest site selection

La scelta del sito di nidificazione ha ripercussioni importantissime sulla fitness delle testuggini. In particolare le condizioni microclimatiche all'interno del nido, come la temperatura e l'umidità, influenzano la sopravvivenza degli embrioni, il sesso dei nascituri, il periodo di incubazione, nonché la dimensione corporea e la crescita dei neonati (Restrepo *et al.*, 2006). In termini di caratteristiche ambientali, questi fattori sono strettamente correlati alla copertura vegetale ed alle caratteristiche granulometriche del suolo. Per definire le preferenze ambientali delle femmine riproduttrici di questa popolazione, sono state individuate all'interno della nostra area di studio cinque diverse tipologie di copertura vegetale mediante un buffer di 50 metri:

- macchia mediterranea, rappresentata dalle componenti arbustive ed arboree tipiche di questa regione climatica;
- prato, costituito da una semplice fascia erbacea, con la presenza di qualche specie florale tipica come il cisto;
- coltivi, rappresentata soprattutto da alberi da frutto ed uliveti;
- rimboschimento, rappresentata da aree alberate artificialmente con conifere;
- misto, rappresentata da quelle aree in cui le precedenti tipologie vegetali non mostravano una copertura superiore al 75% dell'intera zona.

Le diverse tipologie del substrato sono state classificate secondo il metodo di Casanova (1991), che prevede tre diverse categorie principali di suolo, e la possibile combinazione tra di loro:

- terra, formata da un substrato podologico ciottoloso molto grossolano (4-8 mm) associato ad una percentuale più o meno abbondante di humus;
- sabbia, formata da granuli con dimensioni comprese tra i 125 e i 250 μm , che rendono il suolo ben areato, ma chimicamente sterile;
- argilla, costituita da particelle estremamente fini ($<4 \mu\text{m}$).

5.6 Esperienze di deposizione in ambiente controllato

Durante i campionamenti sono state catturate tre femmine adulte sorprese lungo le sponde del lago, ad una certa distanza dall'acqua, nelle prime fasi di costruzione del nido o alla ricerca del sito idoneo per la deposizione. Manualmente è stato possibile individuare la presenza di uova nel ventre degli animali, confermata in seguito dalle tecniche radiografiche a 60Kv e 17mA (Gibbons & Greene, 1979) eseguite presso uno studio veterinario (Fig.4). Nei laboratori del Dipartimento di Ecologia sez. Zoologia, i tre animali, in tempi diversi, sono stati sottoposti a trattamenti con ossitocina per stimolarne la deposizione, in modo tale da ottenere dati più precisi sulle dimensioni di covata. Per la somministrazione del farmaco è stato seguito il protocollo sperimentato da Tucker *et al.* (2007), secondo cui la dose di 10 units/kg produce il miglior risultato con la prima iniezione per le *Trachemys scripta elegans*. Le iniezioni sono state eseguite nelle zone intraperitoneali con siringhe da 5 ml utilizzate per l'insulina, come suggerito in altri lavori (Feldman, 2007). Per evitare la rottura delle uova deposte nell'acquaterrario ad opera della femmina stessa, è stato utilizzato un metodo definito *sling*: l'animale è stato imbracato con un nastro di cotone di 5 cm di larghezza e sospeso a 15 centimetri dalla sabbia sottostante, con un'inclinazione del corpo di 45° (Feldman, 2007). In questo modo le uova appena deposte si adagiavano sul substrato senza rompersi o essere frantumate dal calpestio dell'animale. L'operazione non si è presentata particolarmente stressante per gli animali data la velocità di reazione dell'ossitocina, ma in tutti e tre i casi è stato necessario procedere ad una seconda e poi ad una terza iniezione in tempi successivi per completare la deposizione. Le dimensioni e la massa delle uova sono state registrate in laboratorio subito dopo la deposizione, e le stesse sono state sistemate in un'incubatrice col metodo definito "a bagno-maria": questa tecnica prevede la sistemazione delle uova in un recipiente che ha sul fondo uno strato di lana di perlone e che galleggia in un altro contenitore più grande riempito di acqua riscaldata da un termoriscaldatore; tutta la struttura è coperta da un pannello

inclinato che evita la penetrazione dei raggi solari ed il formarsi della condensa (Fig.5). In questo microambiente artificiale è stato possibile monitorare la temperatura e l'umidità, due fattori fondamentali per il successo di schiusa. Le femmine riproduttrici sono state trattenute in Università fino al momento della deposizione, per poi essere rilasciate nello stesso sito di cattura.

5.7 Analisi dei dati

I dati raccolti sul campo sono stati inseriti nel database erpetologico del Dipartimento di Ecologia dell'Università della Calabria (Rossi *et al.*, 1991), un foglio elettronico gestito dal programma Microsoft Excel. Per l'analisi statistica, sono stati impiegati:

- il test del chi-quadro, per valutare le relazioni tra numero di nidi e uova, diametro e profondità delle covate, distanza dei nidi dalla riva, copertura vegetale e tipologia di suolo;
- il test di Kruskal-Wallis, usato per analizzare la significatività tra più valori che non seguono una distribuzione normale;
- il test del coefficiente di correlazione per ranghi di Spearman, utilizzato per lo studio dell'associazione tra variabili quantitative.

Il test del chi-quadrato si rende necessario ogni qualvolta abbiamo la necessità di associare i dati (espressi in frequenza) a categorie discrete, ossia nominali. Queste ultime devono essere mutualmente esclusive e non ci dovrebbe essere la possibilità di assegnare il conteggio di un oggetto a più di una categoria. Il metodo del chi-quadrato implica la determinazione della frequenza che sarebbe attesa se l'ipotesi nulla fosse vera. La frequenza attesa viene poi rapportata alla frequenza osservata per produrre un test statistico la cui distribuzione delle probabilità è conosciuta. Se il valore del test statistico supera una certa soglia, si potrà concludere con un limite di confidenza stabilito che l'ipotesi nulla dovrà essere scartata e che le variabili sono in relazione.

Quando, invece, sono disponibili le osservazioni di un paio di variabili su scala per intervalli o per rapporti per un gran numero di unità di campionamento (30 o più) estratte a caso, il coefficiente di correlazione r è una misura appropriata di correlazione tra loro. Il coefficiente di correlazione dipende dall'ipotesi assoluta che le osservazioni delle variabili siano distribuite normalmente. Quindi, è opportuno realizzare un diagramma di dispersione ed adattarvi, sempre attraverso calcoli opportuni, una retta

che chiameremo di regressione. La dispersione dei punti attorno alla retta, pertanto, darà la significatività statistica della relazione.

Il test di Kruskal-Wallis, detto anche analisi non parametrica della varianza per un criterio di classificazione, che può essere visto come l'estensione del test di Wilcoxon, fondato sui ranghi, è l'equivalente non parametrico dell'analisi della varianza ad un criterio di classificazione. E' uno dei test più potenti per verificare l'ipotesi nulla H_0 , cioè se k gruppi indipendenti provengano dalla stessa popolazione e/o da popolazioni che abbiano la medesima mediana. La metodologia del test di Kruskal-Wallis è molto semplice e può essere schematizzata in alcuni passaggi:

- per verificare l'ipotesi nulla che tutti i campioni abbiano la stessa mediana H_0 : $meA = meB = meC = meD = meE$ con ipotesi alternativa che almeno una sia differente o H_1 : non tutte le mediane sono uguali come nell'analisi della varianza ad un criterio di classificazione, i dati dei k gruppi a confronto possono avere un diverso numero d'osservazioni.
- tutte le osservazioni dei k gruppi devono essere considerate come una serie unica e convertite in ranghi

Se sono presenti misure uguali, a ciascuna di esse deve essere assegnato il loro rango medio.

Il coefficiente di correlazione per ranghi di Spearman serve per verificare l'ipotesi nulla dell'indipendenza tra due variabili, nel senso che gli N valori della variabile Y hanno le stesse probabilità di associarsi con ognuno degli N valori di X . Questo test di rango non parametrico è utilizzato per valutare la correlazione tra due variabili attraverso una permutazione basata su 1000 repliche ed ha come fine la verifica dell'ipotesi nulla di indipendenza fra i descrittori. Il coefficiente r di Spearman si applica nel caso di relazioni in cui deve essere verificata la monotonicità, anche se di tipo non lineare e la "robustezza" della correlazione di rango in condizioni di non linearità delle relazioni fra descrittori. Il test si applica quando ogni valore in sé non è tanto importante quanto la sua situazione rispetto agli altri. La correlazione misura il grado di associazione tra due variabili quantitative che seguono una tendenza sempre crescente o sempre decrescente. Questo test è più generico rispetto al coefficiente di correlazione di Pearson, tuttavia può essere calcolato per i rapporti esponenziali o logaritmici tra le variabili.



Fig.1: nassa a rete con camere interne



Fig.2: nassa metallica



Fig.3: basking trap



Fig.4: esame radiografico eseguito su una femmina gravida. E' possibile osservare le uova calcificate



Fig.5: incubatrice a “bagno maria”



Trachemys scripta elegans (Lago Angitola)

Nome osservatore/i:.....

Uscita num. del..... Ora..... Vento..... Cielo.....

Temp. est (°C)..... Temp. Acqua (°C)..... Altri animali.....

Note.....

VISUAL CENSUS

Zona	BASKING			Altro
	A TERRA	SU TRONCHI	IN ACQUA (Floating)	

BIOMETRIE (cm)

Nome..... Sesso:..... Peso.....(g)

a-a (lungh.carapace).....

b-b (largh.carapace).....

c-c (lungh.piastrone).....

d-d (largh.piastrone).....

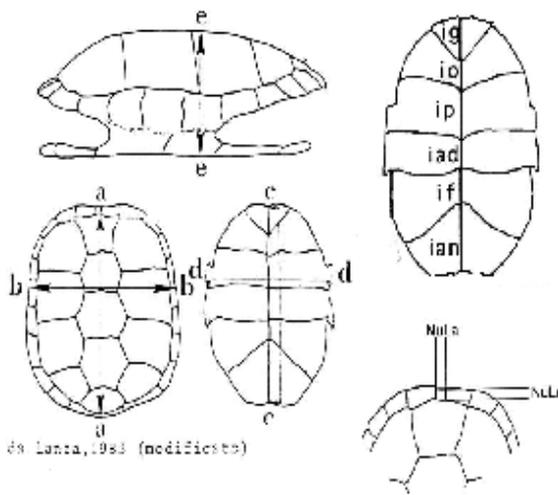
e-e (alt.scudo).....

Ig(gol.)..... Io(ome.).....

Ip(pett.)..... Iad(add.).....

If(fem.)..... Ian(ana.).....

NuLa..... NuLu.....



NOTE.....

CAPITOLO 6

Risultati

6.1 Visual census

I dati registrati durante il censimento visivo hanno condotto ai risultati riportati di seguito e riassunti nei grafici 1 e 2.

Prendendo in esame i transetti selezionati si è potuto osservare che “Cavalcavia”, con il 61% delle presenze in tre anni, è stata l’area più frequentata dagli individui della popolazione in esame. Questa zona dispone di numerose postazioni per la termoregolazione, costituite soprattutto da tronchi di vecchi salici che emergono dalla superficie dell’acqua, che permettono alle testuggini di compiere il basking. Inoltre, è quasi impossibile per il campionatore avvicinarsi alle sponde del lago, e ciò permette alle testuggini di svolgere le loro attività in tutta tranquillità. A partire dal mese di luglio, quest’area è soggetta ad un continuo inaridimento, che non è bilanciato dall’apporto idrico delle piogge. Nelle restanti aree del lago la percentuale di presenza delle testuggini è compresa tra il 5 ed il 10%, e gli animali sono stati osservati compiere soprattutto il floating, ossia la termoregolazione a pelo d’acqua (grafico 1).

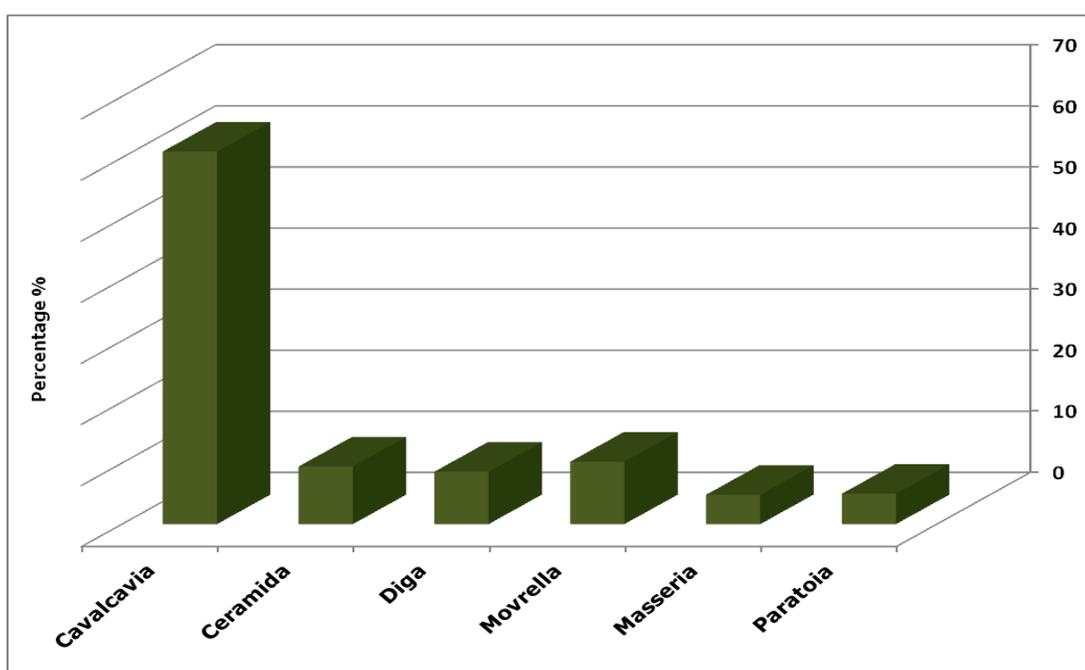


Grafico 1: Percentuale delle testuggini osservate nei diversi transetti selezionati.

La distribuzione dei dati relativi alla presenza delle testuggini nelle aree di basking, ricavati dalle osservazioni realizzate durante i tre anni della ricerca nelle diverse aree del lago selezionate, sono stati messi in relazione mediante il test del Chi-quadrato, e tale associazione è risultata statisticamente significativa ($N=2015$; $\chi^2=893,03$; d.f.=5; $P<0,0001$), confermando l'ipotesi che la zona Cavalcavia sia la più frequentata e quella in cui le testuggini impieghino il basking come strategia per la termoregolazione. Nelle restanti zone, in cui la presenza delle testuggini è risultata minore, la termoregolazione avviene in prevalenza mediante floating.

Prendendo in esame il numero degli animali osservati in relazione ai diversi mesi dell'anno è stato possibile registrare un incremento delle presenze delle testuggini in termoregolazione da un valore minimo registrato per il mese di aprile verso un picco massimo per il mese di luglio; dal grafico 2 è possibile osservare, inoltre, il susseguente decremento numerico degli animali a partire dal mese di agosto fino ai mesi autunnali (grafico 2).

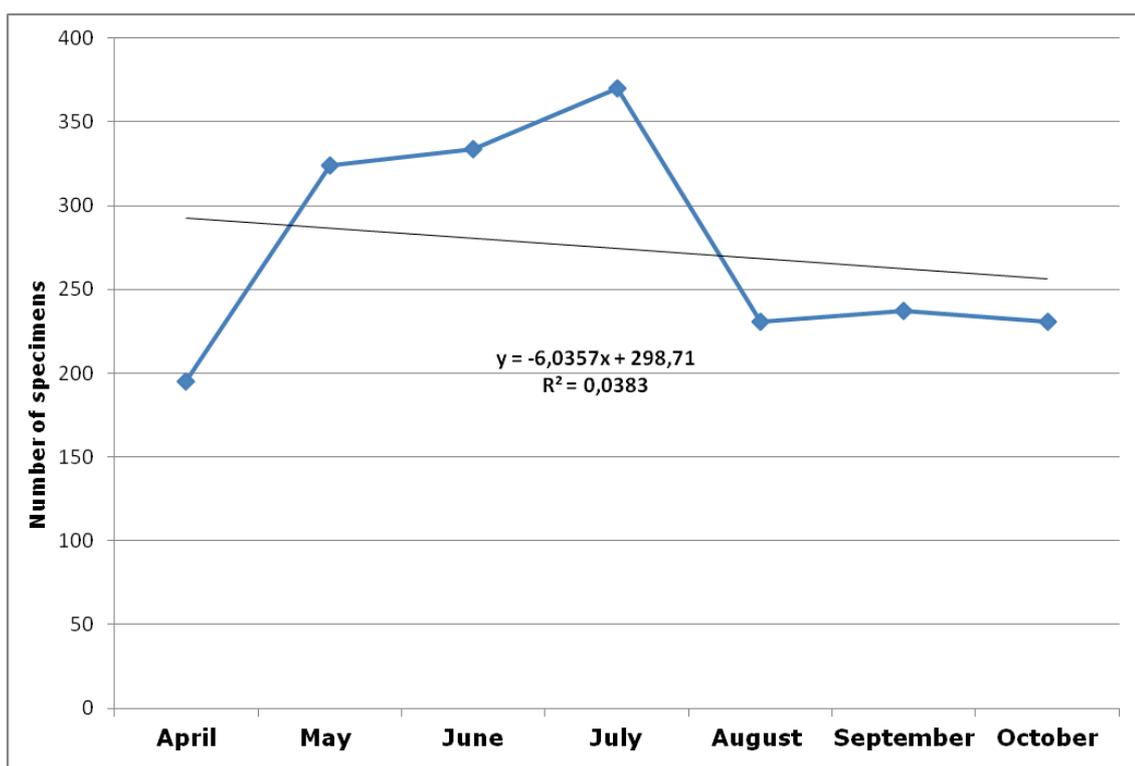


Grafico 2: Percentuale delle testuggini osservate durante i mesi della ricerca.

Attraverso l'analisi dei dati raccolti è stato possibile evidenziare che l'attività del basking nella stagione primaverile, quando la temperatura ambientale non è troppo alta, viene svolta soprattutto nella fascia oraria compresa tra le 11:00 e le 17:00, con tempi di

esposizione solare abbastanza lunghi. Nei periodi estivi, tale comportamento si concentra nelle prime ore della giornata con tempi relativamente lunghi, mentre con temperature che superano i 35°C si riduce il tempo di esposizione ai raggi solari sulle postazioni emerse, ed aumenta la presenza di animali che compiono il floating in acqua per evitare il surriscaldamento del corpo e la perdita eccessiva di acqua.

6.2 Analisi dei dati biometrici

Nel corso della ricerca sono stati catturati, mediante l'ausilio delle trappole, 26 esemplari di *Trachemys scripta elegans*, di cui 20 adulti (15 femmine e 5 maschi) e 6 giovani, per i quali non è stato possibile identificare, dall'analisi morfologica esterna, il sesso. Le femmine hanno fatto registrare una lunghezza del carapace (a-a) compresa tra i 10,9 e i 23,5 centimetri, mentre i maschi tra i 10,9 e i 20,9 centimetri. La larghezza del carapace (b-b) nelle femmine risulta compresa tra gli 8,1 e i 17,8 centimetri, mentre nei maschi è inferiore ai 16 centimetri. Interessanti sono i dati relativi al peso degli animali

N	Sex	Weight (g)	a-a (cm)	b-b (cm)	c-c (cm)	d-d (cm)	e-e (cm)
1	J	43	6,1	5,6	5,6	4,2	2,8
2	J	45	5,9	5,4	5,7	4,4	2,7
3	J	50	6,1	5,7	5,7	4,5	2,6
4	J	54	6,6	6,1	5,8	4,5	2,8
5	J	100	8,2	6,8	7,6	5,3	3,4
6	J	112	8,8	7,2	8	5,7	3,4
7	M	190	10,9	8,5	10	6,9	4
8	F	208	10,9	8,1	10,3	7,1	4
9	F	332	13	10,1	12,4	7,8	4,9
10	M	386	14,8	10,8	13,2	8,6	5,3
11	F	640	15,3	12,6	15,1	10,8	6,3
12	F	670	16,4	13,1	15,2	10,7	6,9
13	F	800	17,1	13,8	15,8	11	6,7
14	M	800	19,3	13,8	17	10,5	6,7
15	F	890	18,3	13,2	15,8	10,7	6,8
16	F	902	18,6	14,4	17,6	11,4	6,6
17	F	980	19,8	15,5	18,8	12,1	8,1
18	F	1165	19,6	13,9	18,4	11,2	7,9
19	F	1200	21,8	16	19,7	12,9	8
20	F	1200	23	16	22	14	8
21	F	1280	20,2	15,7	19,1	12,7	7,5
22	M	1300	20,7	15,1	18,9	12,1	8,6
23	M	1452	20,9	15,8	19,2	13,1	8,4
24	F	1560	23	15,9	21	12,3	9,2
25	F	1690	22,7	17,8	21,1	13,8	8,5
26	F	1965	23,5	17,5	22,2	13,4	9

Tabella 1: Dati biometrici registrati per ogni esemplare catturato (a-a: lunghezza carapace; b-b larghezza carapace; c-c lunghezza piastrone; d-d larghezza piastrone; e-e altezza scudo); J= immaturi.

adulti: 9 esemplari (2 maschi e 7 femmine) superano i 1100 grammi (solo un esemplare arriva quasi a 2000 grammi di peso); i restanti 13 animali hanno un peso compreso tra i 190 e i 980 grammi. I sei esemplari giovani presentano una lunghezza del carapace che varia dai 5,9 agli 8,8 centimetri, ed un peso compreso tra i 43 ed i 112 grammi (tabella 1). Un solo caso di mortalità è stato osservato in tre anni ed ha riguardato una femmina adulta ritrovata sulle sponde del lago in evidente stato di decomposizione, mentre per due esemplari (un maschio ed una femmina) sono state riscontrate infezioni micotiche sugli arti inferiori, da attribuire, molto probabilmente ad escoriazioni provocate dall'urto con i vari substrati rocciosi e legnosi. Sul carapace di quattro esemplari adulti sono stati rinvenuti diversi graffi, alcuni anche abbastanza marcati, dovuti molto probabilmente all'aggressione da parte di volpi o cani randagi.

6.3 Successo di schiusa e nest site selection

I monitoraggi condotti per lo studio dell'ecologia riproduttiva delle testuggini palustri presenti nel Lago dell'Angitola hanno permesso di rinvenire 229 nidi in tre anni, con una media di circa 76,3 nidi all'anno. Nel dettaglio, sono stati censiti 98 nidi nel 2009, 72 nel 2010 e 59 nidi nel 2011. Le zone selezionate dalle femmine per la deposizione sembrano essere fondamentalmente due. Innanzitutto la zona "Ceramida", lungo il versante occidentale, con 116 covate ritrovate e con una media di $4,8 \pm 2,7$ uova per nido (nel dettaglio sono 53 nidi nel 2009, 35 nel 2010 e 28 nel 2011). In quest'area la densità dei nidi ritrovati è risultata molto elevata; la maggior parte delle covate sono state rinvenute a pochi metri di distanza le une dalle altre, mimetizzate tra la folta vegetazione erbacea. La distanza media dei nidi dalla riva è stata di $17,7 \pm 18,6$ metri. La zona è ben esposta ai raggi solari, e presenta un substrato podologico di tipo terroso-argilloso, morbido e non eccessivamente umido. La seconda area risultata molto interessante per la deposizione è stata la zona Movrella, situata sul versante orientale del lago, dove sono stati rinvenuti 91 nidi con una media di $5,2 \pm 3,3$ uova per nido; in maggiore dettaglio, sono stati rinvenuti 31 nidi nel 2009, 30 nel 2010 e 30 nel 2011. Le covate erano collocate ad una distanza notevole le une dalle altre; la distanza media dalla riva è risultata essere $44,5 \pm 20,2$ metri. Dieci nidi sono stati ritrovati sul ciglio della strada sterrata che costeggia il lago ad una distanza di 100 metri dalle sponde del bacino. Quest'area è pesantemente disturbata a causa del sovrapascolo, problema che interessa, anche se in maniera meno pesante, tutto il lago. Il substrato podologico è

risultato argilloso-sabbioso, e pertanto abbastanza umido. Le altre aree sono state interessate dal ritrovamento di una o più covate, ma con frequenza spaziale e temporale discontinua; la media dei principali valori morfometrici registrati per tutti i nidi rinvenuti è mostrata nella tabella 2. L'associazione tra le variabili morfometriche considerata è stata analizzata mediante il test per ranghi di Spearman ed ha fornito i seguenti risultati:

- correlando il numero di uova con la profondità del nido, l'associazione è risultata estremamente significativa (N=229; $r=0,2105$; $P<0,0001$) ed il numero di uova aumenta con la profondità del nido;
- correlando la profondità del nido con la distanza dalla riva, l'associazione è risultata estremamente significativa (N=229; $r=0,2295$; $P=0,0005$), quindi i nidi più profondi sono quelli più distanti dalla riva;
- correlando il numero di uova con la temperatura interna del nido, l'associazione è risultata molto significativa (N=229; $r=0,189$; $P=0,0040$), e pertanto i nidi con il maggior numero di uova sono quelli con la temperatura media interna più alta;
- correlando, infine, la distanza dalla riva con la temperatura media interna del nido, l'associazione è risultata significativa (N=229; $r=0,159$; $P=0,0159$), e pertanto i nidi più lontani dalla riva sono quelli con una temperatura media interna più elevata.

AREAS	eggs/nest	distance from the shoreline (m)	diameter (cm)	depth (cm)	average temperatures of nests (°C)	
					int	est
DIGA (16 nests)	4.1 ± 2.8	3.5 ± 2.1	9.4 ± 0.9	9.4 ± 1.3	29.9 ± 2.8	32.1 ± 3.1
CERAMIDA (116 nests)	4.8 ± 2.7	17.7 ± 18.6	8.4 ± 1.4	9.7 ± 1.3	30.4 ± 3.9	31.3 ± 4.9
MASSERIA (3 nests)	2.6 ± 2.1	96.6 ± 5.7	7.1 ± 0.8	9.3 ± 1.1	31.9 ± 0.8	32.7 ± 1.2
MOVRELLA (91 nests)	5.2 ± 3.3	44.5 ± 20.2	9.5 ± 1.5	10.4 ± 1.6	32.4 ± 4.5	33.4 ± 4.7
FIUME ANGITOLA (1 nest)	5	50	10.5	10	25.5	27.8
CAVALCAVIA (2 nests)	2.5 ± 0.7	30 ± 0	8.5 ± 0.7	9 ± 1.4	33.9 ± 2.7	33.2 ± 0.5

Tabella 2: Media dei principali valori morfometrici e delle temperature registrati per ogni covata.

Abbiamo, inoltre, correlato il diametro del nido con il numero di uova, ma in questo caso l'associazione non è risultata significativa (N=229; $r=0,040$; $P=0,538$): ciò è probabilmente dovuto ad un errore di campionamento in quanto il diametro dei nidi è stato registrato dopo la schiusa delle uova e quindi non corrisponde alla reale dimensione. Altri tipi di analisi che hanno coinvolto il parametro "diametro del nido", e che riportiamo per completezza, hanno riportato i seguenti risultati:

- correlando il diametro del nido con la profondità dello stesso, l'associazione è risultata estremamente significativa (N=229; $r=0,4911$; $P<0,0001$); pertanto i nidi più profondi sono in genere quelli a diametro maggiore;
- correlando il diametro del nido con la distanza del nido dalla riva, l'associazione è risultata ancora una volta estremamente significativa (N=229; $r=0,2283$; $P=0,0005$), pertanto i nidi più lontani dalla riva sono quelli a diametro maggiore;

Il grafico 3 mostra il numero di nidi ritrovati per mese. Luglio è risultato il mese più interessante per lo studio della fenologia riproduttiva, con il ritrovamento di 103 covate, seguito da giugno (53 nidi), settembre (30 nidi) ed agosto (26 nidi). Il numero di nidi è stato messo in relazione con i mesi di ritrovamento mediante il Kruskal-Wallis non parametric test; tale analisi statistica è risultata significativa (KW= 14,318; $P=0,0137$), confermando il pattern di deposizioni delineato dalle osservazioni.

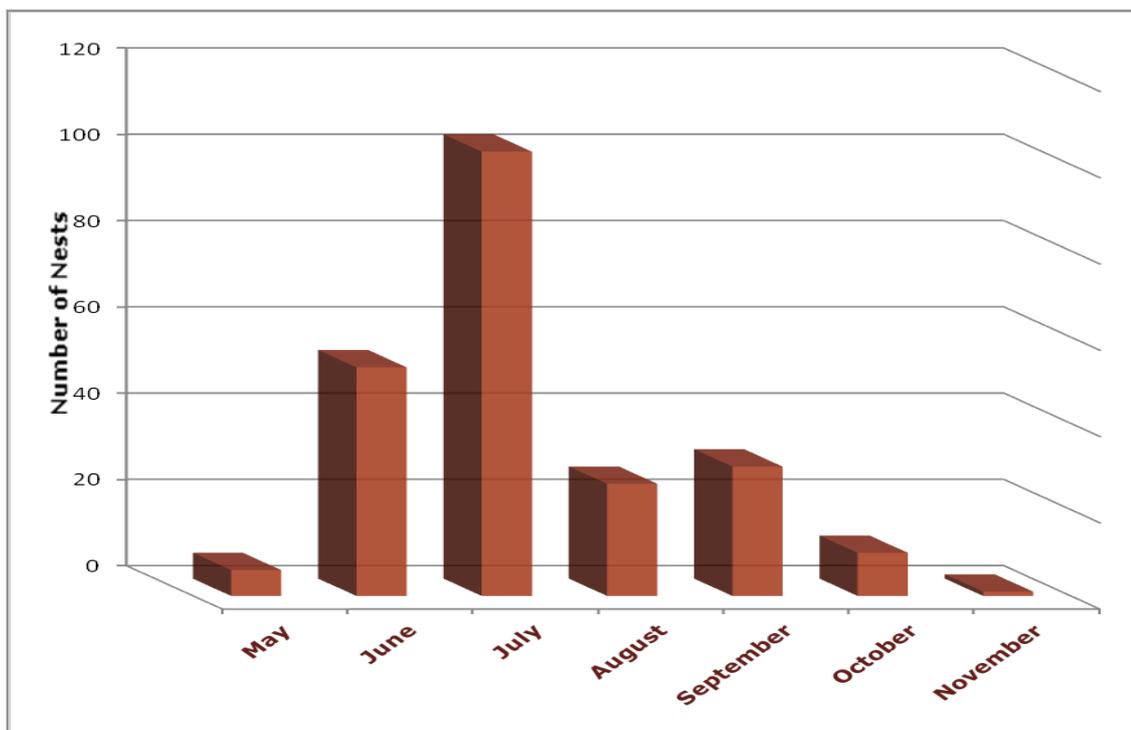


Grafico 3: Numero di nidi rinvenuti per mese

Per verificare la distribuzione dei nidi in relazione alla loro distanza media dalla riva, sono state individuate 5 classi di ampiezza pari a 20 metri ciascuna. I risultati di tale ripartizione sono illustrati nel grafico 4. La distanza maggiore alla quale è stato ritrovato un nido è stata pari a 100 metri, ed ha interessato 10 nidi, mentre la maggior parte delle covate è stata rinvenuta nella classe 1-20 metri (124 nidi). Tale pattern di distribuzione ha una significatività statistica ($N=229$; $\chi^2=81,008$; d.f.=4; $P<0,0001$).

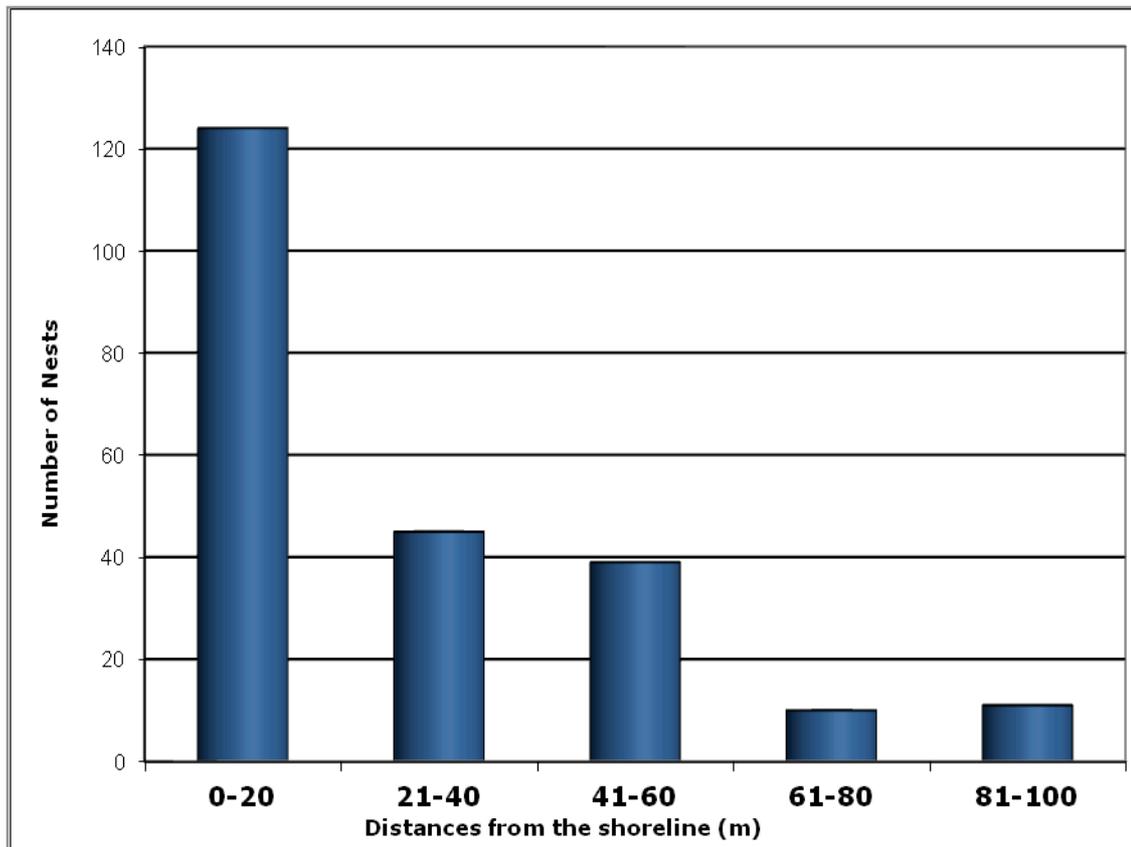


Grafico 4: Distanza dei nidi dalla riva per classi (in metri).

Nei grafici 5 e 6, a pagina 73, sono stati messi in relazione il numero dei nidi ritrovati durante i campionamenti e, rispettivamente, le diverse coperture vegetali e tipologie di suolo alle quali essi sono stati ascritti.

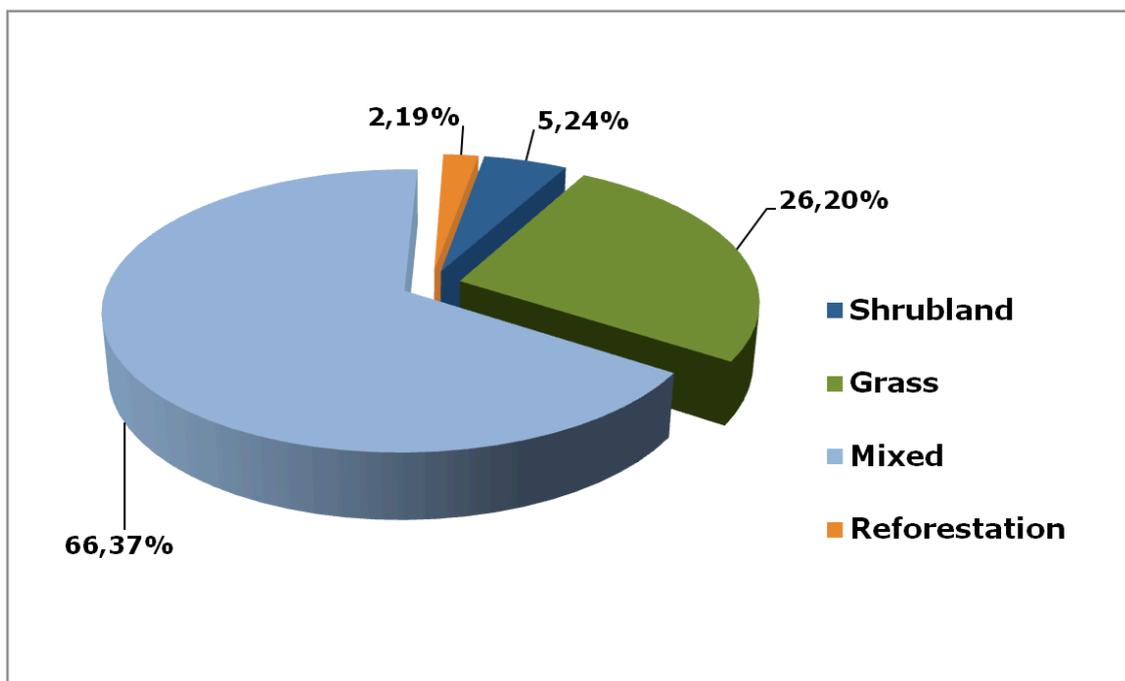


Grafico 5: Percentuale delle covate rinvenute nelle diverse coperture vegetali.

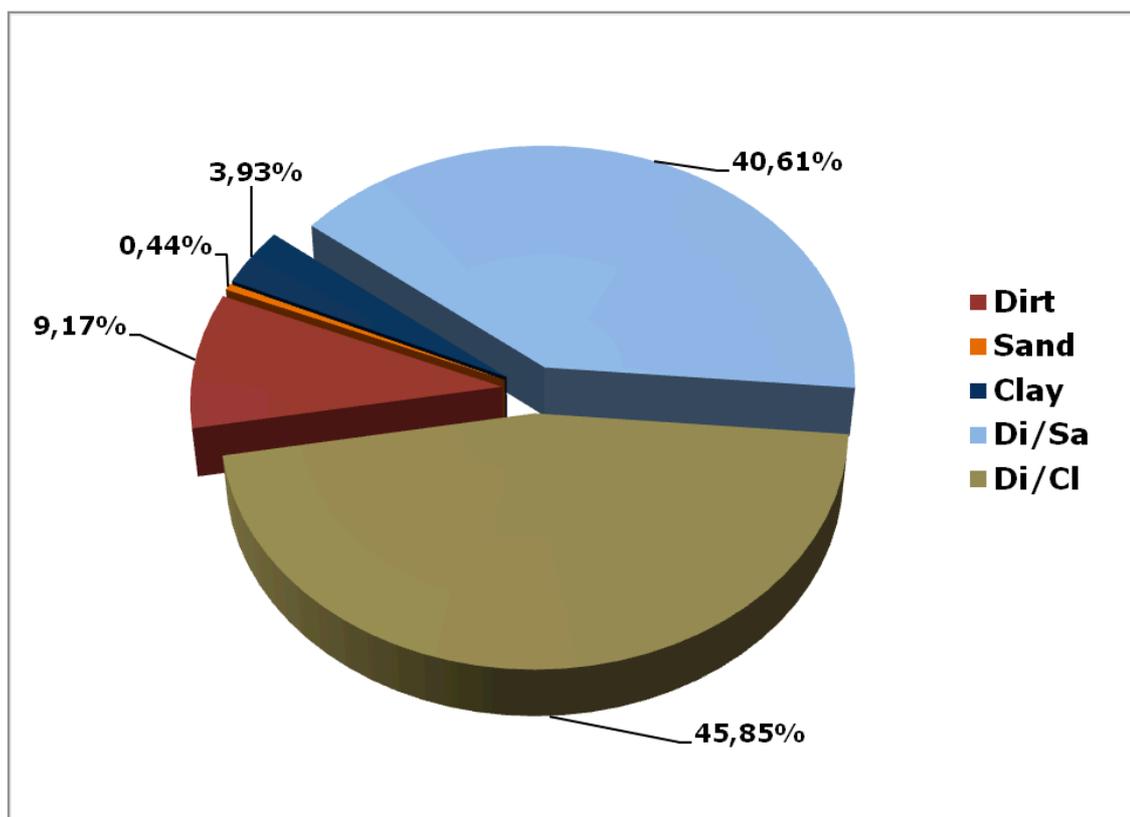


Grafico 6: Percentuale dei nidi ritrovati nelle diverse tipologie di suolo

La disponibilità della copertura vegetale del territorio in esame non differisce tra le varie classi in maniera significativa ($\chi^2=4,25$; d.f.=3; $P=0,2358$), tuttavia abbiamo osservato differenze significative tra le classi vegetazionali considerate in relazione al

loro utilizzo per la nidificazione da parte delle testuggini (N=229; $\chi^2=116,22$; d.f.=3; $P<0,0001$). La tipologia vegetazionale “mista” è risultata pertanto quella maggiormente preferita dalle testuggini. Rimuovendo la tipologia maggiormente selezionata dalle testuggini, differenze significative sono state osservate tra le restanti, tra le quali la tipologia prato è risultata quella maggiormente utilizzata per la deposizione delle uova ($\chi^2=65,165$; d.f.=3; $P<0,0001$). Un’ultima significatività è stata riscontrata nell’analizzare la distribuzione dei nidi all’interno delle restanti due tipologie: le testuggini hanno preferito la macchia agli ambienti con rimboschimento ($\chi^2=64,860$; d.f.=2; $P<0,0001$) (grafico 7).

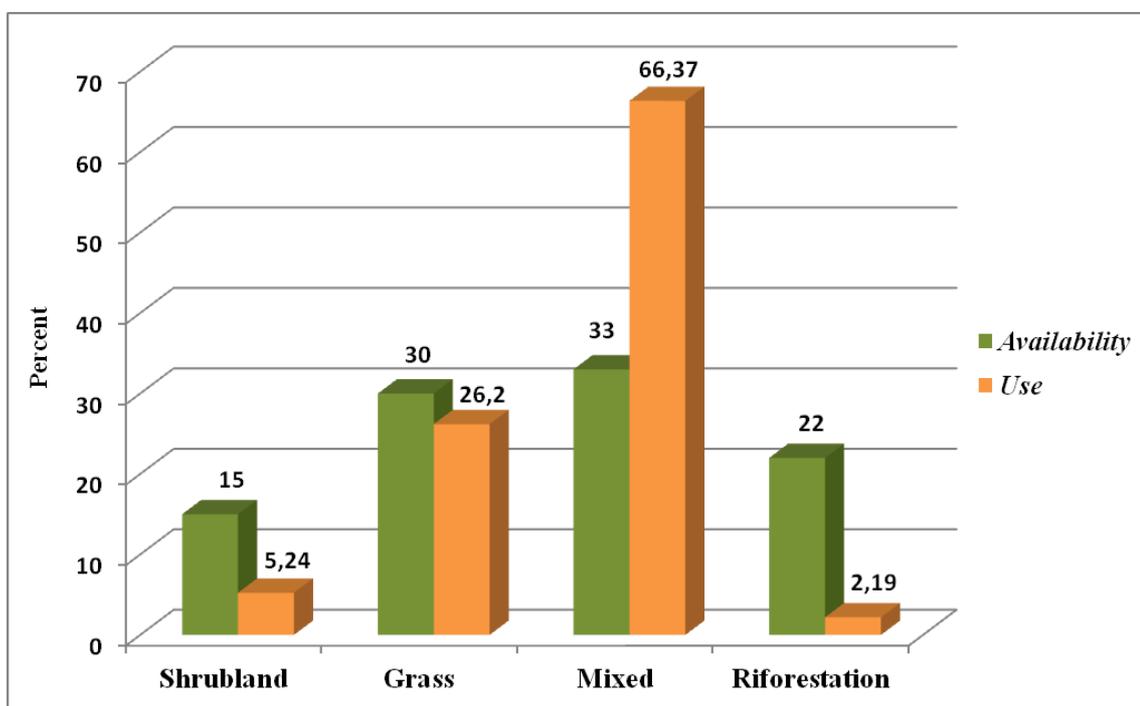


Grafico 7: Disponibilità e utilizzo in percentuale delle differenti coperture vegetali.

Differenze significative sono state riscontrate nella proporzione di tipologia di suolo disponibile nell’area di studio ($\chi^2=18,07$; d.f.=5; $P=0,0029$) che vede la categoria terra/argilla essere quella maggiormente disponibile. Tolta questa tipologia, la disponibilità delle restanti nell’area di studio non è risultata significativa ($\chi^2=4,31$; d.f.=3; $P=0,23$). La distribuzione nei nidi nelle diverse tipologie di suolo individuate è risultata significativa: le testuggini hanno preferito deporre su suoli a granulometria mista terra/argilla e terra/sabbia (N=229; $\chi^2=116,22$; d.f.=3; $P<0,0001$). Ancora una volta, rimuovendo le tipologie preferite, la distribuzione dei nidi nelle restanti è risultata

significativa ($\chi^2=64,734$; d.f.=3; $P<0,0001$), con una preferenza verso la tipologia terra. Tolta questa categoria, la distribuzione dei nidi tra sabbia ed argilla è risultata ancora significativamente associata ($\chi^2=57,339$; d.f.=2; $P<0,0001$), con una preferenza delle testuggini verso suoli argillosi. La sabbia è stata la tipologia di suolo meno preferita dagli animali per la deposizione delle uova (grafico 8)

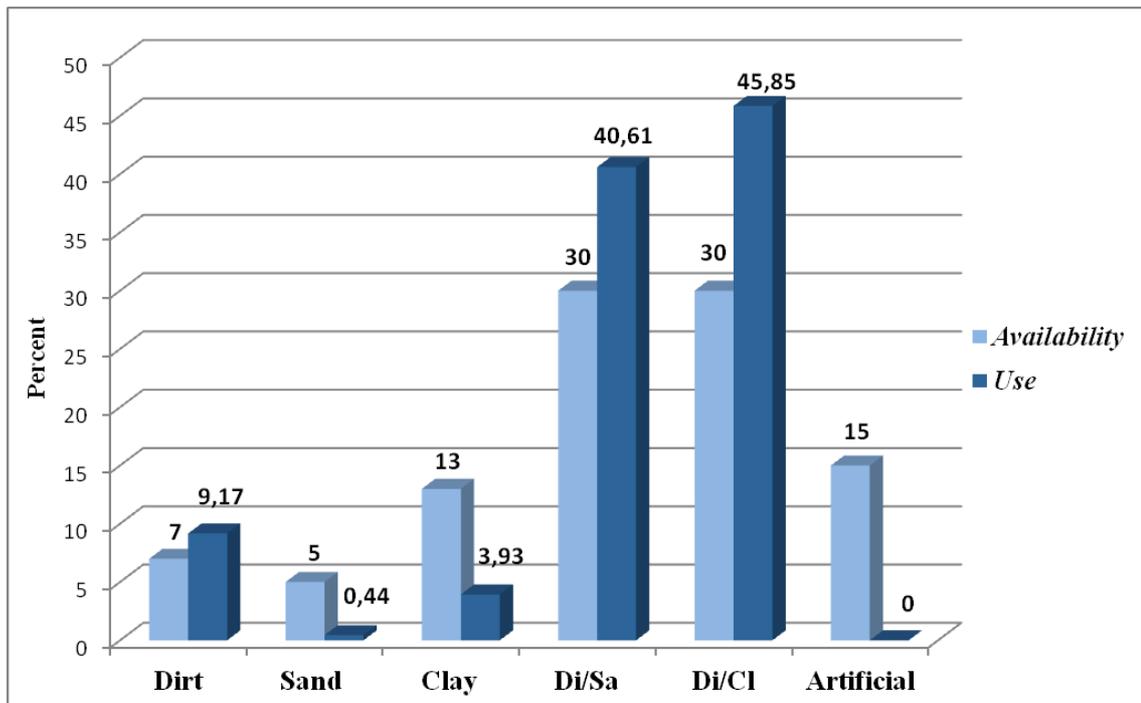


Grafico 8: Disponibilità e utilizzo in percentuale delle differenti tipologie di suolo.

6.4 Deposizioni in condizioni controllate

Un ultimo aspetto considerato ha mirato alla verifica della fertilità delle uova deposte dalle femmine di *Trachemys scripta elegans* della popolazione in esame. Mediante la somministrazione di iniezioni di ossitocina sono state indotte a tal proposito tre deposizioni in ambiente controllato presso i laboratori di Erpetologia del Dipartimento di Ecologia. La prima femmina, che ha deposto otto uova, ha presentato una lunghezza del carapace di 22,7 cm ed una larghezza di 17,8 cm, ed il suo peso è stato di 1690 g. La seconda femmina ha deposto solo due uova, ed ha fatto registrare una lunghezza del carapace di 20,2 cm, una larghezza di 15,7 cm ed un peso di 1280 g.; questo esemplare, già affetto da una grave forma di rachitismo è deceduto poco dopo la deposizione. La terza femmina ha deposto nove uova, ed ha fatto registrare una lunghezza del carapace

di 23 cm, una larghezza di 15,9 cm, ed un peso di 1560 g. Nella tabella 3 sono riportati i dati morfometrici delle singole uova deposte dalle tre femmine.

N	weight (g)	diameter (mm)	length (mm)
1	9,8	22	37
2	8,9	22	34
3	9,6	21	36
4	9,4	20	38
5	9,2	20	36
6	9,5	21	35
7	9,2	21	35
8	8,8	23	35
1	8,8	21	35
2	8	22	36
1	7,9	21	32
2	8,1	21	33,5
3	8	20	32
4	7,7	21,5	33
5	8	33	33
6	8,4	21,5	34
7	8,4	21	35
8	7,4	19	32,5
9	8,1	19	33

Tabella 3: Dati morfometrici registrati per ogni uovo deposto in condizioni controllate.

Problemi legati alla taratura della strumentazione ed alla conservazione delle uova hanno impedito la schiusa di quest'ultime in laboratorio; le uova si sono deteriorate in poche settimane, non permettendo di determinare una prima stima del successo riproduttivo di questa popolazione ormai naturalizzata nel lago Angitola. Tuttavia, analizzando il contenuto delle singole uova allo stereomicroscopio, è stato possibile individuare la presenza di diversi abbozzi embrionali, che hanno comunque attestato la fertilità delle stesse (foto 1 e 2).



Foto 1

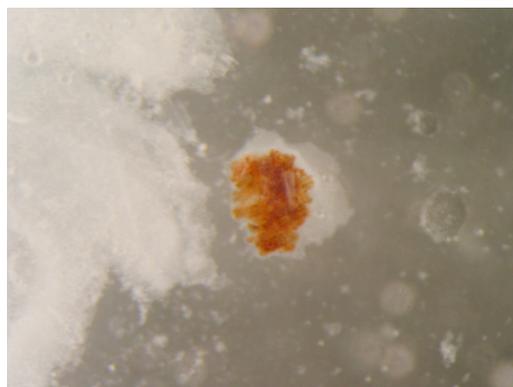


Foto 2

CAPITOLO 7

Discussioni e conclusioni

7.1 Struttura della popolazione

I campionamenti realizzati in tre anni di studio hanno documentato l'importante presenza nel lago dell'Angitola di una cospicua popolazione di *Trachemys scripta elegans*, fenomeno, del resto, già osservato da tempo in altri paesi europei come Spagna, Olanda e Francia (Ballasina, 1995; Duprè, 1995), e in altre regioni d'Italia come Piemonte, Lombardia, Veneto e Lazio (Bruno, 1986; Ferri & Di Cerbo, 1999; Sindaco *et al.*, 2006). In molti casi, però, queste popolazioni vivono in ambienti seminaturali, come grandi parchi urbani. La popolazione dell'Angitola, oltre ad avere colonizzato un ambiente naturale, si configura come la più cospicua dell'Europa meridionale ed una delle più numerose popolazioni naturalizzate dell'Europa.

Sebbene non cospicui, i dati biometrici raccolti ci permettono di produrre alcune speculazioni circa la dinamica di popolazione. Nella nostra area di studio, la struttura della popolazione risulta sbilanciata a favore degli esemplari di sesso femminile (75% femmine, 25% maschi), che hanno inoltre presentato le dimensioni corporee maggiori. Alcuni autori ritengono che la differenza numerica tra maschi e femmine faccia supporre che si tratti di animali abbandonati in natura probabilmente a causa delle notevoli dimensioni che raggiungono crescendo anche in piccoli appartamenti (Piovano & Giacoma, 1999). Nel lago dell'Angitola, però, anche per i maschi sono state registrate misurazioni ragguardevoli, e ciò fa presupporre che tali individui siano presenti nel bacino ormai da diversi anni. La cattura e l'avvistamento di numerosi esemplari molto giovani o di subadulti, dimostra, poi, in modo inequivocabile, la straordinaria complessità ed eterogenicità della popolazione locale esaminata. Non è da escludere, inoltre, che la maggiore presenza di femmine sia da correlare anche al clima mediterraneo presente nella nostra area di studio: come è noto, infatti, la determinazione del sesso nei cheloni dipende dalla temperatura di incubazione delle uova. Ad alte temperature, oltre i 29 °C (Ewert *et al.*, 1994), la percentuale di femmine diventa predominante in una covata e, pertanto, si potrebbe anche supporre che nel lago

dell'Angitola la presenza dominante di questo sesso potrebbe essere influenzata anche da questa variabile.

Sono state sperimentate tre tipologie diverse di trappole, due nasse a rete, una a camere interne e l'altra più rigida di metallo, che hanno sfruttato come attrattiva per gli animali delle esche alimentari; la terza, la basking trap, è stata utilizzata dalle testuggini come potenziale postazione per la termoregolazione. Dei 26 animali catturati, il 50% (13 esemplari) sono rimasti intrappolati nella tipologia nassa a camere interne, il 7,7% (2 esemplari) nella tipologia nassa metallica ed il 42,3% (11 esemplari) sono rimasti intrappolati nella basking trap. E' opportuno evidenziare che la basking trap è stata impiegata solo nell'ultimo anno della ricerca, ma nonostante ciò è risultato il metodo di trappolamento più efficiente ed idoneo per la cattura degli esemplari di questa specie. Infatti, le considerevoli dimensioni corporee di questi cheloni hanno rappresentato un problema per il corretto funzionamento delle nasse, che spesso sono state ritrovate danneggiate, o posizionate all'esterno dell'acqua. Le trappole galleggianti, invece, hanno permesso la cattura sia di esemplari di minori dimensioni, che di animali più grandi e quindi più maturi.

7.2 Considerazioni eco-etologiche

La termoregolazione attraverso l'esposizione ai raggi solari è un comportamento necessario per tutte le specie di rettili e anfibi, e in modo particolare per i cheloni è considerata l'attività principale per la regolazione della temperatura corporea (Zug et al., 2001; Boyer, 1965, Gibbons, 1990). Molti autori sostengono che tale comportamento sia fondamentale sia per asciugare il tegumento delle testuggini e quindi proteggerle da infezioni fungine e batteriche (Boyer, 1965, Cagle, 1950, Ryan & Lambert, 2005), sia per la sintesi della vitamina D (Moll & Legler, 1971). Il basking è uno dei comportamenti più studiati nelle testuggini, ma le conoscenze attuali risultano ancora molto frammentarie ed incomplete. Quello che sicuramente molti studi hanno confermato è che tale comportamento è strettamente dipendente dall'habitat dove le testuggini si rinvencono (Cadi & Joly, 2003; Lefevre & Brooks, 1995; Lindeman, 1999a).

Le testuggini palustri americane dell'area di studio in esame sono state osservate compiere il basking soprattutto in acqua, lontano dalla riva, o nelle immediate vicinanze delle sponde. Il carattere elusivo di questi animali può essere considerato una peculiarità

della specie, che evita attivamente il ricercatore fuggendo in acqua al minimo rumore (Piovano & Giacoma, 1999). La zona “Cavalcavia”, data la massiccia presenza di grossi tronchi di vecchi salici che emergono dall’acqua, è risultata essere l’area favorita dalle testuggini in fase di termoregolazione. Meno frequenti sono stati gli avvistamenti sulle sponde orientali del lago (nelle zone “Masseria” e “Movrella”), poiché l’area è pesantemente disturbata da attività antropiche agro-silvo-pastorali che inevitabilmente intimoriscono i cheloni, i quali preferiscono rivolgere la loro attenzione verso luoghi meno raggiungibili. Nella zona “Diga” sono stati osservati diversi giovani esemplari compiere il floating a pelo d’acqua, tutti nelle vicinanze di alcuni salici semisommersi. Questi rifugi fungono, infatti, da nursery per gli esemplari più piccoli, i quali al minimo segnale di pericolo si immergono e le raggiungono, mimetizzandosi tra le radici sommerse fluttuanti per la corrente dell’acqua.

La popolazione in esame compie il basking dal mese di aprile fino ad autunno inoltrato, in diverse fasce orarie della giornata, con un picco di presenze fatto registrare nel mese di luglio: durante i mesi estivi, più caldi e soleggiati, il tempo di esposizione diretta ai raggi solari decresce con l’aumento della temperatura ambientale, ed il comportamento più comune risulta essere il floating, che gli animali compiono a pelo d’acqua, evitando improvvisi colpi di calore e inutili perdite di liquidi. Nei mesi autunnali, o nei giorni più freschi, il tempo di esposizione ai raggi solari aumenta esponenzialmente, ed il basking è realizzato durante le ore centrali della giornata. Le osservazioni condotte durante lo studio hanno permesso di rilevare che le testuggini di maggiori dimensioni riescono ad occupare le postazioni migliori per il basking (i posatoi meglio esposti ai raggi solari, i siti più tranquilli ed isolati); la loro dimensione, infatti, gli permette di allontanare le conspecifiche meno grandi, anche se non sono state mai osservate interazioni aggressive tra i diversi esemplari. Recenti studi hanno dimostrato che queste testuggini americane, in condizioni di cattività, necessitano di un minor tempo di esposizione per raggiungere una temperatura corporea ottimale rispetto alla nostra testuggine endemica *Emys orbicularis* (Macchi *et al.*, 2008). Forse questa è stata una delle cause principali che ha determinato la probabile estinzione locale della popolazione di *Emys*, presente con certezza nel lago Angitola fino ai primi anni del 2000 (Tripepi & Aceto, 2000; Sperone *et al.*, 2010; Paolillo, comm. pers.). In casi di simpatria, la competizione per l’occupazione dei siti di basking, risulta essere sfavorevole alle *Emys*, che sono costrette ad abbandonare le postazioni migliori per le più intraprendenti cugine americane, anche non avendo completato la fase fondamentale di termoregolazione. Questa tesi è, altresì,

avvalorata da alcune ricerche condotte in Francia su popolazioni di *Trachemys* ed *Emys* in condizioni di simpatria, in cui si è notata una netta predominanza della specie alloctona a svantaggio della più piccola e vulnerabile testuggine palustre europea (Cadi & Joly, 2003).

7.3 Fenologia riproduttiva e scelta del sito di nidificazione

I dati inerenti la biologia riproduttiva sembrano essere decisamente non trascurabili in termini di consistenza numerica e frequenza delle deposizioni, e confermano il successo di schiusa della popolazione in esame, già evidenziato in studi precedenti condotti nel lago dell'Angitola (Sperone *et al.*, 2002; Crescente *et al.*, 2008; Sperone *et al.*, 2010).

In Italia *Trachemys scripta elegans* è presente in quasi tutte le regioni con popolazioni più o meno abbondanti (Di Cerbo & Di Tizio, 2006), permane, però, una sostanziale incertezza circa le potenzialità riproduttive allo stato libero (Ferri *et al.*, 1999a). Non si hanno, infatti, notizie certe di attività riproduttive in ambiente naturale per l'Italia, e le poche osservazioni riportate sono in parte aneddotiche e decisamente limitate (Ferri, 1995; Ferri & Di Cerbo, 1998; Agosta & Parolini, 1999). La specie, comunque, riesce a riprodursi con successo in Friuli Venezia Giulia e nel Lazio in siti urbani o in ambienti semi-naturali (Lapini *et al.*, 1999; Marangoni, 2000), mentre la riproduzione in natura è stata segnalata solo in provincia di Ravenna, in condizioni di simpatria con una popolazione di *Emys orbicularis* (Ficetola *et al.*, 2003). In Europa la specie riesce a riprodursi in condizioni naturali solo in Spagna (Mingot *et al.*, 2003; Perez-Santigosa *et al.*, 2008) e Francia (Cadi *et al.*, 2004). La popolazione presente nel lago Angitola può essere considerata come una tra le popolazioni in Europa con il più alto tasso riproduttivo, e sicuramente la più importante per il nostro paese (Sperone *et al.*, 2010). I dati relativi alla dimensione di covata (da 1 a 14 uova per nidiata nella nostra area di studio), sono in accordo con la letteratura presente in bibliografia per questa specie, sia per il suo habitat naturale americano (da 2 a 22 uova per nido secondo Collins, 1993), sia per le diverse aree di introduzione in Europa: da 4 a 15 uova per nido (De Roa & Roig, 1997; Martinez Silvestre *et al.*, 1997; Mingot *et al.*, 2003; Cadi *et al.*, 2004; Perez-Santigosa *et al.*, 2008). In merito alla distribuzione temporale delle deposizioni, nella nostra area di studio potrebbero esistere due diversi periodi di riproduzione; la durata del periodo di cova per questa specie è di 60 giorni in ambienti con clima mediterraneo, quindi è possibile ipotizzare che le prime deposizioni avvengano nei mesi

di aprile e maggio con le relative schiuse in giugno e luglio, mentre il secondo periodo potrebbe essere datato tra la fine di luglio e l'inizio di agosto con le relative schiuse in settembre-ottobre. In letteratura gli unici dati inerenti la fenologia riproduttiva per l'Italia, ed in modo particolare per il Friuli Venezia Giulia, riportano che le deposizioni avvengono a fine giugno e le nascite nei mesi di settembre ed ottobre (Lapini *et al.*, 1999). Questa specie in Francia presenta un periodo riproduttivo che da maggio si conclude in agosto (Cadi *et al.*, 2004), mentre in Spagna la deposizione è anticipata al mese di aprile con le relative nascite a fine agosto (Perez-Santigosa *et al.*, 2008). Nel suo habitat naturale nordamericano la specie nidifica tra maggio e giugno (Aresco, 2001), e le femmine possono deporre fino a tre volte l'anno (Tucker *et al.*, 1998).

L'analisi dei dati morfometrici relativi ai nidi censiti ha messo in evidenza alcune interessanti relazioni significative. Da queste è possibile delineare un pattern generale per cui i nidi più profondi e con il maggior numero di uova siano quelli relativamente più distanti dalla riva, e pertanto è possibile ipotizzare una suddivisione spaziale dei siti di nidificazione tra le femmine più esperte e quelle più giovani: le prime sceglierebbero siti più lontani dalla riva e quindi maggiormente protetti da probabili esondazioni, mentre le seconde sarebbero portate dall'inesperienza, ma anche dalla competizione con gli esemplari più grandi, a ripiegare su siti più vicini e più problematici. Infine, il fatto che i nidi più lontani dalla riva siano anche quelli con temperature medie interne più elevate, indurrebbe a pensare che siano anche quelli in cui la sex ratio dei nascituri sia rivolta a favore delle femmine. Ciò indurrebbe ad una ulteriore, forse azzardata, speculazione: le femmine più grandi sarebbero propense a generare covate da cui nascono più femmine, mentre le femmine più giovani sarebbero propense a generare covate dalle quali verrebbero alla luce in prevalenza maschi. Ovviamente su questo nulla è noto in letteratura, ed i dati in nostro possesso non sono sufficienti ad avvalorare questa ipotesi.

I dati registrati durante i tre anni di campionamento hanno fornito interessanti e significative informazioni sulla selezione dei siti di deposizione più idonei da parte delle femmine. L'analisi sull'uso delle diverse coperture vegetali e tipologie di substrato ha evidenziato che le femmine di questa specie ricercano attivamente gli habitat per l'ovideposizione; le covate, quindi, non presentano una distribuzione casuale nell'area di nidificazione, ma si rinvengono in siti con caratteristiche ecologiche ben definite. In particolare le femmine hanno mostrato una netta preferenza per gli habitat con copertura vegetale e tipologia di suolo a granulometria misti.

Il ruolo ecologico della vegetazione risulta fondamentale nella riduzione dello stress termico cui sono sottoposte sia le femmine durante la deposizione, sia le uova durante l'incubazione; inoltre, lo strato arbustivo riesce a mimetizzare il nido, proteggendolo dai predatori quali le volpi, i tassi e i cinghiali, presenti sulle colline che circondano il lago Angitola. La presenza della vegetazione mitiga, poi, le forti escursioni termiche tra il giorno e la notte che potrebbero creare degli squilibri al livello della sex ratio, favorendo l'uno o l'altro sesso, mantenendo così un buon grado di umidità a livello del terreno (Bernal *et al.*, 2004; Restrepo *et al.*, 2006). Alcuni autori hanno evidenziato che altre specie tropicali appartenenti al genere *Trachemys* tendono a nidificare in zone prive di vegetazione, dove l'irraggiamento solare è costante (Moll & Legler, 1971), mentre *Trachemys callirostris callirostris* in Colombia nidifica in ambienti simili alla popolazione studiata, con vegetazione erbacea mista (Restrepo *et al.*, 2006). Quasi la totalità dei nidi è stata rinvenuta in habitat che presentavano un substrato eterogeneo composto da terra-argilla o terra-sabbia. La preferenza delle femmine per i suoli misti potrebbe essere dovuta al fatto che, se la terra da un lato conferisce un certo grado di compattezza e stabilità alla struttura, dall'altro, la presenza di componenti argillose e sabbiose garantisce una buona aerazione del nido ed un grado di umidità ottimale, due variabili ecologiche fondamentali per il successo di schiusa. In altri studi è stato osservato, invece, che alcune specie tropicali appartenenti al genere *Trachemys* tendono a costruire il nido in ambienti con suolo a granulometria omogenea (Bernal *et al.*, 2004; Restrepo *et al.*, 2006). Appare chiaro, quindi, che il comportamento di nest site selection potrebbe variare geograficamente in risposta alle diverse condizioni climatiche (Gibbons, 1993). Purtroppo gli studi inerenti la biologia riproduttiva della specie osservata negli ambienti di introduzione, non sono molto numerosi, ma risultano fondamentali per comprendere meglio le preferenze per i siti di nidificazione e analizzare la fitness di questi alloctoni, per proporre piani di gestione e conservazione appropriati.

7.4 Valutazioni conservazionistiche

La popolazione presente nel lago dell'Angitola, modello sperimentale di questa ricerca, può essere considerata al secondo stadio del processo di invasione biologica; infatti, ci troviamo di fronte ad una popolazione perfettamente naturalizzata che si auto mantiene ed è in continua espansione demografica (Richardson *et al.*, 2000). Inoltre, la

disuguaglianza delle classi di età di questo gruppo, evidenzia la presenza di un turn over generazionale che è direttamente collegato al successo di schiusa osservato nell'area di studio. Sottovalutare il problema dell'invasione di questo alloctono nei nostri fragili ecosistemi acquatici, potrebbe causare una perdita della biodiversità a livello locale e quindi regionale; infatti, di recente tale sottospecie è stata inserita dalla IUCN nell'elenco delle 100 specie alloctone più pericolose del mondo.

L'eradicazione di una specie alloctona in fase di diffusione invasiva è, un obiettivo estremamente arduo, quando non impossibile, che comporta in ogni caso un impegno gravoso in termini organizzativi ed economici. Tale operazione risulta ancor più difficile avendo a che fare con organismi in grado di spostarsi liberamente, in assenza di barriere geografiche di rilievo, su gran parte del nostro territorio. Per il Lago dell'Angitola, le difficoltà si complicano notevolmente sia per le dimensioni dell'invaso che della popolazione di testuggini americane. Il rischio principale è che, una volta raggiunta la capacità ambientale del lago, questa popolazione possa colonizzare gli altri corpi d'acqua limitrofi, ampliando la sua dispersione. D'altro canto, è altresì impensabile un'operazione di cattura ed affidamento di tutti gli individui.

Sarebbe, pertanto necessario, innanzitutto provvedere ad un censimento numerico più particolareggiato della popolazione presente, per stimare la dimensione reale della popolazione e soprattutto degli esemplari che partecipano attivamente alla riproduzione. Per questi ultimi non sarebbe del tutto inopportuna la progettazione di un programma di sterilizzazione, ad un costo, però, sicuramente elevato e difficilmente gestibile. Mediante la pianificazione di un programma pluriennale di gestione etica, si potrebbe agire analogamente al progetto Arcadia/*Trachemys* Lombardia (Ferri & Di Cerbo, 1995,1998; Ferri *et al.*, 1999), iniziato nel 1994 e con lo scopo di controllare gli abbandoni per disaffezione dopo l'acquisto di questi animali. La fase gestionale presenta una serie di ipotesi da prendere in considerazione, ad esempio la cattura di una parte della popolazione e la conseguente traslocazione in ambienti più idonei, come le aree verdi urbane, o gli ecosistemi semi-naturali fortemente antropizzati, ottenendo così dei punti adatti alla loro immissione e gestione controllata. Non è possibile prevedere "l'espatrio" di tali soggetti nei loro habitat naturali americani, per la forte minaccia di inquinamento genetico cui andrebbero incontro i pochi esemplari ancora presenti in natura. La creazione di piccole pozze artificiali con limiti ben definiti, potrebbe essere utile a scopo didattico, per sensibilizzare l'opinione pubblica sul problema sempre più attuale delle invasioni biologiche, approfondire le conoscenze sulla biologia di questa

specie, nonché sui metodi di studio e soprattutto sulle problematiche di conservazione legate a questi animali. Anche se al momento sono da escludere problemi legati all'insorgenza di patologie trasmesse ad altri animali o all'uomo, sarebbe opportuno attivare un programma di monitoraggio della salute delle testuggini presenti, in collaborazione con gli istituti competenti come l'ASL e gli istituti zooprofilattici locali. È indispensabile, infine, che gli agenti della Guardia Forestale vigilino severamente sul rilascio di altri esemplari, e facciano rispettare tutti i divieti cui è soggetto il lago dell'Angitola, secondo la normativa presente nella Convenzione di Ramsar sulle zone umide di importanza internazionale.

Bibliografia

- AGOSTA F., PAROLINI L., 1999- “Autoecologia e rapporti sinecologici di popolazioni introdotte in Lombardia di *Trachemys scripta elegans*”-. Dati preliminari. Atti 2° Congr. Naz.le SHI, Praia a Mare, Ottobre 1998. Rivista di Idrobiologia, 38, 1/2/3: 421-430.
- ANDREONE F., SINDACO R., 1999- “Erpetologia del Piemonte e della Valle d'Aosta”-. Atlante degli Anfibi e dei Rettili. Monografie XXVI, Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino.
- ANDREOTTI A., BACCETTI N., PERFETTI A., BESA M., GENOVESI P., GUBERTI V., 2001- “Mammiferi ed uccelli esotici in Italia: analisi del fenomeno, impatto sulla biodiversità e linee guida gestionali”-. Quad. Cons. Nat., 2, Min. Ambiente – Istituto Nazionale Fauna Selvatica.
- ARAÚJO P., SEGURADO P., SANTOS N., 1997- “Bases para a Conservação das tartarugas de água doce, *Emys orbicularis* e *Mauremys leprosa*”. Estudos de Biologia e Conservação da Natureza, 24. Instituto de Conservação da Natureza. Lisboa, 72 pp.
- ARVY C., 1997- “Le commerce de *Trachemys scripta elegans* : une menace d’expansion de l’espece dans le monde entier”-. Bulletin de la Societè Herpetologique de France 84 : 15-24.
- ARVY C., SERVAN J., 1998- “Imminent competition between *Trachemys scripta* and *Emys Orbicularis* in France”-. Mertensiella, 10: 33-40.
- ASSINI S., 1998- “Le specie esotiche nella gestione delle aree fluviali di pianura: indagine geobotanica”-. Archeologia Geobotanica, 4 (1): 123-130.

- BACCETTI B., BALDACCINI N., BEDINI C., BRANDMAYR P., CAPANNA E., CHIEFFI G., COBOLLI M., FERRAGUTI M., GHIRARDELLI E., GHIRETTI F., GIUSTI F., GRIGOLO A., MAINARDI D., MINELLI A., PAPI F., PARRINELLO N., RICCI N., RUFFO S., SARÀ M., SCALI V., ZULLINI A., 1995- "Zoologia, trattato italiano"- . Bologna; Zanichelli, 690 pp.
- BACCETTI B., BEDINI C., CAPANNA E., COBOLLI M., GHIRARDELLI E., GIUSTI F., MINELLI A., RICCI N., RUFFO S., SARÀ M., ZULLINI A., 1994- "Lineamenti di zoologia sistematica"- . Bologna, Zanichelli, 585 pp.
- BALLASINA D., 1995- "Salviamo le tartarughe"- Edagricole.
- BALTZ D. M., 1991- "Introduced fishes in marine systems and inland seas"- . Biology Conservation, 56:151-177.
- BERRY J. F., SHINE R., 1980- "Sexual size dimorphism and sexual selection in turtles (order Testudines)"-. Oecologia, 44: 185-191.
- BOWEN B.W., KAMEZAKI N., LIMPUS C., HUGES G.R., MEYLAN A.B., AVICE C., 1994- "Global phylogeography of the loggerhead turtle (*Caretta caretta*) as indicated by mitochondrial DNA heplotypes"- . Evolution, 48(6): 1820-1828.
- BRAID I.C., 1974- "Designing with Volumes"- . Cantab Press, Cambridge, U.K.
- BRESSI N., 1995- "Erpetofauna delle foci del Fiume Isonzo, e note ecotologiche sull'erpetofauna dell'Isola della Cona (Friuli-Venezia Giulia, Italia nordorientale). Atti Museo civico Storia naturale Trieste, 46: 179-220.
- BRESSI N., DOLCE S., 1993- "Primi dati sulla situazione e la salvaguardia degli Anfibi in Provincia di Trieste"- . In: Ferri V. (Ed). Atti del I° Convegno Nazionale Salvaguardia Anfibi. Quaderni della Civica Stazione di Idrobiologia di Milano, 19 [1992]: 93-100.

- BRICHETTI P., MASSA B., 1998- “Check-list degli uccelli italiani aggiornata a tutto il 1997”-. Rivista italiana di Ornitologia 68: 129-152.
- BRUNO S., 1986- “Tartarughe e Sauri d’Italia”- Firenze, Giunti.
- BRUNO S., GUACCI C., 1993- “Appunti di erpetofauna molisana”-. Rovereto, pp. 249/332.
- BOYER D. R., 1965- “Ecology of the basking habit in turtles”-. Ecology 46: 99-118.
- BULL J. J., VOGT R. C., McCoOY C. J., 1982- “Sex determining temperatures in turtles: a geographic comparison”-. Evolution, 36: 326–332.
- BURY R. B., LUCKENBACH R. A., 1977- “Censusing desert tortoise populations using a quadrat and grid location system”-. Desert Tortoise Council Symposium 1977: 169-178.
- CADI’ A., JOLY P., 2003- “Competition for basking places between the endangered European pond turtle (*Emys orbicularis galloitalica*) and the introduced red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*)”-. Canadian Journal of Zoology, 81: 1392-1398.
- CADI’ A., JOLY P., 2004- “Impact of the introduction of the red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*) on survival rates of the European pond turtle (*Emys orbicularis*)”-. Biodiversity and Conservation 13: 2511-2518.
- CAGLE F. R., 1944- “Homerange, homing behavior, and migration in turtles”-. Misc. Pul. Museum of Zoology, University of Michigan, 61:1-34.
- CAGLE F. R., 1946- “The Growth of the Slider Turtle, *Pseudemys scripta elegans*”-. American Midland Naturalist 36, n°3 685-729.
- CAGLE F. R., 1950- “The life history of the Slider Turtle, *Pseudemys scripta troostii*”-. Ecological Monographs, 20: 31-54.

- CLARK D. B., GIBBONS J. W., 1969- “Dietary shift in the turtle *Pseudemys scripta* (Schoepff) from youth to maturity”-. Copeia 1969: 704-706.
- COHEN M. L., POTTER M., POLLARD R., FELDMAN R. A., 1980- “Turtle-associated salmonellosis in the United States: effect of public health action, 1970–1976”-. Journal of the American Medical Association 243, pp. 1247–1249.
- COLLINS J. T., 1993- “Amphibians and Reptiles in Kansas”-. University Press of Kansas, Lawrence, USA.
- CRESCENTE A., SPERONE E., PAOLILLO G. & TRIPEPI S., 2008- “Riproduzione allo stato selvatico di *Trachemys scripta elegans* nell'oasi WWF Lago dell'Angitola in Calabria”-. 7° Congresso nazionale Societas Herpetologica Italica, Oristano 1-5 ottobre 2008, 167-171.
- DAWSON J., 1998- "The Turtle Pages - Anatomy of a Turtle”-. Accessed (<http://www.crosswinds.net/~theturtlepages/anatomy/skeletal.html>).
- DELLA CROCE R., CATTANEO-VIETTI C., DANOVARO R., 1997- “Ecologia e protezione dell’ambiente marino costiero”-. UTET.
- DE ROA E., ROIG J.M., 1997- “Puesta en habitat natural de la tortuga de Florida (*Trachemys scripta elegans*) en Espana”-. Bol. Asoc. Herpetol. Esp. 8: 48-50.
- DORIA G., SALVIDIO S., 1994- “Atlante degli Anfibi e Rettili della Liguria”-. Cataloghi dei beni naturali n° 2, Regione Liguria, Nuova Litoeffe, Castelvetro Piacentino.
- DUPRE’ A., 1995- “La Tortue de Floride en France : un bilan de la situation actuelle”-. International Congress of Chelonian conservation, Gonfaron (France).

- ERNST C. H., BARBOUR R. W., 1989- "Turtles of the World"-. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. and London.
- EWERT M., JACKSON D., NELSON C., 1994- "Patterns of temperature-dependent sex determination in turtles"-. Journal of Experimental Zoology 270: 3-15.
- EWERT M., NELSON C., 1991- " Sex Determination in Turtles"-. Copeia: 50-69.
- FELDMAN M.L., 2007- "Some options to induce oviposition in turtles"-. Chelonian Conservation and Biology, 6(2): 313-320.
- FERRI V., 1992- "Primo consuntivo del censimento regionale dell'erpetofauna coordinato dal Centro Studi Erpetologici "EMYS" della S.I.S.N"-. Relazione inedita per il Settore Ecologia della Regione Lombardia.
- FERRI V., AGOSTA F., PAROLINI L., SOCCINI C., 1999a- "La gestione delle testuggini d'acqua abbandonate: cinque anni del Progetto Arcadia/*Trachemys* in Lombardia"-. Atti Conv. "Animali sul territorio urbano: gestione e prospettive", Genova, 4 Jun. 1999.
- FERRI V., DI CERBO A. R., 1998- "La gestione delle testuggini d'acqua americane (*Trachemys scripta ssp.*) abbandonate: un problema nazionale, un esempio regionale"-. Atti primo Convegno Nazionale sulla fauna urbana, Roma, 141-144.
- FERRI V., DI CERBO A.R., 1995- "Progetto Emys a Serranella. De Rerum Natura"-. Cogecstre Ediz.
- FERRI V., PAROLINI L., AGOSTA L. & SOCCINI C., 1999b- "MONITORAGGIO SALUTE TESTUGGINI ". Un progetto per la conoscenza

delle patologie sofferte dalle testuggini palustri. Atti Convegno "Animali sul territorio urbano: gestione e prospettive", Genova, 4 Jun. 1999.

- FERRI V., SOCCINI C., 2002- "Serpenti"-. Mondadori, Milano.
- FERRI V., SOCCINI C., 2003- "Riproduzione di *Trachemys scripta elegans* in condizioni semi naturali in Lombardia (Italia settentrionale)"-. *Natura Bresciana, Annuale del Museo Civico di Scienze Naturali, Brescia*, 33: 89-92.
- FICETOLA G.F., MONTI A., PADOA-SCHIOPPA E., 2003- "First record of reproduction of *Trachemys scripta* in the Po Delta"-. *Ann. Mus. Civ. St. Nat. Ferrara* 5: 125–128.
- GANDOLFI G., ZERUNIAN S., TORRICELLI P., MARCONATO A., 1991- "I pesci delle acque interne italiane"-. Ist. Poligrafico e Zecca dello Stato. Roma, 617 pp.
- GASC J.P., CABELA A., CRNOBRNJA-ISAILOVIC J., DOLMEN D., GROSSENBACHER K., HAFFNER P., LESCURE J., MARTENS H., MARTINEZ RICA J.P., MAURIN H., OLIVEIRA M.E., SOFIANIDOU T.S., VEITH M., ZUIDERWIJK A., 1997- "Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe"-. *Societas Europea Herpetologica & Museum National d'Histoire Naturelle, Paris*.
- GENOVESI P., 1998- "Italy's grey squirrel: action vs. Opposition"-. *World Conservation, IUCN Bulletin* 4/97-1/98: 25-26.
- GENOVESI P., BERTOLINO S., 2001- "Human dimension aspects in invasive alien species issues: the case of the failure of the Grey squirrel eradication project in Italy"-. Pp 113-119. In: Mcneely J. A. (ed.), *The Great Reshuffling: human dimensions of Invasive Alien Species*, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, VI, 242 pp.

- GIANAROLI M., LANZI A., FONTANA R., 2001- “Utilizzo di trappole del tipo “bagno di sole artificiale” per la cattura di testuggini palustri”-. In: Atti 3° Congr. Naz.le della Societas Herpetologica Italica (Pavia, 2000); Pianura 13: 153-155.
- GIANGUZZA P., RUSSO G., VIOLANI C. & ZAVA B., 2000- “Ascertained record of the Green turtle *Chelonya midas* in the Tyrrhenian Sea”-. Atti Società Italiana Scienze Naturali, Museo civico Storia naturale Milano, 141: 19-22.
- GIBBONS J.W. & GREENE J.L., 1979- “X-ray photography: a technique to determine reproductive patterns of freshwater turtles”-. Herpetologica 35: 86-89.
- GRIJALVA L., 2001- “The Biogeography of the Red-Eared Slider (*Trachemys scripta elegans*)”-. San Francisco State University, Departmente of Geography.
- HAILS A. J., 1996- “Wetlands, Biodiversity and the Ramsar Convention: the Role of the Convention on Wetlands in the Conservation and Wise Use of Biodiversity”-. Ramsar Convention Bureau: Gland, Switzerland.
- HEPPEL S. S., 1998- “Application of life-history theory and population model analysis to turtle conservation”-. Copeia 2:367-375.
- KAUFMAN L. S., 1992- “Les Catastrophic change in species-rich freshwater ecosystems: the lessons of Lake Victoria”-. Includes related article, Vol. 42 ; No. 11 ; Pg. 846. BioScience.
- KRUEGER C. C., MAY B., 1991- “Ecological and genetic effects of salmonid introductions in North America”-. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science, 48(Suppl. 1):66-77.
- LAGLER K. F., 1943- “Food habits and economic relations of the turtles of Michigan with special reference to fish management”-. American Midland Naturalist 29: 257-312.

- LAMN S. H., TAYLOR A., GANGAROSA E. J., ANDERSON H. W., YOUNG W., CLARK M. H., BRUCE A. R., 1972- "Turtle associated salmonellosis. An estimation of the magnitude of the problem in the United States"- . American Journal of Epidemiology 95, 511-517.
- LANZA B., 1983- "Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. Anfibi, Rettili (*Amphibia, Reptilia*)"- . C.N.R. AQ/1/25/205,27.
- LANZA B., CORTI C., 1993- "Erpetofauna italiana: "acquisizioni" ed estinzioni nel corso del Novecento"- . Suppl. Ric. Biol. Selvaggina, 21: 5-49.
- LAPINI L., DALL'ASTA A., BRESSI N., DOLCE S. & PELLARINI P., 1999- "Atlante corologico degli Anfibi e dei Rettili del Friuli-Venezia Giulia"- . Ed. Museo Friulano di Storia Naturale.
- LAURENT L., BRADAI M.N., HADOUD D.A., EL GOMATI H.M., 1997- "Assessment of sea turtle nesting activity in Libya"- . Marine turtle newsletter 76: 2-6.
- LEBBORONI M., CHELAZZI G., 1991- "Activity patterns of *Emys orbicularis* L. (*Chelonia, Emydidae*) in central Italy"- . Ethology, Ecology and Evolution 3, 257-268.
- LEFEVRE K. & BROOKS R.J., 1995- "Effects of sex and body size on the basking behaviour in a northern population of the Painted Turtle, *Chrysemys picta*"- . Herpetologica 51: 217-224.
- LESCURE J., 1997- "*Caretta caretta* (Linnaeus, 1758)"- , in GASC J., "Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe", Societas Europea Herpetologica & Museum National d'Histoire Naturelle, Paris.

- LINDEMAN P.V., 1999a- "Surveys of basking map turtle *Graptemys* spp. In three river drainages and the importance of deadwood abundance"- . *Biological Conservation* 88: 33-42.
- LOWE S., BROWNE M., BOUDJELAS S. & DE POORTER M., 2000- "100 of the World's worst invasive alien species. A selection from the Global Invasive Species Database"- . IUCN, Auckland: 1-12.
- LUISELLI L., CAPULA M., CAPIZZI D., FILIPPI E., TRUJILLO V., ANIBALDI C., 1997- "Problems for Conservation of Pond Turtles (*Emys orbicularis*) in central Italy: is the Introduced Red-Eared Turtle (*Trachemys scripta elegans*) a Serious Threat?"-. *Chelonian Conservation & Biology*, 1997, 2(3): 417-419.
- LURZ P. W. W., RUSHTON S. P., WAUTERS L. A., BERTOLINO S., CURRADO I., MAZZOGLIO P. J., SHIRLEY M. D. F., 2001- "Predicting grey squirrel expansion in North Italy: a spatially explicit modelling approach"- . *Landscape Ecology*.
- MARANGONI C., 2000- "*Trachemys scripta*"-. In: Bologna et al. (eds.), *Anfibi e Rettili del Lazio*. Fratelli Palombi Editori, Roma.
- MARTINEZ-SILVESTRE A., SOLER J., SOLE' R., GONZALEZ F.X. & SAMPERE X., 1997- "Nota sobre la reproducción en condiciones naturales de la tortuga de Florida (*Trachemys scripta elegans*) en Masquefa (Cataluña, España)"-. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 8: 40-42.
- MEFFE G. K., CARROLL C. R., 1997- "What is conservation biology? Principles of conservation Biology"- . 2nd edition. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.

- MESCHINI P., MANCUSI C., GILL C., DORIA G., 2000- “Findings of *Chelonia mydas* in the Ligurian and NorthTyrrhenian Sea”-. Proceedings of the first Italian Meeting on Sea Turtle Biology and Conservation Policoro (MT) 19-20 October 2000. Roma, Italy.
- MINGOT D., LOPEZ-RODRIGO J., ORDONEZ-RIVAS C. & SOBRIONO E., 2003- “Reproducción en libertad del galápagó de Florida (*Trachemys scripta elegans*) en el centro de la Península Ibérica”-. Bol. Asoc. Herpetol. Esp., 14(1-2): 39-43.
- MITCHELL L. G., MUTCHMOR J. A., DOLPHIN W., 1991- “Zoologia”-. Bologna, Zanichelli, 1014 pp.
- MOLL E. O., LEGLER J. M., 1971- “The life history of a neotropical slider turtle, *Pseudemys scripta* (Schoepff), in Panama”-. Bulletin Los Angeles Country Museum of Natural History Science 11; 102 pp.
- O’SHEA M. & HALLYDAY T., 2001- “ Rettili e Anfibi ”-. Consulente Editoriale Roger Avery.
- PAOLILLO G., 1987- “Contributo alla conoscenza dell’avifauna del lago Angitola con particolare riferimento alle specie acquatiche nidificanti”-. Tesi di laurea in Scienze Naturali, Facoltà di S.M.F.N, Università della Calabria.
- PARKER H., 1996- “Interannual variability in the PFEG coastal upwelling indices”-. In C. M. Isaacs and V. L. Tharp, (eds.), Proceedings of the Twelfth Annual Pacific Climate (PACLIM) Workshop. Interagency Ecological Studies Program for the Sacramento San Joaquin Estuari.
- PAROLINI L., 2001- “Aspetti ecologici ed epidemiologici di due nuclei di testuggine palustre nord americana *Trachemys scripta elegans* (Wied, 1839)

introdotti in ambienti umidi nell'hinterland milanese"- . Tesi di Laurea in Scienze Naturali, Univ. Degli Studi di Milano.

- PEREZ-SANTIGOSA N., DIAZ-PANIAGUA C., HIDALGO-VILA J., 2008- "The reproductive ecology of exotic *Trachemys scripta elegans* in an invaded area of southern Europe"- . Aquatic Conservation. 18(7); 1302-1310.
- PETRINI R., VENTURATO E., 2002- Atti del Convegno Nazionale "La gestione delle specie alloctone in Italia: il caso della Nutria e del Gambero della Louisiana"- . Quaderni del Padule di Fucecchio n. 2; Centro di Documentazione e Promozione del Padule di Fucecchio (FI).
- PETTERINO C., SCOCOZZA T., PIOVANO S., GIACOMA C., 2001- "Risultati dell'introduzione di *Trachemys scripta elegans* in un parco urbano di Torino"- . In: "Atti 3° Congr. Naz.le della Societas Herpetologica Italica (Pavia, 2000)". Pianura 13: 295-298.
- PIOVANO S., GIACOMA C., 1999- "Censimento di *Trachemys scripta elegans* presente in un parco urbano di Torino"- . Rivista di Idrobiologia 38, 1/2/3, 1999.
- PIOVANO S., TRINCHERO H., GIACOMA C., 2001- "Indagine epidemiologica su *Trachemys scripta elegans* in condizioni di semi-cattività"- . In: "Atti 3° Congr. Naz.le della Societas Herpetologica Italica (Pavia, 2000). Pianura 13: 219-222.
- PODLOUCKY R., 1997- "*Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758) (pp. 170-171)"- In GASC J.P., CABELA A., CRNOBRNJA-ISAILOVIC J., DOLMEN D., GROSSENBACHER K., HAFFNER P., LESCURE J., MARTENS H., MARTINEZ RICA J.P., MAURIN H., OLIVEIRA M.E., SOFIANIDOU T.S., VEITH M., ZUIDERWIJK A. (Eds), "Atlas of Amphibians and Reptiles in

- Europe”, Societas Europea Herpetologica & Museum National d’Histoire Naturelle (IEGB/SPN), Paris, 496 pp..
- POUGH F. H., HEISER J.B. & MC FARLAND W.N., 1999- “Vertebrate life“-
New York, 733 pp.
 - PREVOT-JULLIARD A. C., DELMAS V., GIRONDOT M., in press.
“Reproduction des tortues de Floride (*Trachemys scripta elegans*) dans la
reserve de Saint-Quentin-en-Yvelines, France“. Bulletin de la Reserve naturelle
de Saint-Quentin-en-Yvelines.
 - PRIMACK R., 1998a- “Essential of conservation biology”-. Sinauer Associates,
Sunderland, MA.
 - PRIMACK R., CAROTENUTO L., 2000- “Conservazione della Natura”-.
Zanichelli, 514 pp.
 - PRITCHARD P. C. H., 1979- “Encyclopedia of Turtles”-. TFH Publications,
Inc., Neptune, N.J.
 - PUTH L.M. & POST D.M. 2005- “Studying invasion: have we missed the
boat?”-. Ecology Letters, 8, 715-721.
 - RESTREPO A., PINEROS V.J., PAEZ V.P., 2006- “Nest Site Selection by
Colombian Slider Turtles, *Trachemys callirostris callirostris* (Testudines:
Emydidae), in the Mompos Depression, Colombia”-. Chelonian Conservation
and Biology: International Journal of Turtle and Tortoise Research. Vol 5, No 2.
pgs 249-254.
 - RICHARDSON D.M., PYSEK P., REJMANEK M., BARBOUR M.G.,
PANETTA F.D. & WEST C.J., 2000- “Naturalization and invasion of alien
plants: concepts and definitions”-. Diversity and Distributions, 6, 93-107.

- RYAN T. J. & LAMBERT A., 2005- “Prevalence and colonization of *Placobdella* on two species of freshwater turtle (*Graptemys geographica* and *Sternotherus odoratus*)”-. *Journal of Herpetology*, 39: 284-287.
- ROSSI R., GRANDI G., TRISOLINI R., FRANZOI P., CARRIERI A., DEZFULI B. S., VECCHIETTI E., 1991- “Osservazioni sulla biologia e la pesca dello storione cobice (*Acipenser naccarii*, Bonaparte) nelle parte terminale del fiume Po”-. *Atti Società Italiana di Scienze Naturali Museo Civico di Storia Naturale, Milano* 132:121-142.
- SCILLITANI G., RIZZI V., GIOIOSA M., 1996- “Atlante degli Anfibi e dei Rettili nella provincia di Foggia”-. *Gitto, Foggia*.
- SCOCCIANTI C., 2001- “Amphibia: aspetti di ecologia della conservazione”-. [Amphibia: aspects of conservation ecology]. *Guido Persichino Grafica, Firenze*: 1-428.
- SCOCCIANTI C., CIGNA P., 1999- “Le infrastrutture di origine antropica e la fauna: barriere ecologiche e isolamento in sottoaree. L’esempio della piana fiorentina”-. *Atti del seminario di studi “I biologi e l’ambiente...oltre il 2000”- Venezia*.
- SCRIBNER K. T ., MORREALE S., SMITH M. H., GIBBONS J. W., 1995- “Factors contributing to temporal and age-specific genetic variation in the freshwater turtle *Trachemys scripta*”-. *Copeia*. 1995:970-977.
- SEIDEL M. E., FRITZ U., 1997- „Courtship behavior provides additional evidence for a monophyletic *Pseudemys*, and comments on Mesoamerican *Trachemys* (*Testudines: Emydidae*)”-. *Herpetological Review* 28: 70–72.

- SINDACO R., DORIA G., RAZZETTI E., BERNINI F., 2006- “Atlante degli Anfibi e dei Rettili d’Italia/ Atlas of Italian Amphibians and Reptiles”-. Societas Herpetologica Italica, Edizioni Polistampa; Firenze.
- SPERONE E., PAOLILLO G., TRIPEPI S., 2002- “Rinvenimento di rettili alloctoni in natura: lo stato attuale delle conoscenze in Calabria”- 4° Congr. Naz. della Societas Herpetologica Italica, Ercolano (Na), 18-22 Giugno 2002,61.
- SPERONE E., CRESCENTE A., BRUNELLI E., PAOLILLO G. & TRIPEPI S., 2010- “Sightings and successful reproduction of allochthonous reptiles in Calabria”-. Acta herpetologica, 5 (2): 265-273.
- STUBBS D., HAILEYA., PULFORD E., TYLER W., 1984- “Population ecology of european tortoises: review of field techniques”-. Amphibia-Reptilia, 5: 57-68.
- TELECKY T. M., 2001- “United States import and export of live turtles and tortoises”-. Turtle and Tortoise Newsletter 4: 8–13.
- TIXIER P., 1998- "Le silure glane (*Silurus glanis* L.): biologie, colonisation et impacts"-. Paris, Université de Paris IV.
- TRIPEPI S., ACETO M., 2000- “Dati preliminari sulla distribuzione di *Emys orbicularis* nel Parco Nazionale del Pollino”-. Atti del 2° Congr. Naz.le della Societas Herpetologica Italica. Praia a Mare (CS). Rivista di Idrobiologia, Perugia, 38 (1999): 457-463.
- TRIPEPI S., SPERONE E., 2002- “Distribuzione ed ecologia di *Emys orbicularis* in Calabria”-. Riassunti del 4° Congr. Naz.le della Societas Herpetologica Italica: 68-69.
- TUCKER J.K., THOMAS D.L., ROSE J., 2007- “ Oxytocin dosage in turtles”-. Chelonian Conservation and Biology.

- TURCHETTO M., NICOLOSI P., 2000- "*Dermochelys coriacea*: storia e documentazione dell' olotipo conservato al Museo di Zoologia dell'Università di Padova"- . In: Italian Meeting on Sea Turtle Biology and Conservation, Policoro (MT), 19/20 Oct., 2000.
- TURRISI G.F., VACCARO A., 1998- "Contributo alla conoscenza degli anfibi e dei Rettili di Sicilia"- . Bollettino Accademico Gioenia Scienze naturali 30, (353): 5-88.
- VAN DIJK P.P. and THIRAKHUPT K., 1995- "Southeast Asian *Chitra* - from distinction to extinction in 15 years"- . Proceedings, International Congress of Chelonian Conservation, (July, 6-10), Gonfaron, France. pp 62-63.
- VIGNE J. D., 1992- "Zooarchaeology and the biogeographical history of the mammals of Corsica and Sardinia since the last ice age"- . Mammal Review, 22: 87-96.
- VOGT R. C., 1980- "Natural history of the map turtles *Graptemys pseudogeographica* and *G. ouachitensis* in Wisconsin"- . Tulane Studies in Zoology and Botany 22:17-48.
- WARWICK C., 1986- "Red-eared terrapin farms and conservation"- . Oryx 20: 237-240.
- WARWICK C., 1991- "Tender-age moribund endangered terrapins"- . BBC Wildlife 9(9): 630-632. (Red-eared terrapin).
- WARWICK C., STEEDMAN C., HOLFORD T., 1990- "Ecological implication of the red-eared turtle trade"- . The Texas Journal of Science, 42, 419-422.
- WAUTERS L., CURRADO I., MAZZOGLIO P. J., GURNELL J., 1997- "Replacement of red squirrels by introduced grey squirrels in Italy:evidence

- from a distribution survey”-. In: Gurnell J., P. W. W. Lurz (eds.), The Conservation of Red Squirrels, *Sciurus vulgaris* L., PTES, London: 79-88.
- WILCOVE D. S., ROTHSTEIN D., DUBOW J., PHILLIPS A., LOSOS E., 1998- “Quantifying threats to imperiled species in the United States”-. *BioScience* 48: 607–615.
 - ZUFFI M.A.L., CELANI A., FOSCHI E., TRIPEPI S., 2004- “Reproductive strategies and body shape in the European pond turtle (*Emys orbicularis*) from contrasting habitats in Italy”-. *Journal of Zoology*.
 - ZUFFI M. A. L., ODETTI F., BATTISTONI R., MANCINO G., 2006- “Geographic variation of sexual size dimorphism and genetics in the European pond turtle, *Emys orbicularis* and *Emys trinacris*, of Italy”-. *Italian Journal of Zoology*, 73(4): 363-372.
 - ZUG G. R., VITT L. J., CALDWELL J. P., 2001- “Herpetology: an introductory biology of Amphibians and Reptiles”-. Academic Press, San Diego, CA, 630 pp.